

Bezoekadres:
Stationsweg 2
8011 CZ Zwolle
Postadres:
Hoofdweg 76
3067 GH Rotterdam

T +31 (0)88-5152505
E info@cauberg Huygen.nl
W <http://www.cauberg Huygen.nl>

K.V.K. 58792562
IBAN NL71RABO0112075584

Trillingsonderzoek bouwplan Katoenstraat te Deurne; prognose trillingen toekomstige situatie

Datum **2 maart 2022**
Referentie **03450-54049-03**

Referentie 03450-54049-03
Rapporttitel Trillingsonderzoek bouwplan Katoenstraat te Deurne;
prognose trillingen toekomstige situatie

Datum 2 maart 2022

Opdrachtgever Bots Bouwgroep B.V.
Energiesstraat 21
5753 RN DEURNE

Contactpersoon

Behandeld door
Cauberg Huygen B.V.
Bezoekadres:
Stationsweg 2
8011 CZ Zwolle
Postadres:
Hoofdweg 76
3067 GH Rotterdam
Telefoon 088-5152505

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
2	Opzet van het onderzoek	5
2.1	Globale opzet	5
2.2	Situatie	5
2.3	Toetsingskader	7
2.3.1	SBR-richtlijn deel B	7
2.3.2	Bestemmingsplan	8
2.4	Validatie en nauwkeurigheid	9
2.5	Beschrijving van de EEM rekenmodellen	9
3	Resultaat EEM berekening en beoordeling	11
3.1	Resultaat EEM berekeningen en toetsing	11
3.2	Toetsing bestemmingsplanregels	12
3.3	Optionele uitbreiding van de woningen	15
4	Conclusies	16

Bijlagen

Bijlage I	Rapport 03450-52896-03 van Cauberg Huygen; meetonderzoek
Bijlage II	Rapport 19004 van constructeur Hans van Heerebeek
Bijlage III	Rapport 02P016410 van Inpijn Blokpoel; sonderingsonderzoek
Bijlage IV	Overzicht maatregelen per blok
Bijlage V	Presentatie 03450-54049-02-V4 van Cauberg Huygen; resultaten EEM rekenmodellen

1 Inleiding

In opdracht van Bots Bouwgroep b.v. is door Cauberg Huygen een trillingsonderzoek uitgevoerd voor het nieuwbouwproject Katoenstraat te Deurne. Het onderzoek is uitgevoerd in het kader van een gecombineerde aanvraag voor een wijziging van het bestemmingsplan en een omgevingsvergunning voor bouwen. Reden voor het onderzoek is dat mogelijk sprake is van trillingshinder in de nieuw te bouwen woningen als gevolg van treinverkeer over het nabijgelegen spoortracé tussen stations Deurne en Helmond.

Het onderzoek bestaat uit een tweetal delen:

1. Meetonderzoek waarbij de trillingsniveaus als gevolg van spoorwegverkeer ter plekke zijn gemeten.
2. Rekentechnisch onderzoek waarbij op basis van de meetresultaten een prognose is gemaakt van de trillingen die in de toekomstige woningen zijn te verwachten.

Het meetonderzoek is uitgebreid gerapporteerd in rapport 03450-52896-03 d.d. 2-12-2020 welke is bijgevoegd in bijlage I. Voorliggend rapport geeft een samenvatting van het rekentechnische deel van het onderzoek.

De nieuwbouw van woningen vraagt om een wijziging van het bestemmingsplan. De aanvraag voor deze wijziging vindt gelijktijdig plaats met de aanvraag voor de omgevingsvergunning voor bouwen. De ten aanzien van trillingen op te stellen regels worden gelijktijdig en op basis van hetzelfde onderzoek voorgesteld. Reden daarvoor is dat het op basis van het onderzoek kan worden bepaald onder welke voorwaarden sprake is van een 'goed woon- en leefklimaat'. Ten behoeve van de leesbaarheid worden de voorgestelde regels voor het te wijzigen bestemmingsplan in voorliggend rapport eerst besproken en wordt vervolgens het onderzoek en de toetsing aan deze regels uitgevoerd en toegelicht.

Het onderzoek is uitgevoerd in lijn met de aanwijzingen in de Handreiking Nieuwbouw en Spoortrillingen ¹ [Handreiking]. In de betreffende handreiking worden aanwijzingen gegeven ten aanzien van wijze van meten van trillingen en berekeningen van trillingen in toekomstige gebouwen. De berekeningen zijn conform de handreiking uitgevoerd in detailniveau IV (met een driedimensionaal eindige elementen model).

¹ "Handreiking Nieuwbouw en Spoortrillingen"; Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat; Mei 2019

2 Opzet van het onderzoek

2.1 Globale opzet

Het meetonderzoek van 2020 geeft een indicatieve prognose van de te verwachten trillingen in het toekomstige gebouw. Deze prognose is gebaseerd op ter plekke uitgevoerde trillingsmetingen en op algemene kenmerken van de te verwachten overdracht van trillingen in het gebouw. Het houdt dus géén rekening met het specifieke (constructieve) ontwerp van de woningen. Het effect van maatregelen kan er niet of slechts ten dele mee worden vastgesteld. Omdat uit het onderzoek van 2020 blijkt dat bij het ontwerp van het gebouw wél rekening met trillingen moet worden gehouden om toekomstige hinder te voorkomen, is in voorliggend onderzoek de overdracht van trillingen op en in het gebouw uitgebreid berekend met behulp van een 3-dimensionaal Eindige Elementen Methode (EEM) rekenmodel van de toekomstige woningen. Daarmee kan specifiek bij het geldende ontwerp de verwachte trillingsoverdracht worden berekend, evenals het effect van trillings-reducerende maatregelen.

Het 3D EEM rekenmodel bestaat uit een model van de woningen en de bodem onder het gebouw. De bodem strekt zich in het model uit tot aan de beide sporen, alwaar de trillingsbelasting op het model is aangebracht. De trillingsaanstoting is berekend in een referentiemodel met alleen de bodem zoals deze ten tijde van de metingen in 2020 aanwezig was. In feite is hiermee berekend welke trillingsaanstoting in het model nodig is om dezelfde trillingen te veroorzaken als in 2020 zijn gemeten. De aldus bepaalde trillingsaanstoting is toegepast op het model met de geplande nieuwbouw waarmee vervolgens de trillingen in het toekomstige gebouw zijn berekend.

2.2 Situatie

Onderstaande figuur 2.1 geeft een overzicht van het projectgebied met de ligging van de verschillende woonblokken ten opzichte van het spoor (in rood bovenin de figuur). In het gebied is sprake van 3 kenmerkende gebouwen/situaties. Deze 3 zijn in afzonderlijke rekenmodellen doorgerekend. De onderverdeling is in onderstaande figuur in kleur weergegeven:

1. Lichtroze: Woonblokken evenwijdig aan het spoor in 2^e en 3^e lijn van het spoor (aan zuidzijde).
2. Roze: Woonblok dwars op het spoor (aan westzijde).
3. Donkerroze: Appartementsblokken evenwijdig aan het spoor in 1^e lijn van het spoor (aan noordzijde).



Figuur 2.1: Overzicht van het projectgebied en ter indicatie de ligging van de toekomstige bouwblokken

Bovenstaande figuur is ter indicatie en om een globale indruk te verkrijgen van de ligging van de bouwblokken ten opzichte van het spoor. Onderstaande figuur 2.2 geeft een afbeelding van de definitieve situatietekening.



Figuur 2.2: Uitsnede uit situatietekening "917282-CO" d.d. 21-12-2021

2.3 Toetsingskader

2.3.1 SBR-richtlijn deel B

Ter beoordeling van de mate van hinder wordt conform de Handreiking uitgegaan van het toetsingskader zoals gepresenteerd in SBR richtlijn deel B² [SBR-B]. Conform de SBR-B wordt ter beoordeling van de mate van hinder uitgegaan van een “nieuwe situatie”, trillingen door een “herhaald kortdurende bron” en gebouwfunctie “wonen”. De streefwaarden die daaruit volgen zijn samengevat in onderstaande tabel 2.1. Naast streefwaarden ter voorkoming van hinder in nieuwe situaties zijn ook de streefwaarden ter voorkoming van hinder in bestaande situaties in de tabel weergegeven. Deze streefwaarden worden, na motivatie, gebruikt voor de beoordeling van de trillingssterkte als niet kan worden voldaan aan de streefwaarden voor nieuwe situaties.

Tabel 2.1: SBR-B streefwaarden ter voorkoming van trillingshinder voor gebouwfunctie wonen

	Dag- en avondperiode (7:00 – 19:00 en 19:00 – 23:00)			Nachtperiode (23:00 – 7:00)		
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₁	A ₂	A ₃
Nieuwe situaties	0,1	0,4	0,05	0,1	0,2	0,05
Bestaande situaties	0,2	0,8	0,1	0,2	0,4	0,1

Er wordt voldaan aan de streefwaarden als:

- de maximale trillingssterkte $V_{\max}$ kleiner is dan A_1 , of als
- de maximale trillingssterkte $V_{\max}$ kleiner is dan A_2 én de gemiddelde trillingssterkte V_{per} kleiner is dan A_3 .

Conform SBR-B dient bij overschrijding van de streefwaarden in onderling overleg met de betrokken partijen afgewogen te worden of de overschrijding al dan niet acceptabel is. In bijlage 5 van de richtlijn is een aantal punten gegeven op basis waarvan de afweging plaats kan vinden:

1. de mate waarin de trillingssterkte voorkomt;
2. de historie;
3. de aanwezigheid van andere trillingsbronnen (achtergrondtrillingen);
4. de mogelijkheid tot het treffen van maatregelen.

Ten aanzien van het eerste punt wordt gesteld dat ernstige hinder (conform bijlage 5 van SBR-B bij een $V_{\max}$ hoger dan 3,2) ontoelaatbaar is. Een tweede criterium voor de mate van overschrijding van de streefwaarden is een toetsing aan de streefwaarden voor bestaande situaties (maximaal 0,4 in de nacht). Gesteld kan worden dat in nieuwe situaties in eerste instantie conform de SBR-B trillingshinder te verwachten is maar dat na een periode van gewenning deze trillingen niet meer tot hinder zullen leiden.

Het tweede punt speelt in dit project geen rol, er is immers geen historie van hinderlijke trillingen in woningen op deze locatie. Ten aanzien van het derde punt kan gesteld worden dat de uitgevoerde trillingsmetingen er niet op duiden dat er andere belangrijke trillingsbronnen actief zijn op deze locatie.

Ten aanzien van het vierde punt geldt dat conform de richtlijn feitelijk dat al het mogelijke moet zijn gedaan om de hinder zoveel als mogelijk te beperken.

² Meet- en beoordelingsrichtlijn deel B: “Trillingen, hinder voor personen in gebouwen”; Stichting Bouw Research, juli 2006

2.3.2 Bestemmingsplan

Om de beoordeling van trillingshinder te borgen en toekomstige hinder te voorkomen, dient een voorwaardelijke verplichting opgenomen te worden in het bestemmingsplan. Voorgesteld wordt daarvoor de volgende voorwaardelijke verplichting, die verwijst naar de SBR-B, op te nemen in het bestemmingsplan:

Voorwaardelijke verplichting over spoortrillingen

1. *Het gebruik van verblijfsruimten in bouwwerken voor de functie wonen volgens ... *) is ter plaatse van aanduiding 'specifieke bouwaanduiding – voorwaardelijke verplichting trillingen' uitsluitend toegestaan wanneer uit een deskundigenonderzoek blijkt dat in verblijfsruimten de streefwaarden van de trillingssterkte V_{max} en V_{per} voor 'Wonen nieuwe situatie', zoals bedoeld in SBR richtlijn deel B, niet worden overschreden.*
2. *Alleen als uit een deskundigenonderzoek blijkt dat niet doelmatig en/of kosteneffectief kan worden voldaan aan de streefwaarden voor 'Wonen, nieuwe situaties' kan er worden afgeweken van lid 1 onder de volgende voorwaarden:*
 - a. *uit een deskundigenonderzoek blijkt dat alle doelmatige en/of kosteneffectieve maatregelen om de trillingssterkte te verminderen worden getroffen en;*
 - b. *uit een deskundigenonderzoek blijkt dat in verblijfsruimten tenminste de streefwaarden voor 'Wonen, bestaande situaties', zoals bedoeld in SBR richtlijn deel B, niet worden overschreden.*

*) De verwijzing naar functie 'wonen' moet afgestemd worden op de functieomschrijving in de planregels.

Bovenstaande regels komen overeen met de aanwijzingen die worden gegeven in de SBR-B en zijn samengevat in paragraaf 2.3.1 en stellen een absolute bovengrens aan de te accepteren trillingsniveaus.

Ten aanzien van de voorgestelde regels gelden de volgende opmerkingen:

- Aanvullende dient bij de definities in het bestemmingsplan de volgende definitie van SBR richtlijn deel B opgenomen te worden:
Meet- en beoordelingsrichtlijn trillingen van de Stichting Bouwresearch, deel B, Hinder voor personen in gebouwen, uitgave juli 2006.
- Bij de definitie van 'verblijfsruimte' dient verwezen te worden naar het Bouwbesluit:
Als bedoeld in bouwbesluit 2012.
- Op de plattegrond dient in het bestemmingsplan een gebiedsaanduiding *Specifieke bouwaanduiding – voorwaardelijke verplichting trillingen* te worden aangegeven. Dit gebied betreft alle woningen in het onderzochte gebied van voorliggend rapport (zoals aangegeven in figuren 2.1 en 2.2).
- Op de tekeningen behorend bij de aanvraag voor omgevingsvergunning voor bouwen, dient eenduidig aangegeven te worden welke ruimtes verblijfsruimten zijn en welke niet.

2.4 Validatie en nauwkeurigheid

De werkwijze waarbij de trillingsaanstoting van het rekenmodel wordt bepaald middels een referentiemodel, zorgt voor een validatie van de trillingsaanstoting in het rekenmodel. Het model van de bodem en de gebouwen is per definitie een vereenvoudiging van de werkelijke opbouw van de bodem en de gebouwen, maar met de wijze waarop de trillingsaanstoting is bepaald in het referentiemodel, wordt automatisch gecorrigeerd voor het verschil in trillingsniveau dat zou ontstaan ter plaatse van de meetpunten.

Modellering houdt echter in dat het resultaat van het rekenmodel af zal wijken van de werkelijkheid. Het model is zodanig opgesteld dat de verwachte afwijking minimaal is maar er resteert altijd een bepaalde onzekerheid. Onze ervaring is dat de geprognosticeerde waarden in absolute zin licht conservatief zijn: Er is een grote kans dat de werkelijke trillingsniveaus lager zijn en een beperkte kans dat ze hoger zijn. De kans dat ze hoger zijn kan helaas met dit soort modellen niet worden uitgesloten.

De rekenmodellen die gehanteerd worden, kunnen wel met hogere betrouwbaarheid relatieve uitspraken doen. Dat wil zeggen dat als uit het rekenmodel blijkt dat na een bepaalde maatregel de trillingsniveaus afnemen, de kans groot is dat dit ook werkelijk zo is. Daarmee geldt dat met het uitgevoerde onderzoek en de optimalisatie van de constructie van het gebouw met grote zekerheid een verbetering is gerealiseerd.

Naast afwijkingen tussen rekenmodel en werkelijkheid, geldt ook dat de trillingsbelasting varieert met de tijd. In de toekomst rijden er andere treinen met andere snelheden en in een andere onderhoudsstaat dan ten tijde van de metingen in 2020. Daarom zal bij een toekomstige meting zeker een andere trillingsbelasting worden gemeten dan 2020.

In het algemeen kan gesteld worden dat met het uitgevoerde onderzoek de trillingen maximaal zijn gereduceerd en de resterende trillingen gemiddeld genomen overeen zullen komen met geprognosticeerde trillingen. Dat incidenteel sterkere trillingen zullen optreden, kan om bovengenoemde redenen niet worden uitgesloten maar zal normaal gesproken niet veelvuldig optreden.

2.5 Beschrijving van de EEM rekenmodellen

De te verwachten trillingen in de toekomstige situatie zijn berekende met Eindige Elementen Methode (EEM) rekenmodellen in het softwarepakket Abaqus van Dassault Systèmes Simulia Corp. versie 2021. In het model zijn de woningen gemodelleerd en de bodem tot aan de beide sporen.

Zoals in paragraaf 2.1 aangegeven zijn 3 rekenmodellen toegepast om de te verwachten trillingen in de toekomstige woningen te berekenen. Deze 3 modellen zijn kenmerkend voor de te bouwen woningen en op basis daarvan is het plan als geheel beoordeeld. In onderstaande figuur is aangegeven voor welke delen in het plan concreet een model is opgesteld.



Figuur 2.2: Overzicht van plan met rood-omkaderd de gemodelleerde gebouwen

Ter plaatse van de rode hartlijn in bovenstaande figuur zijn in het rekenmodel symmetrische randvoorwaarden opgenomen; het model gedraagt zich alsof gespiegeld ten opzichte van de hartlijn eenzelfde gebouwdeel bevindt.

De rekenmodellen van de woningen komen overeen met de tekeningen zoals die zijn opgenomen in het constructeursrapport (zie bijlage II). Het model van de bodem is een geschematiseerd model dat zich gedraagt zoals van de werkelijke bodem te verwachten is. De eigenschappen van het bodemmodel zijn gebaseerd op sonderingsgegevens zoals gerapporteerd in door Inpijn Blokpoel ingenieurs in rapport “02P016410-adv-01-funderingsadvies d.d. 04-03-2021.pdf” (zie bijlage III). De trillingsbelasting is gebaseerd op het eerder uitgevoerde meetonderzoek (zie bijlage I).

De diverse bouwblokken zijn in hun oorspronkelijke ontwerp doorgerekend waarna bleek dat maatregelen nodig zijn om te kunnen voldoen aan de streefwaarden. Het effect van diverse maatregelen is onderzocht waarna een optimaal ontwerp van de blokken is bereikt, waarbij de trillingen maximaal zijn gereduceerd. De maatregelen die daarbij zijn getroffen zijn samengevat in bijlage IV. In navolgende paragrafen wordt het resultaat van de geoptimaliseerde blokken gepresenteerd.

3 Resultaat EEM berekening en beoordeling

3.1 Resultaat EEM berekeningen en toetsing

Bijlage V geeft een impressie van de uitgevoerde berekeningen en een presentatie van de resultaten. Voorliggend rapport geeft een samenvatting van de resultaten.

Onderstaande tabel 3.1 geeft een overzicht van de maximaal te verwachten trillingen en de beoordeling conform het voorgestelde toetsingskader. De kleuren in de tabel geven de toetsing aan de regels zoals voorgesteld in het bestemmingsplan:

Groen:	voldoet aan streefwaarden nieuwe situaties
Geel:	voldoet niet aan streefwaarden nieuwe situaties maar wel aan streefwaarden bestaande situaties
Oranje:	voldoet niet aan streefwaarden bestaande situaties

Nb: de streefwaarden voor bestaande situaties laten 2x hogere trillingssterktes toe dan die voor nieuwe situaties.

Tabel 3.1: Overzicht en toetsing van geprognosticeerde maximale trillingssterkte $V_{\max}$

Locatie	Afstand tot spoor [m]	$V_{\max}$ woning geheel dag/ avond		$V_{\max}$ slaapkamer nacht	
		Verticaal	Horizontaal	Verticaal	Horizontaal
SBR-B A2 streefwaarde nieuw / bestaand		0,4 / 0,8	0,4 / 0,8	0,2 / 0,4	0,2 / 0,4
Deel 1 – 2 ^e lijns bebouwing	50	0,25 (25 Hz)	0,18 (8 Hz)	0,25 (25 Hz)	0,18 (8 Hz)
Deel 1 – 3 ^e lijns bebouwing	78	0,13 (5 Hz)	0,09 (8 Hz)	0,13 (5 Hz)	0,09 (8 Hz)
Deel 2 – 1 ^e woning	34,5	0,20 (5, 10 Hz)	0,16 (8 Hz)	0,20 (5, 10 Hz)	0,16 (8 Hz)
Deel 2 – overige woningen	40	0,19 (25 Hz)	0,16 (8 Hz)	0,19 (25 Hz)	0,16 (8 Hz)
Deel 3	14	0,40 (40Hz)	0,26 (8 Hz)	0,38 (40 Hz)	0,24 (8 Hz)

De toetsing aan de SBR-B A₁ streefwaarde is niet weergegeven. De A₁ streefwaarde bedraagt voor zowel dag-, avond- als nachtperiode 0,1 voor nieuwe situaties en 0,2 voor bestaande situaties. In bovenstaande tabel is te zien dat alleen voor de 3^e lijns woningen in deel 1 en ‘overige’ woningen van deel 3 de A₁ streefwaarde voor bestaande situaties niet overschreden. De A₁ streefwaarde voor nieuwe situaties wordt voor alle delen overschreden. Dat betekent dat $V_{\max}$ moet voldoen aan de A₂ streefwaarden én dat de gemiddelde trillingssterkte V_{per} moet voldoen aan de A₃ streefwaarde. Onderstaande tabel geeft een samenvatting van de geprognosticeerde V_{per} . Elke dag-, avond- en nachtperiode (van de 7 etmalen waarin de trillingssterkte is gemeten) is afzonderlijke getoetst, in de tabel is alleen de hoogste waarde gedurende een week per beoordelingsperiode dag, avond en nacht weergegeven. De kleuren geven ook hier de toetsing aan volgens dezelfde legenda als tabel 3.1.

Tabel 3.2: Overzicht en toetsing van geprognosticeerde gemiddelde trillingssterkte V_{per}

Locatie	Afstand tot spoor [m]	V_{per} woning geheel dag/ avond		
		Dag	Avond	Nacht
SBR-B A₃ streefwaarde nieuw / bestaand		0,05 / 0,1	0,05 / 0,1	0,05 / 0,1
Deel 1 – 2e lijns bebouwing	50	0,037	0,035	0,035
Deel 1 – 3e lijns bebouwing	78	0,001	0,001	0,001
Deel 2 – 1e woning	34,5	0,028	0,029	0,026
Deel 2 – overige woningen	40	0,028	0,029	0,026
Deel 3	14	0,033	0,038	0,034

In de tabel is te zien dat in alle woningen de V_{per} voldoet aan de A₃ streefwaarde voor nieuwe situaties.

Samenvattend geldt:

Er wordt niet voldaan aan de streefwaarden voor nieuwe situaties maar wel aan de streefwaarden voor bestaande situaties in:

- deel 1, 2^e lijn: de woningen evenwijdig aan het spoor in 2^e lijn;
- deel 2, 1^e woning: de dichtstbij het spoor gelegen woning van het westelijke blok (dwars op het spoor), en
- deel 3: de appartementsblokken evenwijdig aan het spoor in eerste lijn.

Er wordt voldaan aan de streefwaarden voor nieuwe situaties in

- deel 1, 3^e lijn: de woningen evenwijdig aan het spoor in 3^e lijn, en
- deel 2, uitgezonderd 1^e woning: de woningen in het westelijke blok (dwars op het spoor) uitgezonderd de dichtstbij het spoor gelegen woning.

3.2 Toetsing bestemmingsplanregels

Volgens de voorgestelde eisen in het bestemmingsplan (zie hoofdstuk 2.3.2) geldt dat in eerste instantie moet worden voldaan aan de streefwaarden conform SBR-B voor nieuwe situaties. Als deze niet behaald kunnen worden kan hiervoor ontheffing worden verleend mits wordt voldaan aan de streefwaarden voor bestaande situaties, én alle mogelijke en haalbare maatregelen zijn getroffen om de trillingsniveaus zoveel als mogelijk te reduceren.

Uit de toetsing, zoals gepresenteerd in hoofdstuk 3.1, blijkt dat in de eerste en tweedelijns woningen en de eerste woning in het westelijke blok, niet aan de streefwaarden voor nieuwe situaties wordt voldaan maar wel aan de streefwaarden voor bestaande situaties. Dat betekent dat alle haalbare maatregelen dienen te worden getroffen om de trillingen verder te reduceren en er dus naast de reeds getroffen maatregelen, geen haalbare en effectieve maatregelen meer beschikbaar zijn.

De mogelijkheid tot het treffen van maatregelen wordt hieronder per woonblok nader besproken, in volgorde van maximaal optredende trillingssterkte.

Eerstelijns appartementsblokken:

Het realiseren van een verdere reductie van de $V_{\max} = 0,38$ die na maatregelen ontstaat, zal een zeer nauwkeurige optimalisatie vragen en zeer uitgebreide berekeningen. Bij de complexe trilvorm die bepalend is voor de trillingssterkte, kan lokaal een reductie worden gerealiseerd met een relatief groot risico dat op een andere locatie of bij een andere frequentie een nieuw probleem ontstaat. Alleen met zeer ingrijpende maatregelen is met meer zekerheid een overall reductie te realiseren. Dergelijke maatregelen zouden bestaan uit een verzwaring van het fundament (met een factor 2 tot 3) of toepassing van zeer slappe, laagfrequente trillingsisolatie onder de woning als geheel. De tweede hoogste $V_{\max} = 0,33$ die na maatregelen ontstaat, is vanwege de lage frequentie van 5,5 Hz alleen met dezelfde zeer ingrijpende maatregelen verder te reduceren. De genoemde maatregelen zijn dermate complex dat ze voor dit project niet haalbaar zijn.

Tweedelijns woningblokken:

Ook het realiseren van een verdere reductie van de $V_{\max} = 0,25$ die in deze blokken optreedt zal om complexe verdere maatregelen vragen (vergelijkbaar aan de maatregelen genoemd bij de eerstelijns appartementsblokken). Specifiek voor deze woningen geldt dat mogelijk een reductie kan worden gerealiseerd door het plaatsen van extra kolommen ter plaatse van de hoogste trillingsniveaus. Dit heeft echter dusdanige consequenties voor de indeling van de woning dat het voordeel niet opweegt tegen de nadelen, zeker gezien de beperkte overschrijding. Motivatie voor de conclusie dat sprake is van een 'beperkte' overschrijding is onder meer gestoeld op divers onderzoek waaruit blijkt dat verschillen kleiner dan 30% voor mensen niet te onderscheiden zijn. Een trein die een sterkte van 0,25 veroorzaakt is dan ook niet te onderscheiden van een trein die met een trillingssterkte van 0,19 net wel voldoet. Onder meer in de Beleidsregel trillingshinder spoor (de wettelijke regeling voor spoorse wijzigingen in een Tracébesluit) is hiervan gebruik gemaakt bij het stellen van eisen ten aanzien van het nemen van maatregelen. Geconcludeerd wordt dat verdere maatregelen in deze woonblokken niet haalbaar zijn.

Dichtstbij het spoor gelegen woning van het westelijke woonblok:

Verdere maatregelen zijn vergelijkbaar complex als voor de tweedelijns woningen. In dit geval is de overschrijding met $V_{\max}=0,20$ echter dermate gering (kleiner dan 5%) en is het oppervlak waarop de overschrijding optreedt dermate klein (kleiner dan 1 m² op de verdieping) dat uitgebreid verder onderzoek zelf al niet meer doelmatig is.

Voor alle gebouwen geldt dat nog verdere reductie kan worden gerealiseerd met maatregelen aan de bron (het spoor) en maatregelen aan de overdracht in de bodem tussen spoor en woningen. De volgende maatregelen komen daarvoor in aanmerking:

Maatregelen aan de bron:

- Het toepassen van een floating slab of een laddertrack waarbij een het spoor op een (trillingsgeïsoleerde) betonplaat wordt gelegd. Daarmee kan een beperkte reductie worden gerealiseerd maar niet bij lage aanstootfrequenties omdat trillingen met een frequentie van 5 Hz. De maatregel is zeer duur ten opzichte van de te behalen trillingsreductie bij de op deze locatie optredende lage dominante trillingsfrequenties.
- Het verlagen van de rijksnelheid leidt in het algemeen tot een verlaging van trillingsniveaus in de omgeving. Dit is echter niet overal en bij alle treinen het geval, in sommige situaties kan een verlaging van de rijksnelheid leiden tot een toename van trillingsniveaus. Om een substantiële trillingsreductie te realiseren is daarom uitgebreid onderzoek nodig en is in het algemeen een relatief grote verlaging van de rijksnelheid nodig. Voor de gebruiker van het spoor heeft dit grote consequenties en is daarom in het algemeen niet haalbaar.

Maatregelen in de overdracht:

- Het toepassen van een Trillings-Reducerende Ondergrondse Constructie (TROC) in de bodem. De overdracht van trillingen van spoor naar woningen wordt daarbij gereduceerd wat leidt tot een afname van trillingen in de woningen. Voor een effectief scherm is het nodig dat deze voldoende diep en lang is. Typisch 10 – 20 meter diep en 40-100 meter langer dan de lijn met woningen die beschermd moet worden. Volgens de Maatregelcatalogus spoortrillingen³ van ProRail zijn de kosten van een dergelijk scherm (in 2016) tussen € 500 en € 1.000 per vierkante meter. Met een minimaal benodigd oppervlak van 10x140 meter bedragen de totale kosten dan circa € 700.000 tot € 1.400.000. Dergelijke kosten staan niet in verhouding tot de te realiseren trillingsreductie en zijn niet haalbaar binnen voorliggend project.
- Het toepassen van een (diepe) sloot tussen spoor en woningen. De te verwachten trillingsreductie is nihil, met name vanwege de relatief lage dominante trillingsfrequenties. De trillingen worden door de bodem onder de sloot vrijwel net zo effectief doorgegeven als wanneer geen sloot aanwezig is.
- Het vergroten van de afstand tussen woningen en spoor. Uit het onderzoek blijkt dat tot en met de tweedelijns bebouwing sprake is van overschrijding van de SBR-B streefwaarden voor nieuwe situaties. Met het vergroten van de afstand zou het te gebruiken oppervlak zo goed als halveren. Voor dit project is een dergelijke maatregel niet haalbaar.

³ "Maatregelcatalogus spoortrillingen"; ProRail; Januari 2016

3.3 Optionele uitbreiding van de woningen

De regels in het bestemmingsplan betekenen dat onbenoemde ruimten niet zonder verder onderzoek in gebruik mogen worden genomen. Het gaat dan met name de zolderverdieping waar relatief hoge trillingsniveaus zouden kunnen optreden. Om die in gebruik te mogen nemen is eerst een trillingsonderzoek nodig om aan te tonen dat aan de voorgestelde regels wordt voldaan.

De regel geldt ook een optionele uitbouw op de begane grond van de grondgebonden woningen. Op basis van het uitgevoerde onderzoek wordt verwacht dat bij een dergelijke uitbouw sprake kan zijn van een (beperkte) toename van trillingen. Omdat in de 2^e lijns woningen, en in de rijwoningen dwars op het spoor aan westzijde, de streefwaarden uit de eerste voorgestelde regel van het bestemmingsplan al worden genaderd of overschreden (zie tabel 3.1), is aanvullend onderzoek nodig om de te verwachten toename in te schatten en om eventuele maatregelen te onderzoeken.

Voor de 3^e lijns woningen (het verst van het spoor) kan op basis van het uitgevoerde onderzoek worden geconcludeerd dat bij het huidige ontwerp een relatief grote marge aanwezig is tussen verwachte trillingsniveaus en de streefwaarden uit de eerste voorgestelde regel in het bestemmingsplan. Ondanks een mogelijke (beperkte) toename van trillingen door het aanbrengen van de uitbouw, zal door deze marge naar verwachting géén overschrijding van de streefwaarden optreden. Voor de 3^e lijns woningen, het verst van het spoor, kan dan ook zonder verder onderzoek naar trillingen een aanbouw worden gerealiseerd. Als deze later (door toekomstige bewoners) wordt gerealiseerd in deze woningen, kan worden volstaan met een verwijzing naar voorliggend rapport ter onderbouwing en beoordeling van de te verwachten trillingen.

4 Conclusies

Voor alle woonblokken zijn maatregelen onderzocht waarmee de trillingen worden gereduceerd met maximaal 43%. Met deze reductie wordt conform de voorgestelde regels in het bestemmingsplan in de dagen avondperiode voldaan aan de SBR-B streefwaardes voor de nieuwe situaties. In de nachtperiode wordt de streefwaarde voor nieuwe situaties overschreden maar wordt wel voldaan aan de SBR-B streefwaarden voor bestaande situaties.

Conform de voorgestelde regels in het bestemmingsplan kan worden afgeweken van de eis te voldoen aan de SBR-B streefwaarden voor nieuwe situaties mits wordt voldaan aan de SBR-B streefwaarden voor bestaande situaties én alle doelmatige en/ of kosteneffectieve maatregelen om de trillingen verder te reduceren zijn getroffen.

In voorliggend rapport is aangegeven dat aan deze eisen wordt voldaan: De SBR-B streefwaarde voor bestaande situaties wordt niet overschreden en verdere trillingsreducerende maatregelen zijn niet effectief of dusdanig ingrijpend dat ze financieel niet haalbaar zijn binnen het project.

Op grond van de tweede regel die ten aanzien van trillingen wordt voorgesteld in het bestemmingsplan (zie paragraaf 2.3.2), wordt voorgesteld af te wijken van de eerste regel in het bestemmingplan. De te verwachten trillingen in de woningen vormen in dat geval geen beletsel voor het verlenen van de omgevingsvergunning voor bouwen.

Cauberg Huygen B.V.



De heer ir. G.H.J. Busscher
Senior adviseur

Bijlage I Rapport 03450-52896-03 van Cauberg Huygen; meetonderzoek

Bezoekadres:
Amerikalaan 14
6199 AE Maastricht - Airport
Postadres:
Hoofdweg 70
3067 GH Rotterdam

T +31 (0)88-5152505
E info@cauberg Huygen.nl
W <http://www.cauberg Huygen.nl>

K.V.K. 58792562
IBAN NL71RABO0112075584

Nieuwbouw Katoenstraat te Deurne; trillingsonderzoek spoortrillingen op maaiveld

Datum **2 december 2020**
Referentie **03450-52896-03**

Referentie 03450-52896-03
 Rapporttitel Nieuwbouw Katoenstraat te Deurne; trillingsonderzoek spoortrillingen op maaiveld
 Datum 2 december 2020

Opdrachtgever Bots Bouwgroep Valkenswaard B.V.
 Dragonder 39
 5555 XZ VALKENSWAARD
 Contactpersoon De heer H. van den Biggelaar

Behandeld door De heer ing. J. Kerkhofs
 De heer C.J. Ostendorf
 Cauberg Huygen B.V.
 Bezoekadres:
 Amerikalaan 14
 6199 AE Maastricht - Airport
 Postadres:
 Hoofdweg 70
 3067 GH Rotterdam
 Telefoon 088-5152505

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
2	Uitgangspunten	5
2.1	Opzet onderzoek	5
2.2	Bestemmingsplan	5
2.3	Toetsingskader	6
2.4	Beschrijving situatie ten tijde van onderzoek	7
2.5	Beschrijving toekomstige situatie	8
3	Trillingsmetingen	9
3.1	Algemeen	9
3.2	Meetposities	9
3.3	Meetparameters	10
3.4	Treinen	10
4	Meetresultaten	11
4.1	Bemande meting	11
4.2	Onbemande metingen	11
5	Prognose	17
5.1	Werkwijze	17
5.2	Invoergegevens	17
5.2.1	$V(f)_{\text{maaiveld}}$	17
5.2.2	$H(f)_{\text{fundering}}$	19
5.2.3	$H(f)_{\text{vloer}}$	19
5.3	Resultaat prognose	20
5.4	Beoordeling V_{max}	21
6	Beschouwing	22
7	Conclusie	23

Bijlagen

Bijlage I	Meetresultaten
------------------	-----------------------

1 Inleiding

In opdracht van Bots Bouwgroep is door Cauberg Huygen B.V. een trillingsonderzoek uitgevoerd in verband met de ontwikkeling van nieuwbouw aan de Katoenstraat te Deurne binnen het bestemmingsplan Bedrijventerreinen Deurne, Zuid en West. De nieuwbouw begint vanaf circa 14 meter van het spoor. Om de nieuwbouw mogelijk te maken, is een wijziging van het bestemmingsplan nodig. Hiervoor dient een ruimtelijke onderbouwing te worden opgesteld. Vanwege de ligging van het plan dicht bij het spoor, maakt een trillingsonderzoek deel uit van de ruimtelijke onderbouwing. Figuur 1.1 geeft een overzicht van de locatie van het bouwplan.



Figuur 1.1: Situering onderzoeksgebied aan de Katoenstraat binnen het rode kader

Het onderzoeksgebied ligt op relatief korte afstand ten zuiden van de lijn Helmond – Deurne. Doel van het onderzoek is om te bepalen of de trillingen als gevolg van het treinverkeer kunnen leiden tot hinder voor personen in de nieuwbouw. Daartoe zijn trillingsmetingen uitgevoerd op maaiveld ter plaatse van de nieuwbouw. Aan de hand van de resultaten van deze trillingsmetingen is een prognose van de trillingssterkte opgesteld. Aanvullend is onderzocht of bij het ontwerp van de woningen rekening moet worden gehouden met trillingsreducerende maatregelen.

Bij de uitvoering van de trillingsmetingen en de beoordeling van de berekende trillingssterkte is gebruik gemaakt van de SBR meet- en beoordelingsrichtlijn deel B "Trillingen; hinder voor personen in gebouwen (SBR-B). SBR-B geeft streefwaarden voor de trillingssterkte in het gebouw ter voorkoming van hinder voor personen. Deze richtlijn is algemeen geaccepteerd ter beoordeling van de trillingen.

Voorliggende rapportage beschrijft de uitgangspunten van het onderzoek, de meetresultaten, de prognose en de beoordeling van de trillingen.

2 Uitgangspunten

2.1 Opzet onderzoek

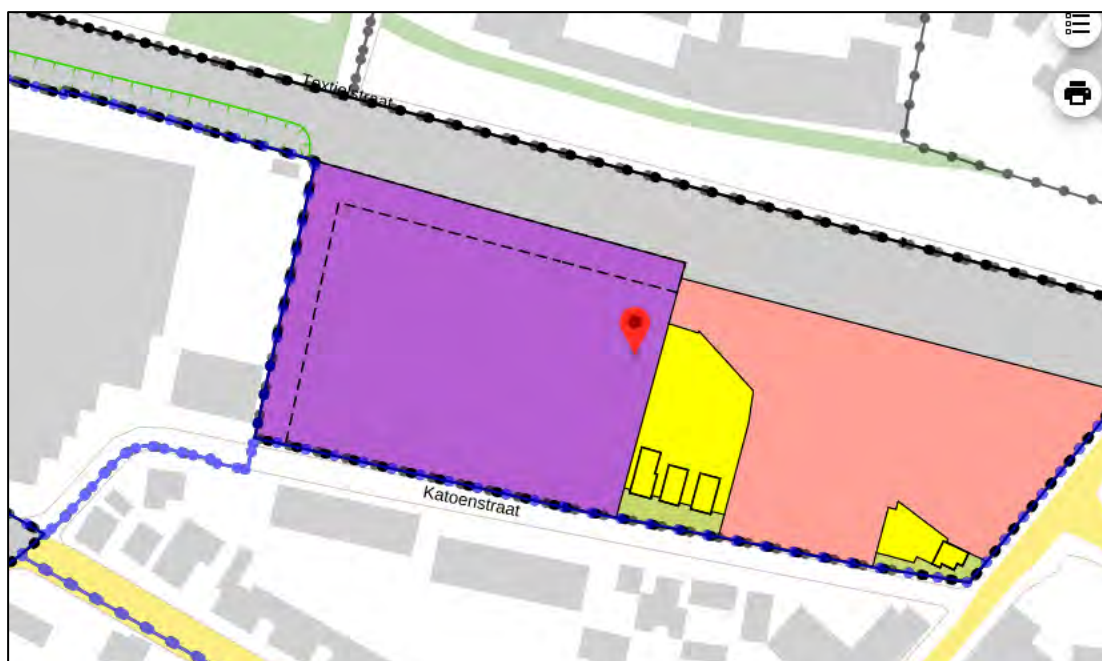
Voor de opzet van het onderzoek is gekozen voor een korte bemande meting ter controle van de goede werking van de meetapparatuur en een onbemande meting gedurende één week. De installatie van de meetpunten is uitgevoerd op 13 november 2020. Tijdens de bemande metingen is gelet op de duur van de treinpassage en de vorm van het bijbehorende tijdsignaal om treinpassages te kunnen herkennen in de onbemande metingen.

De onbemande metingen zijn aansluitend uitgevoerd van 13 t/m 20 november voor een periode van 7 dagen. In de SBR richtlijn wordt een meetperiode aanbevolen van minimaal één week. Hierdoor ontstaat inzicht in de optredende trillingsniveaus over een langere periode.

Op basis van de meetresultaten op maaiveld is de trillingssterkte in de toekomstige woonblokken berekend. De berekende trillingsterkte $V_{\max}$ is getoetst aan de streefwaarden uit SBR B.

2.2 Bestemmingsplan

Het onderzoeksgebied valt binnen het bestemmingsplan Bedrijventerreinen Deurne, Zuid en West dat is vastgesteld op 11 oktober 2016. Op de locatie rust de enkelbestemming "Bedrijf". Figuur 2.1 toont de bestemmingskaart voor de planlocatie op basis van het vigerende bestemmingsplan.

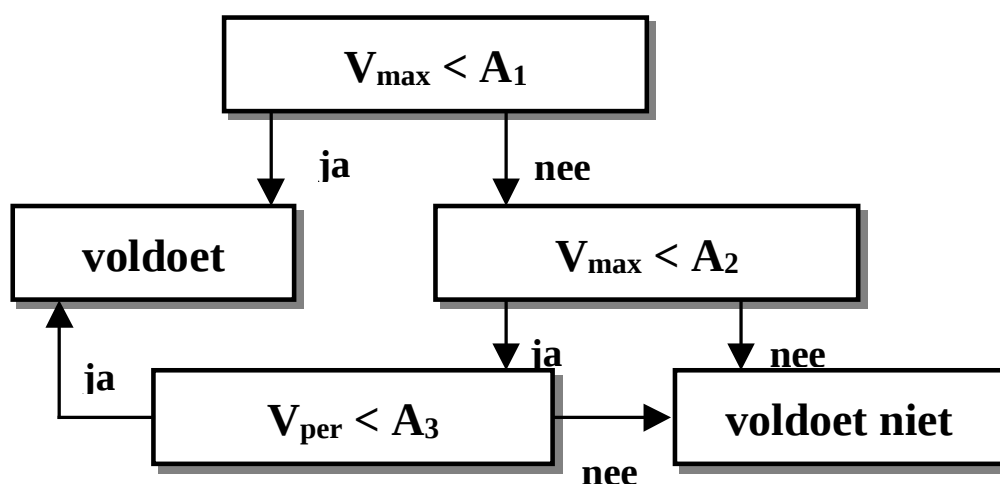


Figuur 2.1: Vigerende bestemming planlocaties

In de planregels zijn geen voorwaarden opgenomen met betrekking tot trillingen. Dit betekent dat bij de beoordeling van de onderzoeksresultaten geen rekening hoeft te worden gehouden met regels vanuit het bestemmingsplan.

2.3 Toetsingskader

Voor de beoordeling van de trillingssterkte in de woning wordt gebruik gemaakt van SBR richtlijn B uit 2006. De beoordeling vindt plaats op basis van twee parameters namelijk $V_{\max}$ en V_{per} . De parameter $V_{\max}$ staat voor de maximale gewogen trillingssnelheid binnen een beoordelingsperiode (dag, avond en nacht). Parameter V_{per} staat voor de gemiddelde trillingssnelheid over een beoordelingsperiode. $V_{\max}$ (en eventueel V_{per}) worden op basis van metingen vastgesteld en vervolgens getoetst. De toetsing vindt plaats op basis van navolgend schema.



Uit het schema volgt dat $V_{\max}$ eerst getoetst wordt aan A_1 en A_2 alvorens V_{per} wordt bepaald en getoetst aan A_3 . A_1 is de onderste streefwaarden. Als $V_{\max}$ kleiner is dan A_1 dan is verdere beoordeling niet nodig en wordt voldaan aan SBR richtlijn deel B. Een verdere toetsing is dan niet nodig. A_2 is de bovenste streefwaarde. Als $V_{\max}$ niet voldoet aan A_2 dan wordt niet aan SBR richtlijn deel B voldaan. A_3 is de streefwaarde voor V_{per} en gaat over de gemiddelde trillingssterkte over een beoordelingsperiode. Als $V_{\max}$ groter is dan A_1 maar kleiner dan A_2 en V_{per} voldoet aan A_3 dan voldoet de trillingssterkte ook aan SBR richtlijn deel B. Als V_{per} groter is dan A_3 , dan wordt niet voldaan aan de SBR richtlijn deel B.

De toetsingswaarden voor A_1 , A_2 en A_3 zijn afhankelijk van de functie van een bouwwerk, het type trilling, de situatie en het tijdstip waarop de trillingen voorkomen. De functie van het bouwproject is wonen. De trillingen zijn afkomstig van railverkeer en worden daarom geclassificeerd als herhaald voorkomend. De trillingen komen zowel in de dag- (07.00-19.00 uur), avond- (19.00-23.00 uur) als in de nachtperiode (23.00-07.00 uur) voor.

De voorliggende situatie betreft een nieuwe situatie want er is sprake van nieuw te bouwen woningen. In tabel 2.1 zijn de streefwaarden voor $V_{\max}$ en V_{per} voor een nieuwe situatie conform SBR richtlijn B opgenomen.

Tabel 2.1: Streefwaarden nieuwe situatie hinder $V_{\max}$ en V_{per}

Gebouwfunctie	Dag-/avondperiode			Nachtperiode		
	A_1	A_2	A_3	A_1	A_2	A_3
Woning	0,1	0,4	0,05	0,1	0,2	0,05

Uit tabel 2.1 volgt dat de nachtperiode maatgevend is voor de beoordeling van de trillingen. De streefwaarde A_2 (de bovenste streefwaarde) is in de nacht het laagst en bedraagt 0,2.

2.4 Beschrijving situatie ten tijde van onderzoek

De locatie is ten tijde van het onderzoek niet in gebruik. Het terrein ligt braak en is begroeid met onkruid. De bodem bestaat uit zand en stenen. Het spoor ligt op maaiveld. Op circa 350 meter afstand van de toekomstige bebouwing ligt het station Deurne. Figuur 2.2 geeft een indruk van de bestaande situatie.



Figuur 2.2: Situatie onderzoeksgebied ten tijde onderzoek

2.5 Beschrijving toekomstige situatie

De toekomstige situatie met de nieuwbouw is weergegeven in figuur 2.3.



Figuur 2.3: Impressie van de nieuwbouw

De nieuwbouw bestaat uit verschillende bouwblokken met grondgebonden woningen op verschillende afstanden ten opzichte van het spoor. De eerstelijns bebouwing ligt op circa 14 meter van het spoor. De exacte opbouw van de fundering en vloeren alsmede de indeling van de woningen, is nog niet bekend.

3 Trillingsmetingen

3.1 Algemeen

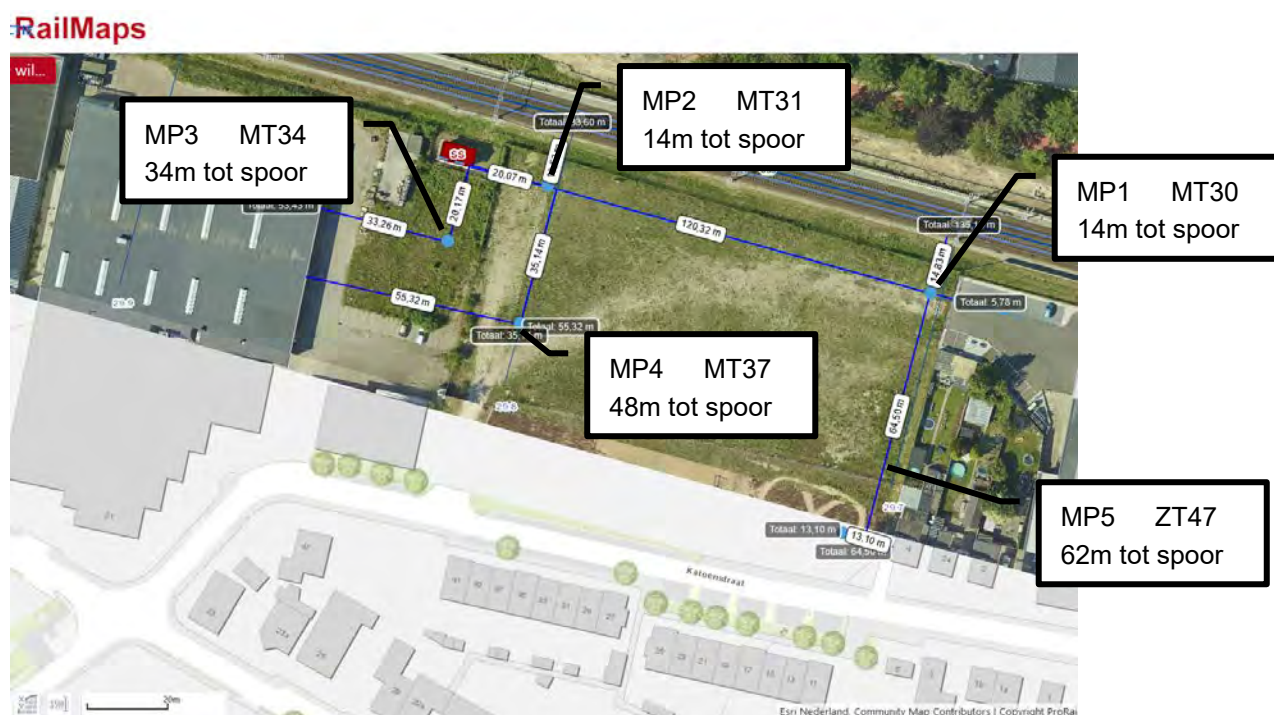
De trillingsmetingen zijn uitgevoerd van 13 t/m 20 november 2020. Bij de metingen is gebruik gemaakt van de volgende meetapparatuur:

- 5x Syscom Red Box trillingsmonitor MR3000TR.
- 5x triaxial Syscom trillingsopnemer MS2003+ (trillingssnelheid).

Alle trillingsmeters worden onderhouden op basis van het kwaliteitssysteem van Cauberg Huygen B.V. en zijn op basis van vier internet timeservers gesynchroniseerd in tijd.

3.2 Meetposities

De meetpunten zijn gekozen op maaiveld, zoveel mogelijk op de hoekpunten van de toekomstige bebouwing. Figuur 3.1 toont de meetposities.



Figuur 3.1: Overzicht meetposities

Op ieder meetpunt is de trillingssnelheid gemeten in drie richtingen:

- Horizontaal dwars op het spoor (de X-richting).
- Horizontaal evenwijdig aan het spoor (de Y-richting).
- Verticaal (de Z-richting).

De trillingssensoren zijn op maaiveld op de vaste bodem geplaatst. Hiervoor is een kuil gegraven. In de kuil, op de zandbodem is een laag zand aangebracht zodat de bodemplaat onder de trillingssensor goed contact maakt met de bodem. Op deze bodemplaat is de trillingssensor waterpas geplaatst en vastgemaakt met borgbouten. Naast de sensor zijn ook de accu en de trillingsmonitor geplaatst. Deze zijn afgedekt in een vuilniszak tegen regen/vocht. Figuur 3.2 geeft de meetopstelling op maaiveld weer.



Figuur 3.2: Meetopstelling op maaiveld

3.3 Meetparameters

Elke 30 seconde is de trillingssterkte $v_{eff,max,30,i}$ bepaald. Dit is de hoogste effectieve trillingssterkte gemeten in de meterstand fast, waarbij de frequentieweging volgens de SBR richtlijn B is toegepast. Tevens is voor alle treinpassages waarvan het trillingsniveau een vooraf ingestelde trillingssnelheid overschreed, een registratie van de trillingssnelheid in de tijd uitgevoerd (tijdsignaal). Dit tijdsignaal is gebruikt voor de analyses en de prognose.

3.4 Treinen

Op het tracé rijden de volgende type treinen:

- Sprinters, type Flirt;
- intercity's type VIRM;
- verschillende type goederentreinen.

Op basis van de bemande metingen is vastgesteld dat de reizigerstreinen stoppen bij station Deurne (ten oosten van het bouwplan). De rijnsnelheid van de reizigerstreinen is over het algemeen daarom relatief laag. De goederentreinen rijden wel door en passeren op een normale snelheid.

4 Meetresultaten

4.1 Bemande meting

Op 13 november 2020 zijn de trillingsmeters geïnstalleerd. Na de installatie is een bemande meting uitgevoerd. Hierbij is gelet op de werking van de sensoren en de vorm van de tijdsignalen van de trillingen van de treinpassages. Tijdens de bemande meting zijn stoptreinen, intercity's en goederentreinen gepasseerd. De duur van een passage hangt af van het type trein. De passageduur van passagierstreinen is ongeveer 25 seconden of minder. De passageduur van goederentreinen is vaak meer dan 30 seconden. In tabel 4.1 staan de meetresultaten van de bemande meting. Per meetpunt is de trillingssterkte $v_{\max}$ weergegeven met de dominante trillingsrichting voor de betreffende passage.

Tabel 4.1: Meetresultaten bemande meting

Tijd	type	Richting	duur [s]	MP1	MT30	MP2	MT31	MP3	MT34	MP4	MT37	MP5	ZT47
14:33	GT	Deurne	38	0,41	Z	0,29	Y	0,12	X	0,10	Y	0,09	X
14:36	IC	Deurne	21	0,15	Y	0,14	Z	0,06	X	0,06	Z		
14:39	SPR	Helmond	17	0,07	X	0,05	Z	0,05	X				
14:59	SPR	Deurne	23	0,11	Z	0,06	Z						
15:01	IC	Helmond	38	0,06	X								
15:05	GT	Deurne	74	0,15	Z	0,07	Z	0,05	Z	0,04	Z	0,04	Z
15:09	IC	Deurne	22	0,05	Z								
15:13	SPR	Helmond	26	0,07	Z								
15:17	GT	Helmond	55	0,13	Z	0,05	Y			0,04	Y		
15:32	SPR	Deurne	11	0,04	Z								
15:33	IC	Helmond	23	0,06	X			0,05	X				
15:39	IC	Deurne	28	0,12	Y	0,07	Z			0,05	X	0,03	Z
15:44	SPR	Helmond	25	0,05	X								

Uit tabel 4.1 volgt dat niet iedere treinpassage op alle meetpunten voor een tijdsignaal heeft gezorgd. In dat geval bleef de trillingssnelheid veroorzaakt door de passage onder de ingestelde drempelwaarde voor de registratie van de tijdsignalen. Omdat voor de beoordeling de maximale trillingssterkte van belang is, is het geen probleem als treinpassages met lage trillingssterkte niet door middel van een tijdsignaal zijn vastgelegd.

4.2 Onbemande metingen

De meetresultaten van de bemande en onbemande metingen zijn in detail opgenomen in bijlage I. Hieruit is per meetpunt een top 10 van de treinpassages geselecteerd met de hoogste trillingssterkte met bijbehorende dominante trillingsrichting. Tabel 4.1 toont het resultaat. Niet elke treinpassage heeft voor alle meetpunten geleid tot een $v_{\max}$ die valt in de top 10. Daarom zijn niet alle velden in de tabel gevuld.

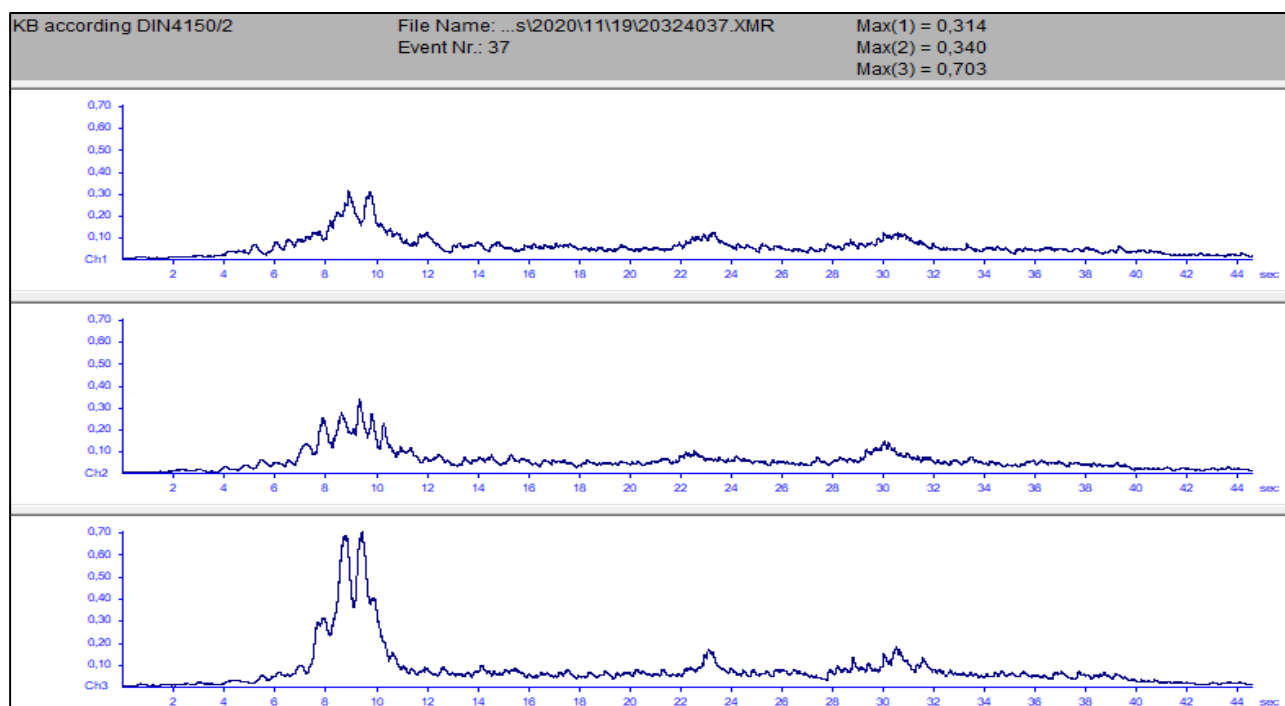
Tabel 4.2: Meetresultaten top 10 $v_{\max}$ per meetpunt

Datum Tijd [DD-MM-JJJJ UU:MM:SS]	Duur [s]	Type trein	Vmax [-]				
			MP1 MT30	MP2 MT31	MP3 MT34	MP4 MT37	MP5 ZT47
13-11-2020 13:33	42,7	Goederen	0,57 Y				
13-11-2020 23:33	29,3	Reizigers			0,19 Z	0,20 Z	0,17 Z
13-11-2020 23:39	41,4	Goederen	0,68 Z				
13-11-2020 23:45	40,5	Goederen		0,47 Y			
14-11-2020 00:28	28,1	Reizigers					0,20 Z
14-11-2020 16:55	19,4	Reizigers					0,20 Z
16-11-2020 12:02	39,3	Goederen		0,45 Y			
16-11-2020 18:17	37,4	Goederen	0,58 Z				
16-11-2020 20:01	40,7	Goederen	0,58 X				
16-11-2020 20:59	36,4	Goederen		0,47 Y			
16-11-2020 21:05	31,4	Reizigers				0,20 Z	
17-11-2020 03:58	33,4	Goederen			0,17 Y		
17-11-2020 05:17	39,8	Goederen			0,15 Z		
17-11-2020 07:25	38,8	Goederen	0,63 Y		0,26 X	0,19 X	0,18 Z
17-11-2020 13:00	40,6	Goederen				0,20 Z	
17-11-2020 13:31	33,4	Reizigers		0,45 Y	0,15 Z	0,17 Z	0,19 Z
17-11-2020 23:40	34,1	Goederen			0,19 X		
18-11-2020 03:36	35	Goederen					0,23 Z
18-11-2020 13:24	41,8	Goederen				0,18 Z	
18-11-2020 13:31	39,4	Goederen	0,60 Z				
18-11-2020 15:00	37	Goederen		0,45 Y			
18-11-2020 20:44	29,1	Reizigers				0,18 Z	
19-11-2020 01:37	35,9	Goederen	0,60 Z				
19-11-2020 04:31	39,7	Goederen	0,58 Z				
19-11-2020 06:42	41,2	Goederen			0,17 X		
19-11-2020 07:21	40,9	Goederen	0,70 Z	0,53 Z	0,2 X	0,19 Z	0,21 Z
19-11-2020 08:15	34,3	Goederen					0,18 Z
19-11-2020 13:44	31,1	Reizigers			0,19 Z	0,2 Z	0,18 Z
19-11-2020 14:18	41,5	Goederen	0,59 Z				
19-11-2020 15:29	39,1	Goederen		0,46 Y			
19-11-2020 22:29	42,6	Goederen		0,45 Y			
19-11-2020 23:45	43	Goederen		0,44 Y			
20-11-2020 02:43	30	Reizigers			0,18 Z		0,20 Z
20-11-2020 08:45	38,4	Goederen		0,44 Y			
20-11-2020 11:17	32,7	Goederen				0,18 X	

Tabel 4.1 laat zien dat $V_{\max}$ per meetpunt verschilt. Op grotere afstand van het spoor is $v_{\max}$ lager is dan op de meetpunten dicht bij het spoor. Dit is normaal. De hoogste trillingssterkte ter plaatse van de eerstelijns bebouwing (op 14 meter afstand) varieert tussen de 0,70 (MP1) en 0,53 (MP2). Op het meetpunt op de grootste afstand van het spoor (MP5 op 62 meter) bedraagt de maximale trillingssterkte 0,23.

Naast de verschillen in trillingssterkte is ook te zien dat de maatgevende passages voor alle meetpunten verspreid liggen over de gehele week. De treinpassages die maatgevend zijn op het ene meetpunt, hoeven niet maatgevend te zijn op andere meetpunten. De top 10 bestaat voor alle meetpunten uit voornamelijk goederentreinen.

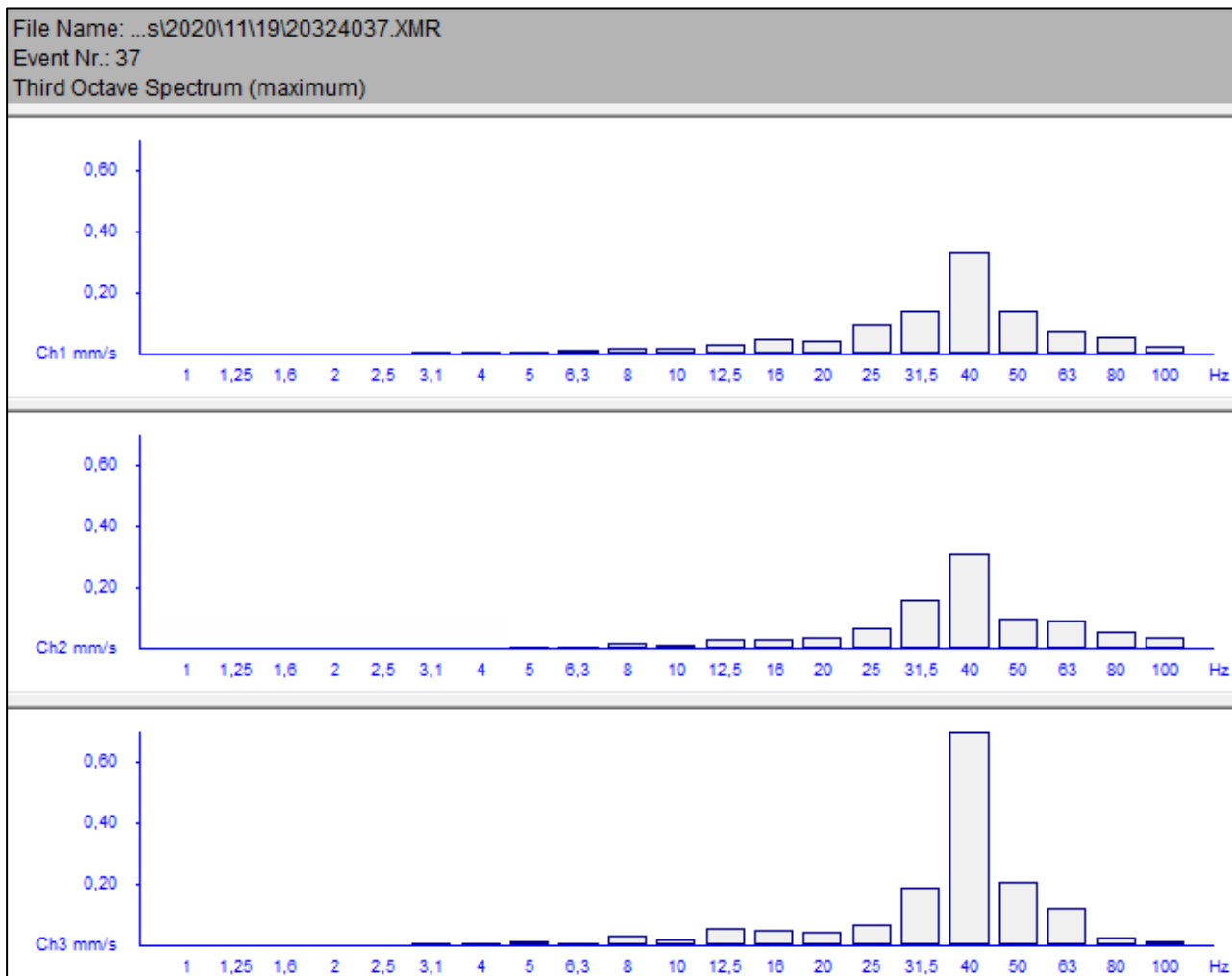
Figuur 4.1 toont als voorbeeld het verloop van de voortschrijdende effectieve trillingssterkte van de maatgevende passage.



Figuur 4.1: Verloop voortschrijdende effectieve trillingssterkte treinpassage met hoogste $V_{\max}$ (MP1)

Uit figuur 4.1 volgt dat de verticale trillingsrichting maatgevend is voor deze passage. Dit was ook de dominante trillingsrichting bij de meeste andere meetpunten. Bij meetpunt 2 was ook de horizontale trillingsrichting parallel aan het spoor dominant, bij meetpunt 3 was met name de horizontale trillingsrichting loodrecht op het spoor dominant en bij meetpunt 4 zijn de horizontale trillingsrichting loodrecht op het spoor en de verticale trillingsrichting dominant.

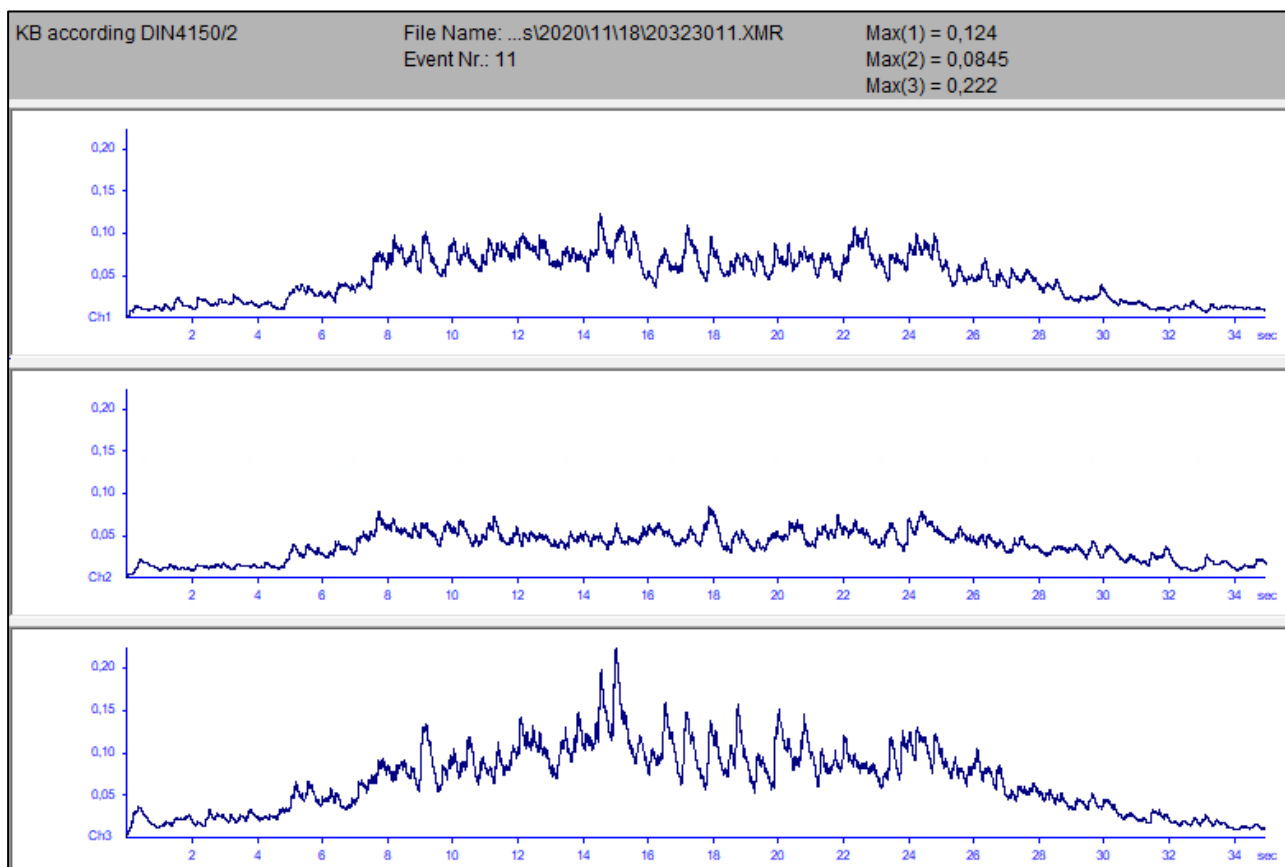
Het bij figuur 4.1 horende maxhold spectrum in tertsbanden is weergegeven in figuur 4.2.



Figuur 4.2: Maxhold spectrum passage trein figuur 4.1

Uit figuur 4.2 volgt dat voor het meetpunt vooral de hoge frequenties in het spectrum bepalend zijn voor de trillingssterkte. Het gaat hierbij met name om de 40 Hz tertsband. Op het andere meetpunt aan de spoorkant (MP2) hebben de tijdssignalen met het verloop van de trillingssterkte dezelfde vorm.

Op de meetpunten op wat grotere afstand neemt de invloed van de 40 Hz tertsband af. Dit is een gevolg van de bodemdemping die ervoor zorgt dat de hogere frequenties (zoals 40 Hz) meer worden gedempt dan een frequentie van bijvoorbeeld 16 Hz. Door deze frequentieafhankelijke demping, wordt de invloed van de andere tertsbanden beter zichtbaar. In figuur 4.3 is het verloop van de voortschrijdende effectieve trillingssterkte van de maatgevende passage op het meetpunt bij de weg (MP5) weergegeven. Dit is een andere treinpassege dan is weergegeven voor MP1.



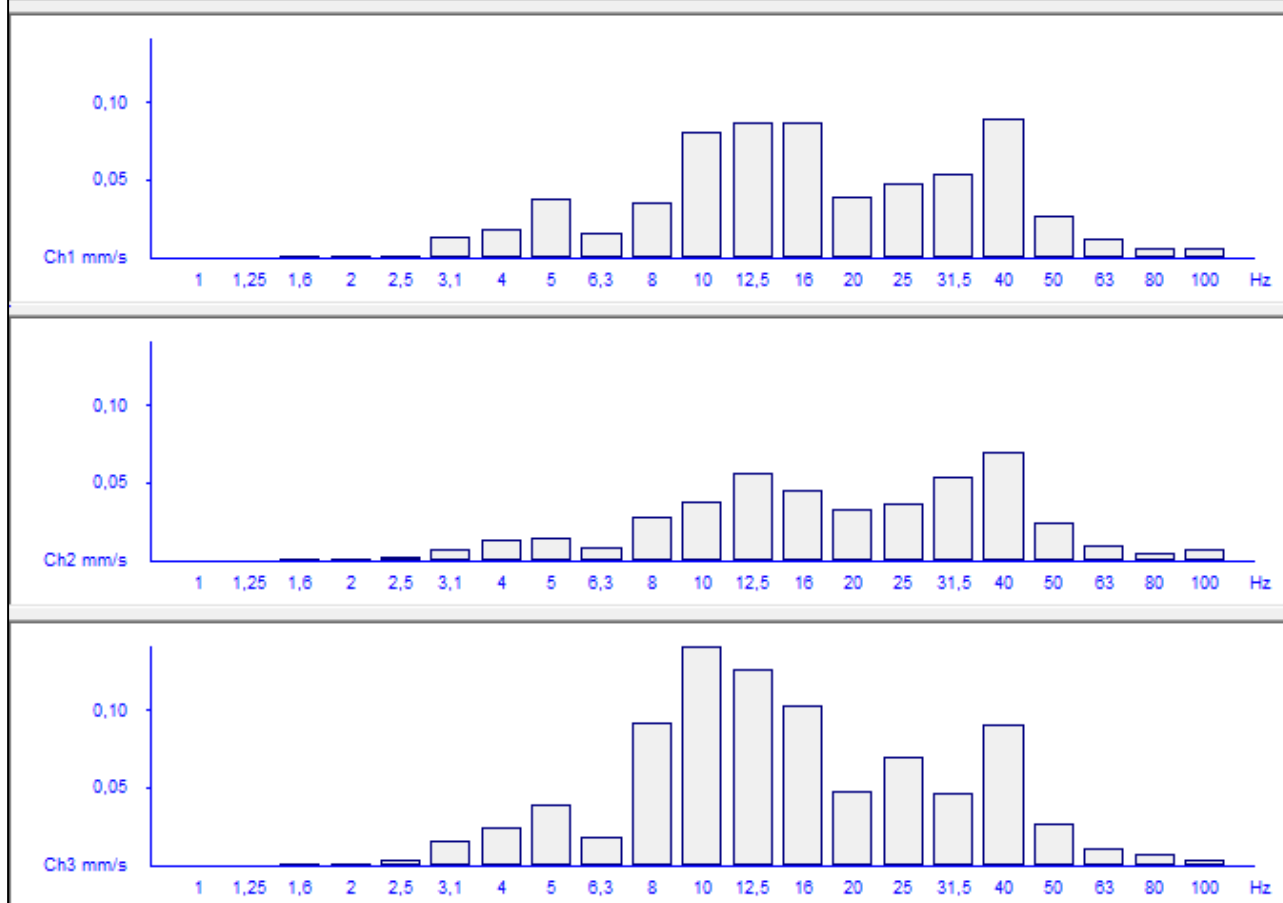
Figuur 4.3: Verloop voortschrijdende effectieve trillingssterkte treinpassage met hoogste $V_{\max}$ (MP5)

Het bij figuur 4.3 horende maxhold spectrum in tertsbanden is weergegeven in figuur 4.4.

File Name: ...s\2020\11\18\20323011.XMR

Event Nr.: 11

Third Octave Spectrum (maximum)



Figuur 4.4: Maxhold spectrum passage trein figuur 4.3

Figuur 4.4 laat zien dat de 40 Hz tertsband nog steeds opvalt in het spectrum, maar dat de 8, 10, 12,5, en 16 Hz tertsbanden bepalend zijn voor de totale trillingssterkte. Bij andere passages op de meetpunten 3, 4 en 5 is de vorm van het spectrum gelijksoortig.

De meetresultaten uit tabel 4.2 zijn gebruikt voor de prognose die is omschreven in hoofdstuk 5.

5 Prognose

5.1 Werkwijze

Voor de berekening van de trillingsniveaus ($V_{\max}$) in de nieuwe gebouwen is gebruik gemaakt van het volgende empirische rekenmodel:

$$V_{\max} = V(f)_{\text{maaiveld}} * H(f)_{\text{fundering}} * H(f)_{\text{vloer}} * H(v)_{\text{SBRB}}$$

Hierin is:

$V_{\max}$	de volgens SBR B gewogen maximale trillingssterkte
$V(f)_{\text{maaiveld}}$	de gemeten trillingssnelheid op maaiveld
$H(f)_{\text{fundering}}$	overdrachtsfactor voor de fundering
$H(f)_{\text{vloer}}$	overdrachtsfactor voor de vloer
$H(v)_{\text{SBRB}}$	weging van de trillingssnelheid volgens SBR B

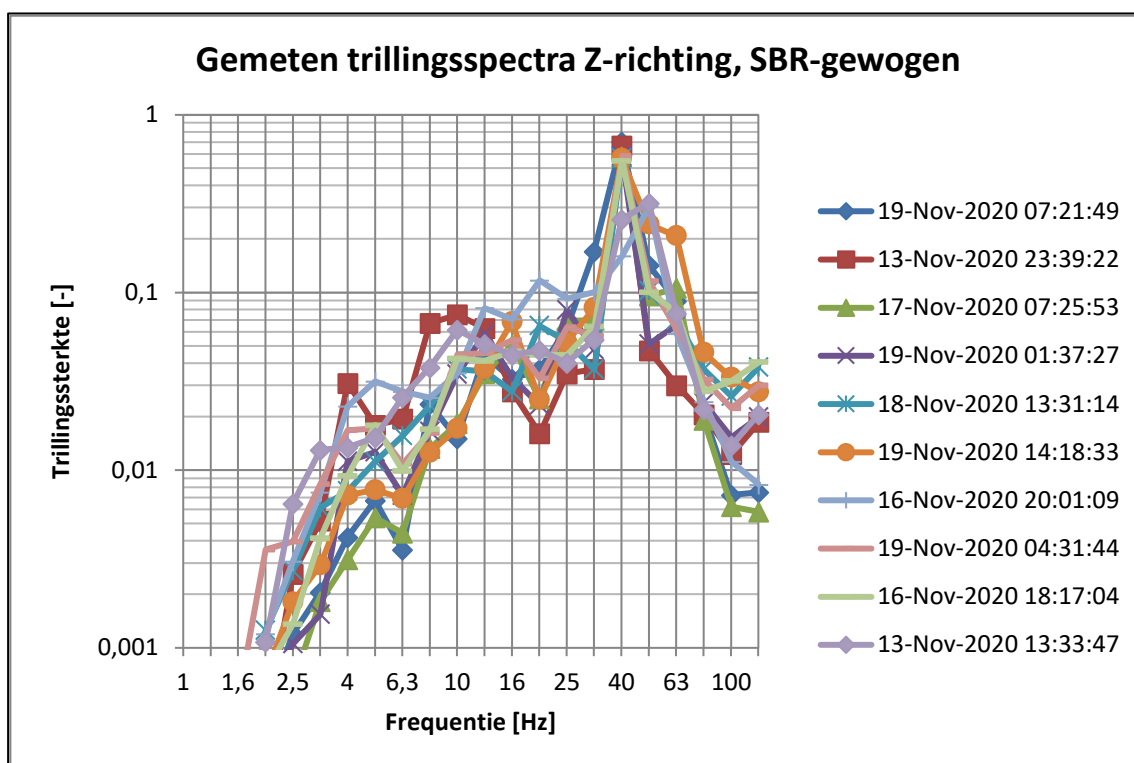
Alle berekeningen zijn spectraal uitgevoerd in het frequentiebereik tussen 1 en 80 Hz in tertsbanden. Voor $V(f)_{\text{maaiveld}}$ is uitgegaan van peakhold spectrum. De weging volgens $H(v)_{\text{SBRB}}$ is vervolgens toegepast. De prognose is opgesteld per meetpunt en daarmee per bouwblok. Een berekend verschil in $V_{\max}$ van 0,05 is niet significant. Daarvoor is de onzekerheid binnen de prognose te groot.

Met de formule van Barkan kan het effect van de bodemdemping in kaart worden gebracht. Hierdoor is het mogelijk om de trillingssterkte te bepalen op een andere afstand van het spoor. In het onderzoek is deze formule gebruikt om de waarde voor de bodemdemping alfa te berekenen op basis van de gemeten trillingssterkte $V_{\max}$ op de afstanden voor de meetpunten 1 en 5. Deze bodemdemping is vervolgens gebruikt om de trillingssterkte te bepalen voor het achterste bouwblok waar ter plaatse geen metingen konden worden uitgevoerd. De gemeten bodemdemping (α) is 0,01.

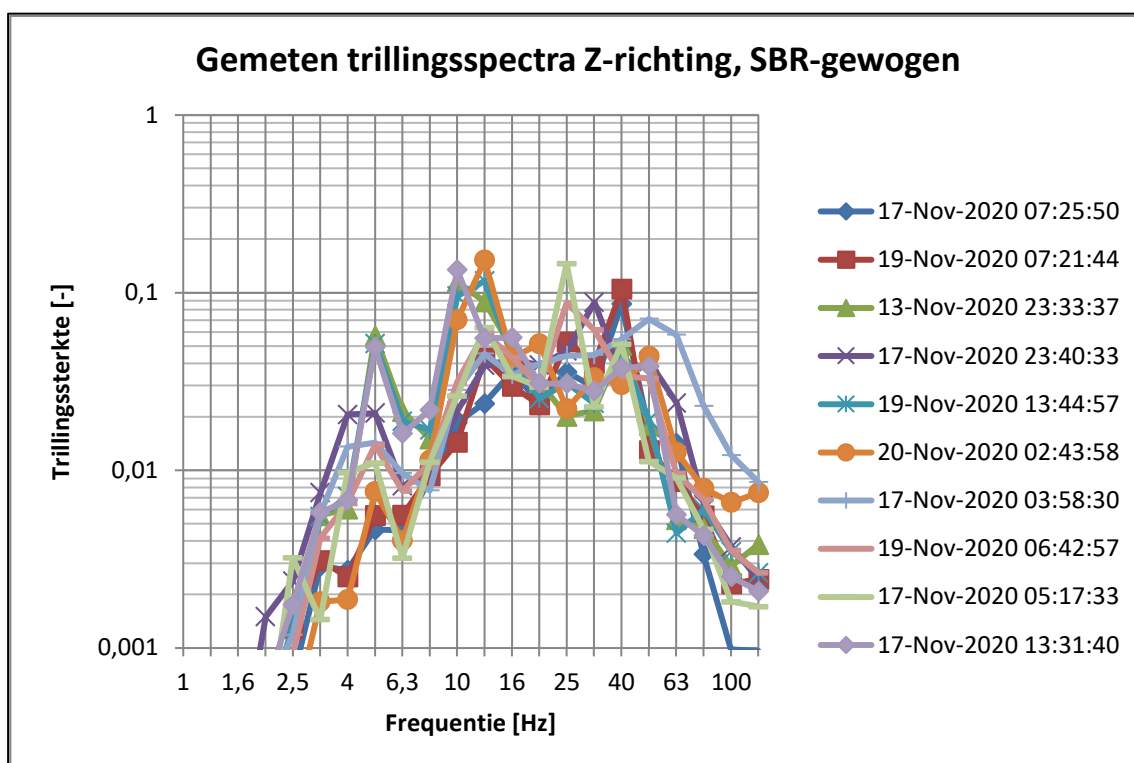
5.2 Invoergegevens

5.2.1 $V(f)_{\text{maaiveld}}$

Per meetpunt is de top 10 treinpassages spectraal vergeleken. Vanuit deze vergelijking is een prognose opgesteld. Figuur 5.1 geeft als voorbeeld de 10 spectra die voor meetpunt 1 zijn gebruikt. Hieruit blijkt dat de waarde van de trillingssnelheid varieert per treinpassage maar dat het spectrum in grote lijnen dezelfde vorm heeft. In figuur 5.2 zijn de spectra van meetpunt 3 weergegeven. De spectra van meetpunten 3, 4 en 5 wijken iets af ten opzichte van meetpunten 1 en 2. Dit komt door de grotere afstand van het spoor en de invloed van de spectrale bodemdemping.



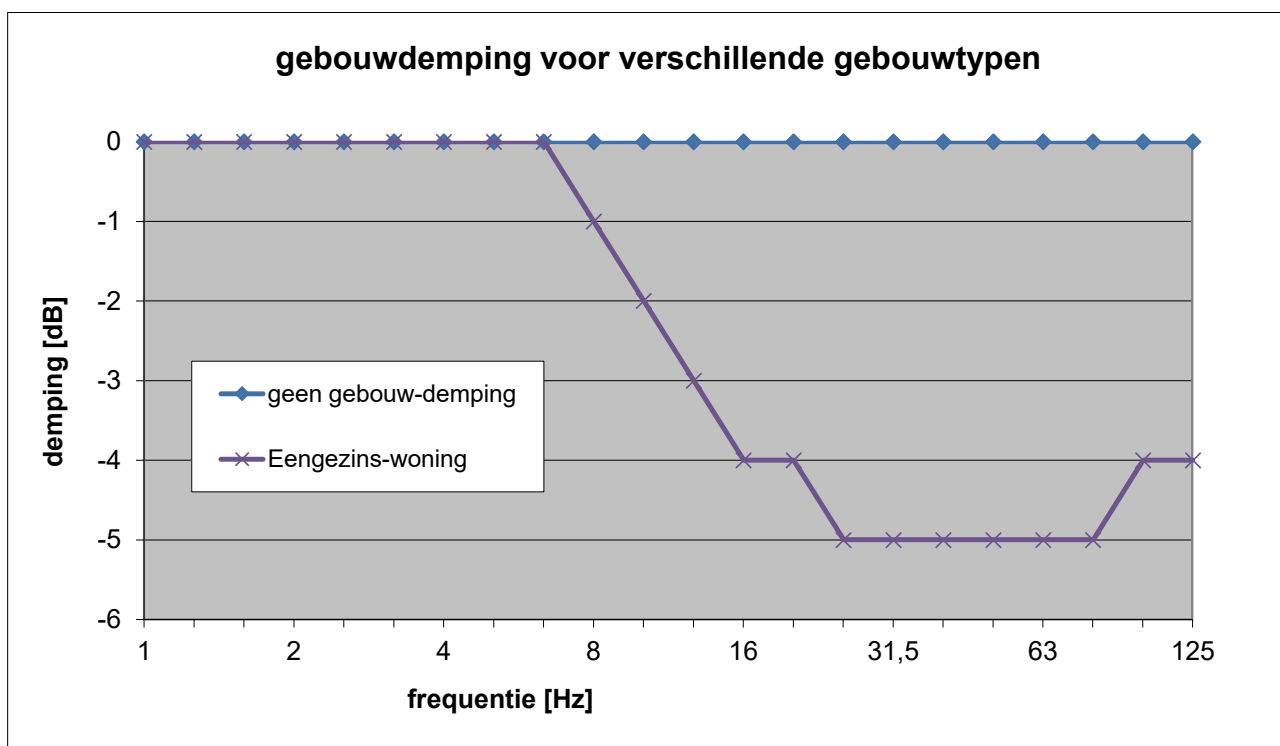
Figuur 5.1: Overzicht gewogen trillingsspectra treinpassages MP1 in prognose



Figuur 5.2: Overzicht gewogen trillingsspectra treinpassages MP3 in prognose

5.2.2 $H(f)_{\text{fundering}}$

Ten tijde van het onderzoek zijn nog geen specifieke gegevens bekend over de funderingswijze. Daarom is gebruik gemaakt van kentallen voor de overdrachtsfactor op basis van een beschrijving van de bouwblokken. Omdat het gaat om grondgebonden woningen, classificeren we de nieuwbouw als eengezinswoningen. In figuur 5.2 staan de overdrachtsfactoren in dB voor de trillingen van maaiveld naar fundering weergegeven. Op basis van literatuurgegevens is uitgegaan van de in figuur 5.1 getoonde overdrachtsfactoren in dB voor de trillingen vanuit maaiveld naar de fundering. Een waarde van 0 wil zeggen dat er geen demping van de trillingen optreedt. Voor de laagste frequenties vanaf 0 Hz tot 6,3 Hz tertsband heeft de fundering geen reducerende invloed. Een negatieve waarde wil zeggen dat er demping optreedt. Een demping van 5 dB komt overeen met een factor 1,8. De demping is het grootst bij frequenties boven de 25 Hz tertsband.

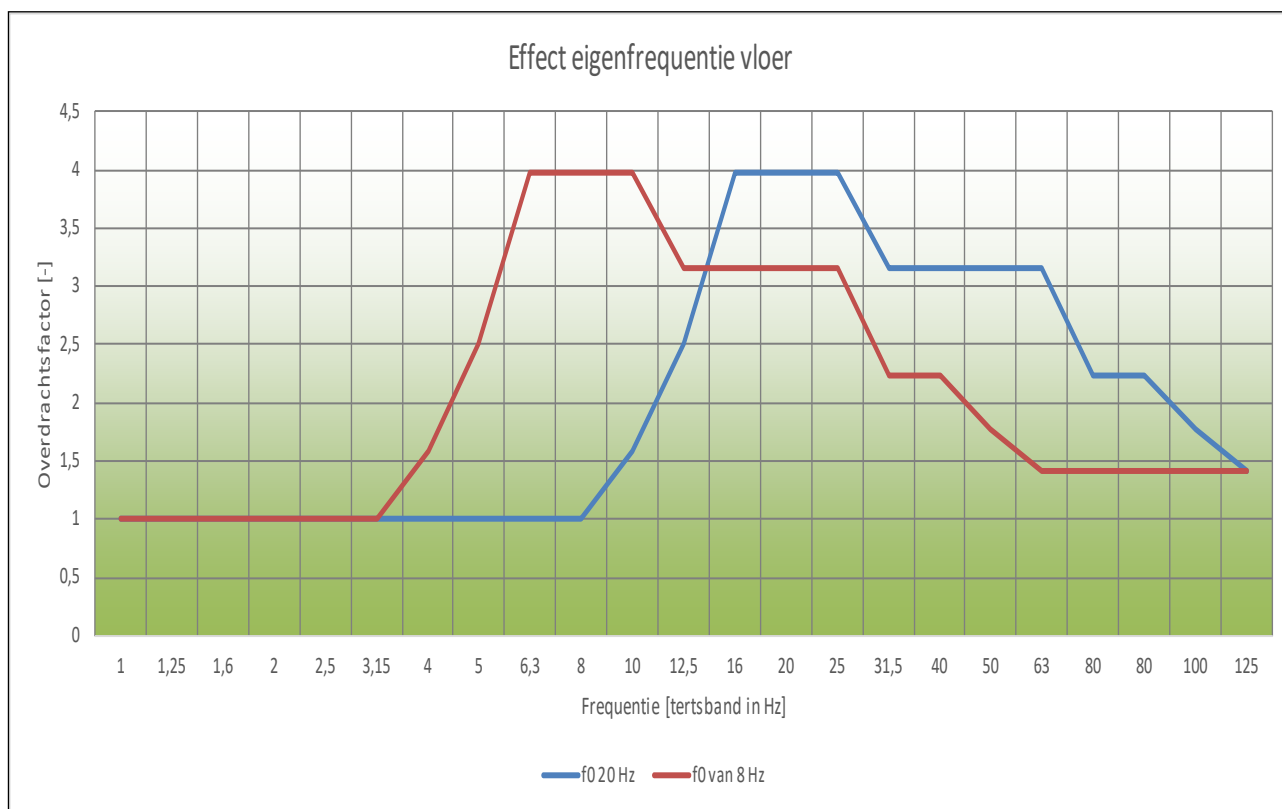


Figuur 5.3: Verloop overdrachtsfactor voor trillingen maaiveld naar fundering

5.2.3 $H(f)_{\text{vloer}}$

Ook van de vloeren zijn nog geen eigenfrequenties bekend. Daarom is in de prognose gekozen voor eigenfrequenties die veel voorkomen. Namelijk 8 Hz als de vloer een lage eigenfrequentie heeft en 20 Hz als de vloer een hoge eigenfrequentie heeft. En 12 en 16 Hz voor een indicatie van tussenliggende eigenfrequenties.

Figuur 5.2 toont de overdrachtsfactor voor de vloer. Een waarde groter dan 1 geeft aan dat de vloer voor die frequenties extra trillingen veroorzaakt als gevolg van resonantie. In de figuur zijn alleen de 8 en 20 Hz eigenfrequenties weergegeven. De 12 en 16 Hz zijn horizontale verschuivingen tussen de afgebeelde overdrachtsfactoren.



Figuur 5.4: Overdrachtsfactor vloer voor een eigenfrequentie van 20 Hz

5.3 Resultaat prognose

Per meetpunt is voor de top 10 treinpassages een prognose opgesteld. Het resultaat van de prognose is weergegeven in tabel 5.1. De weergegeven trillingssterkte $V_{\max}$ betreft de hoogste berekende trillingssterkte voor de 10 gebruikte treinpassages en de drie trillingsrichtingen voor het betreffende meetpunt. In de tabel zijn per meetpunt de hoogste (rood) en de laagste trillingssterkte (groen) gemarkeerd.

Tabel 5.1: Resultaat prognose

Meetpunt	Eigenfrequentie [Hz] →	$V_{\max}$ prognose [-]			
		8	12	16	20
MP1 MT30		1,13	1,53	1,55	1,55
MP2 MT31		0,85	1,18	1,18	1,18
MP3 MT34		0,62	0,63	0,57	0,41
MP4 MT37		0,63	0,69	0,62	0,51
MP5 verschoven ZT47		0,52	0,53	0,48	0,42

Uit tabel 5.1 volgt dat de trillingssterkte $V_{\max}$ per meetpunt varieert maar in ordegrootte tussen 0,41 en 1,55 bedraagt. De dominante trillingsrichting is voor alle meetpunten en passages de verticale richting. De resultaten uit tabel 5.1 zijn beoordeeld in paragraaf 5.4.

5.4 Beoordeling $V_{\max}$

De beoordeling is uitgevoerd voor $V_{\max}$ op basis van de onderste streefwaarde A_1 en bovenste streefwaarde A_2 . De beoordeling is samengevat in tabel 5.2.

Tabel 5.2: Beoordeling $V_{\max}$ prognose

Meetpunt		f_0 vloer [Hz]	$V_{\max}$ prognose [-]	A_1	Beoordeling A_1	A_2 Dag/Avond	Beoordeling A_2	A_2 Nacht	Beoordeling A_2
MP1 MT30	Best case	8	1,13	0,10	Voldoet niet	0,4	Voldoet niet	0,2	Voldoet niet
	Worst case	16 en 20	1,55	0,10	Voldoet niet	0,4	Voldoet niet	0,2	Voldoet niet
MP2 MT31	Best case	8	0,85	0,10	Voldoet niet	0,4	Voldoet niet	0,2	Voldoet niet
	Worst case	12, 16 en 20	1,18	0,10	Voldoet niet	0,4	Voldoet niet	0,2	Voldoet niet
MP3 MT34	Best case	20	0,41	0,10	Voldoet niet	0,4	Voldoet niet	0,2	Voldoet niet
	Worst case	12	0,63	0,10	Voldoet niet	0,4	Voldoet niet	0,2	Voldoet niet
MP4 MT37	Best case	20	0,51	0,10	Voldoet niet	0,4	Voldoet niet	0,2	Voldoet niet
	Worst case	12	0,69	0,10	Voldoet niet	0,4	Voldoet niet	0,2	Voldoet niet
MP5 verschoven ZT47	Best case	20	0,42	0,10	Voldoet niet	0,4	Voldoet niet	0,2	Voldoet niet
	Worst case	12	0,53	0,10	Voldoet niet	0,4	Voldoet niet	0,2	Voldoet niet

Tabel 5.2 maakt duidelijk dat $V_{\max}$ niet voldoet aan de streefwaarde A_1 en niet aan de streefwaarde A_2 . Om te voldoen aan A_2 is reductie nodig voor de maximale trillingssterkte $V_{\max}$ op alle meetpunten. De grootste overschrijdingen treden op voor de meetpunten het dichtst bij het spoor.

Om te voldoen aan de streefwaarden voor de nieuwe situatie (0,2) zijn trillingsreducerende maatregelen nodig die grote reducties behalen: voor meetpunt 1 minimaal een factor 5,6 en voor meetpunt 5 is nog een reductie nodig met een factor 2,1.

Pas als voldaan wordt aan A_2 , dan is een beoordeling nodig van de gemiddelde trillingssterkte V_{per} aan de streefwaarde A_3 . Die is nu dus nog niet uitgevoerd.

6 Beschouwing

Hoewel het empirische rekenmodel zoveel mogelijk gebruik maakt van meetgegevens, maken de resultaten van de prognose duidelijk dat een grote variatie in $V_{\max}$ mogelijk is.

Uit de meet- en rekenresultaten blijkt dat de gunstige eigenfrequentie van de vloer afhankelijk is van de afstand tot het spoor. Naast de trillingen veroorzaakt door de trein is ook een achtergrondtrilling aanwezig in de 40 Hz tertsband. Wat de oorzaak is van deze trilling, is niet bekend.

Het is goed om te beseffen dat niet iedere treinpassage zal leiden tot de berekende waarden uit tabel 5.1 of 5.2. De prognose is opgesteld op basis van de maximale trillingssterkte gemeten over een periode van 7 dagen. Wel is duidelijk dat met grote regelmaat de streefwaarden uit SBR B zullen worden overschreden. De kans op hinder is daarmee groot. Met name de passages van de goederentreinen in de nachtperiode zorgen voor een kans op hinder.

De benodigde reductie om te voldoen aan A_2 is per meetpunt bepaald ten opzichte van de meest gunstige geprognosticeerde trillingssterkte. Een waarde groter dan 1 geeft aan dat reductie nodig is. Hoe hoger de waarde, hoe meer reductie nodig is. De resultaten zijn weergegeven in tabel 6.1.

Tabel 6.1: Benodigde reductiefactor om te voldoen aan A_2

Meetpunt	Reductie nodig
MP1 MT30	5,6
MP2 MT31	4,3
MP3 MT34	2,1
MP4 MT37	2,6
MP5 ZT47	2,1

De benodigde reductie vormt een uitdaging. Een factor 2 reductie is met relatief eenvoudige maatregelen in het gebouw (dikkere vloer, stijvere wanden) al moeilijk haalbaar. Voor hogere reducties zijn ingrijpende maatregelen aan de fundering nodig waarbij de woning in zijn totaliteit op trillingsisolatoren wordt geplaatst. Het advies is dan ook om bij het ontwerp van het gebouw vooral aandacht te schenken aan de fundering van het gebouw.

Opmerking: de kans is groot dat zelfs met uitgebreide maatregelen nog niet voldaan kan worden aan de streefwaarden voor de nieuwe situatie. Mogelijk kan wel voldaan worden aan de streefwaarden voor de bestaande situatie. De gemeente moet akkoord gaan met de verhoging van de streefwaarden.

Om beter inzicht te krijgen in het verwachte trillingsgedrag van de nieuwbouw en het effect van trillingsreducerende maatregelen, is aanvullend onderzoek nodig, bij voorkeur door middel van een Eindige Elementen Methode model. Het gebruikte empirische rekenmodel is daarvoor niet gedetailleerd genoeg.

7 Conclusie

In opdracht van Bots Bouwgroep is door Cauberg Huygen B.V. een trillingsonderzoek uitgevoerd in verband met de ontwikkeling van nieuwbouw aan de Katoenstraat in Deurne naast het spoor. Doel van het onderzoek is om te bepalen of de trillingen als gevolg van het treinverkeer kunnen leiden tot hinder voor personen in de nieuwbouw.

Het trillingsonderzoek leidt tot de volgende conclusies:

1. De locatie van het projectgebied is zodanig dat de kans op hinder door trillingen als gevolg van treinverkeer groot is:
 - a. $V_{\max}$ bedraagt afhankelijk van meetpunt en de eigenfrequentie van de vloer tussen de 0,41 en 1,55 en voldoet niet aan de streefwaarde A_1 voor alle periodes uit SBR richtlijn B (0,10);
 - b. $V_{\max}$ voldoet evenmin aan de streefwaarde A_2 uit alle periodes (0,40 voor de dag en avond, 0,20 voor de nachtperiode) uit SBR richtlijn B.
2. Om de trillingssterkte te reduceren, zijn met name voor de eerste en tweedelijns bebouwing ingrijpende maatregelen nodig zoals het plaatsen van de gehele woning op een trilling geïsoleerde fundering. Uit aanvullend onderzoek moet blijken voor welke bouwblokken deze maatregelen nodig zijn.
3. De kans is groot dat voor een aantal bouwblokken ook met maatregelen niet voldaan wordt aan de streefwaarden voor de nieuwe situatie. In dat geval kan in overleg met de gemeente mogelijk een beroep worden gedaan op de streefwaarden voor de bestaande situatie. Aanvullend onderzoek is nodig om te bepalen of deze streefwaarden wel haalbaar zijn.
4. Bij het bouwkundig en constructief ontwerp van de nieuwbouw dient dus rekening te worden gehouden met vergaande aanpassingen aan het ontwerp, met name voor de fundering.
5. Door middel van een EEM model kan de invloed van de fundering en eventuele maatregelen in kaart worden gebracht. Met dat EEM model kan ook berekend worden bij welke woningen extra maatregelen nodig zijn.

Cauberg Huygen B.V.

De heer C.J. Ostendorf
Senior adviseur

Bijlage I Meetresultaten

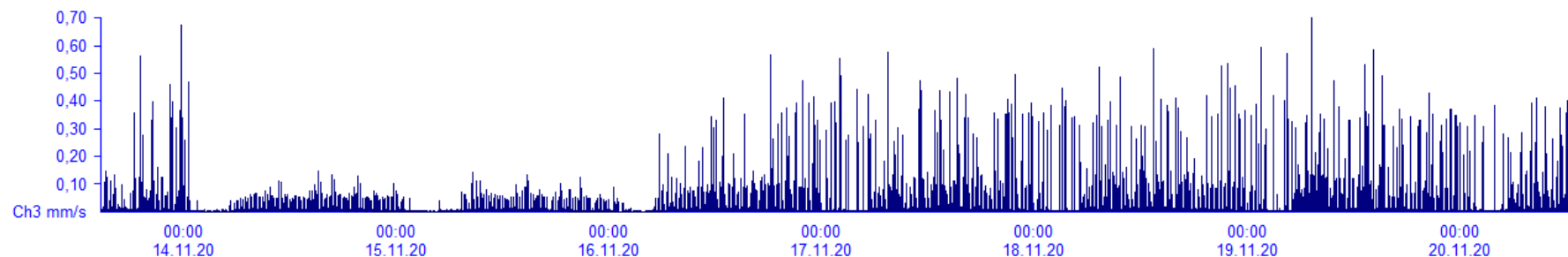
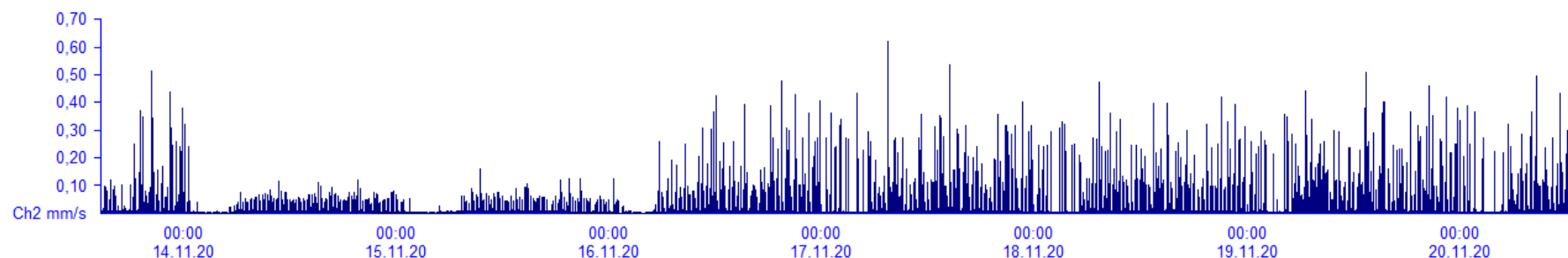
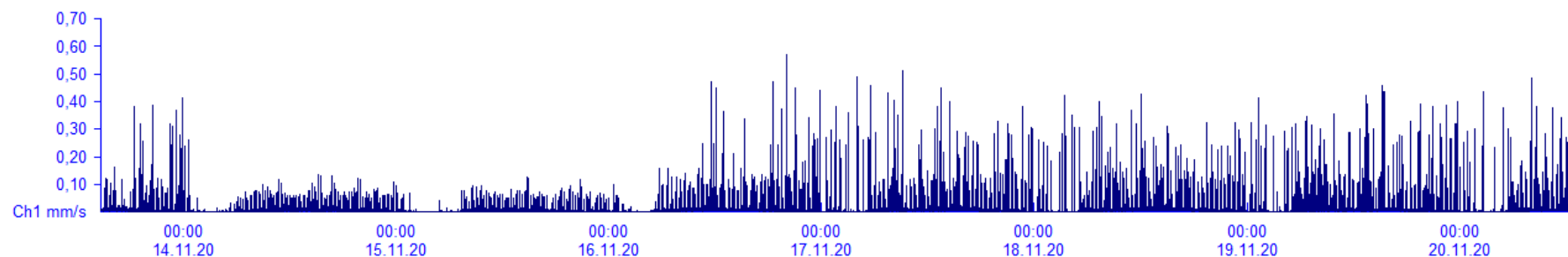
Achtergrondmeting SBR-B MP1 MT30

File Name: Concatenated Peak File
MR-Name: XMR2002
Station: MT30_deurne_MP1-16280005

Start: 13.11.20 14:39
End: 20.11.20 13:19
Interval: 30 s

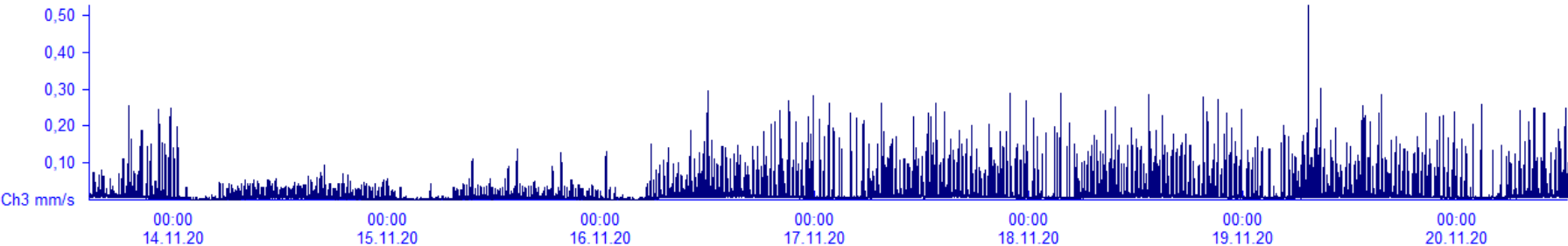
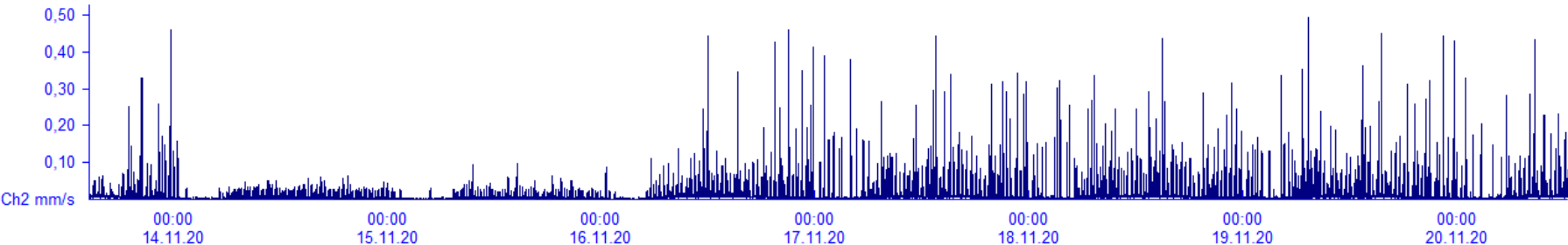
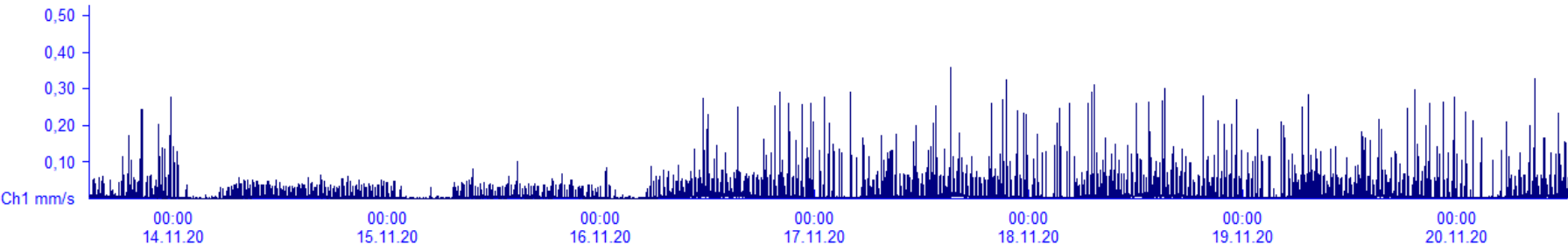
Max(1) = 0,571 mm/s
Max(2) = 0,622 mm/s
Max(3) = 0,702 mm/s

Trigger(1) = 0,1000 mm/s
Trigger(2) = 0,1000 mm/s
Trigger(3) = 0,1000 mm/s

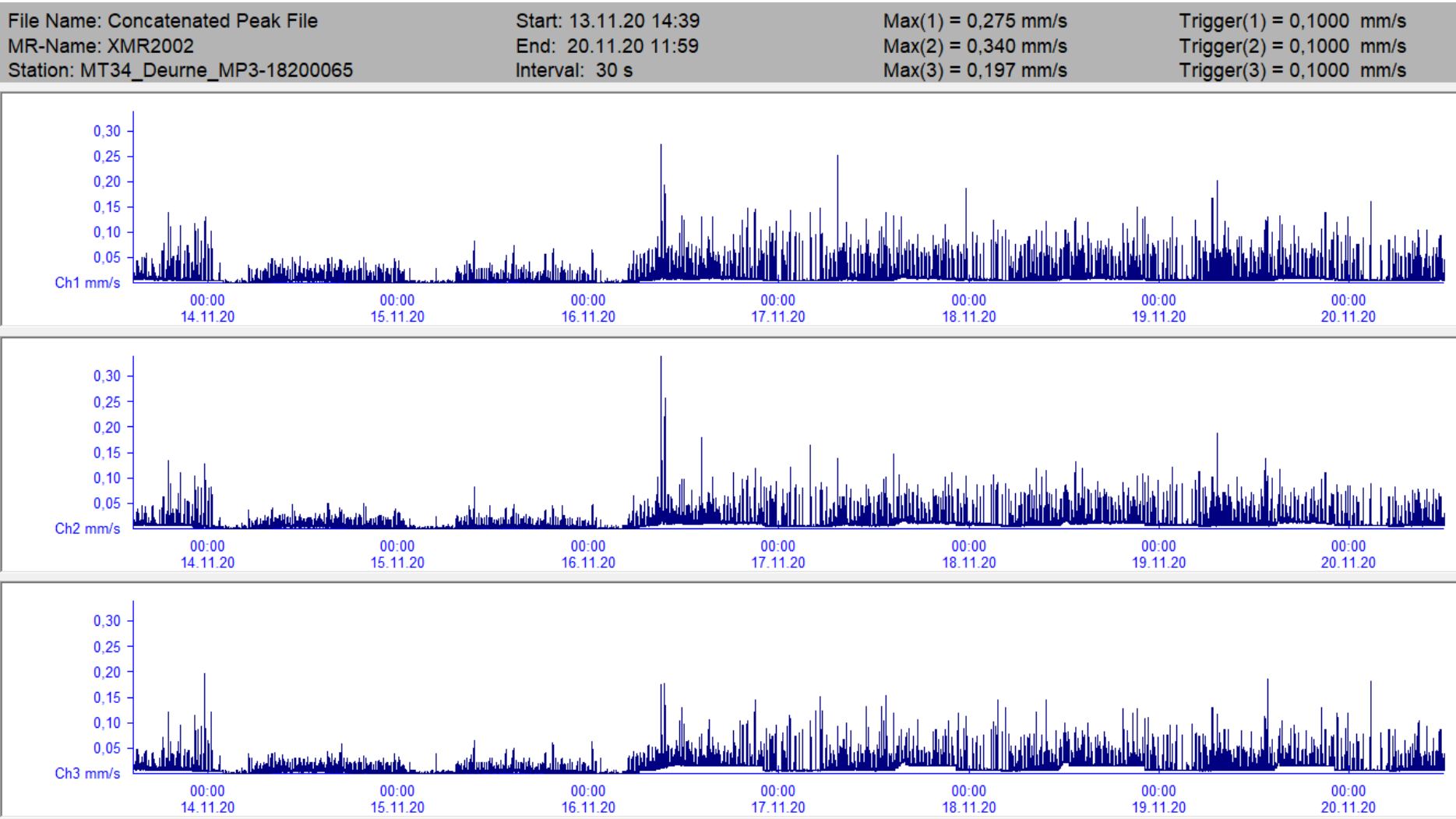


Achtergrondmeting SBR-B MP2 MT31

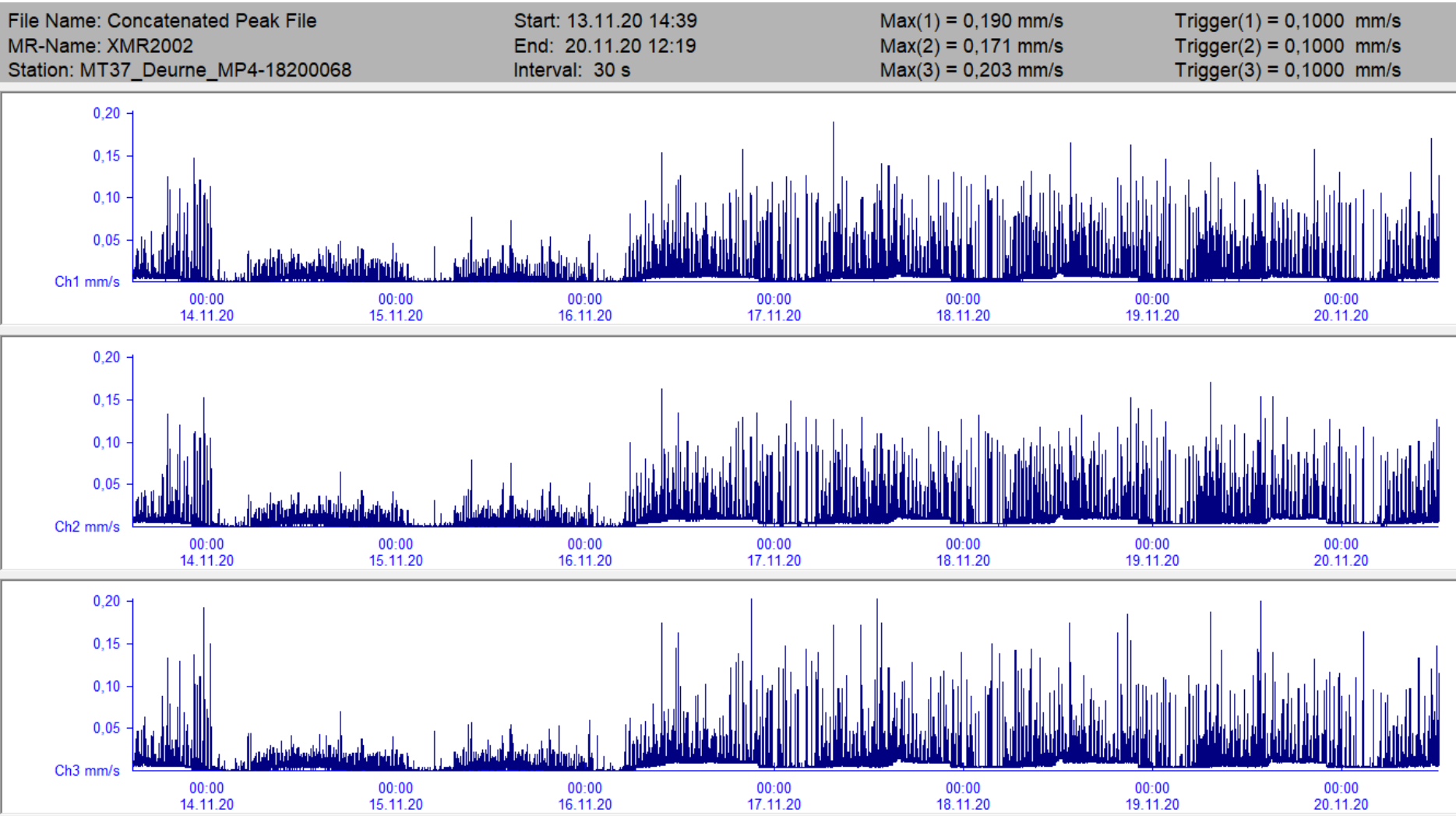
File Name: Concatenated Peak File	Start: 13.11.20 14:39	Max(1) = 0,357 mm/s	Trigger(1) = 0,1000 mm/s
MR-Name: XMR2002	End: 20.11.20 12:28	Max(2) = 0,492 mm/s	Trigger(2) = 0,1000 mm/s
Station: MT31_Deurne_MP2-16280004	Interval: 30 s	Max(3) = 0,528 mm/s	Trigger(3) = 0,1000 mm/s



Achtergrondmeting SBR-B MP3 MT34



Achtergrondmeting SBR-B MP4 MT37



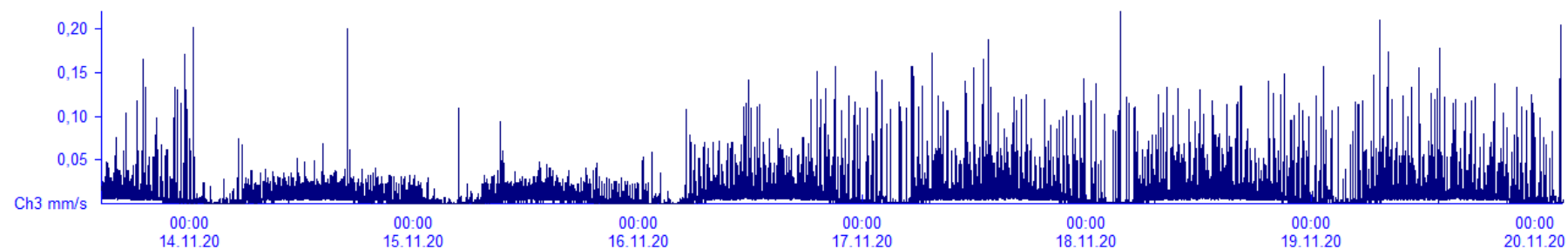
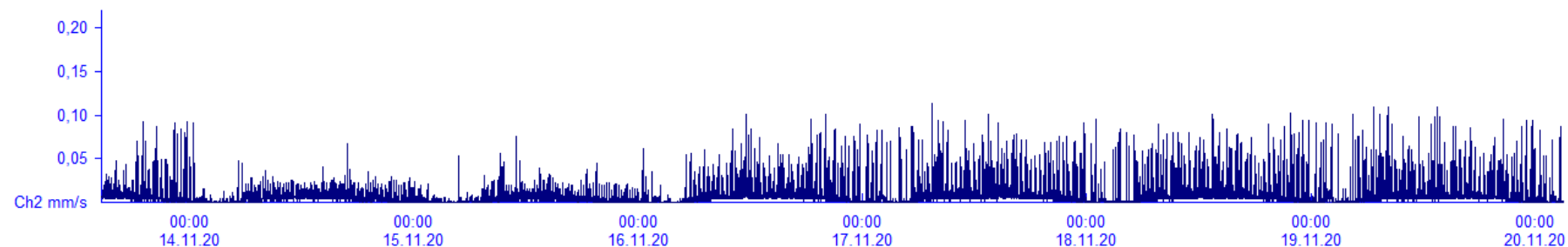
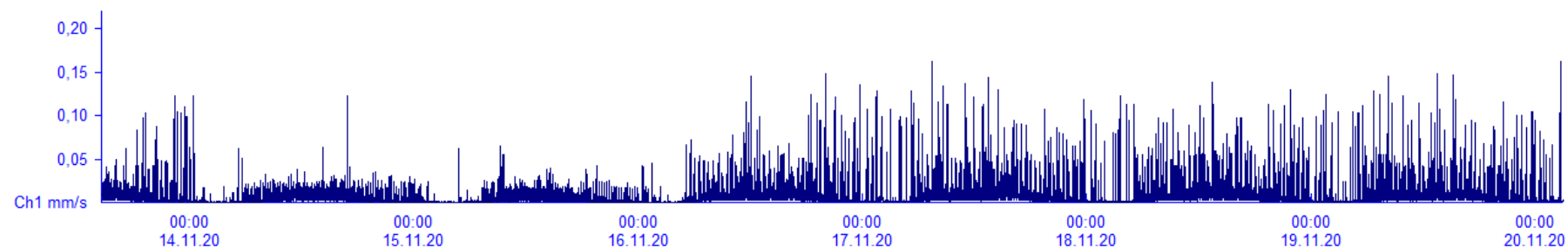
Achtergrondmeting SBR-B MP5 ZT47

File Name: Concatenated Peak File
MR-Name: XMR2002
Station: ZT47_Deurne_mp5-20080002

Start: 13.11.20 14:39
End: 20.11.20 2:59
Interval: 30 s

Max(1) = 0,162 mm/s
Max(2) = 0,113 mm/s
Max(3) = 0,220 mm/s

Trigger(1) = 0,1000 mm/s
Trigger(2) = 0,1000 mm/s
Trigger(3) = 0,1000 mm/s



Bijlage II Rapport 19004 van constructeur Hans van Heerebeek

Statische berekening

Werk : Nieuwbouw woningen aan de Katoenstraat te Deurne

Onderdeel : Bebouwingen



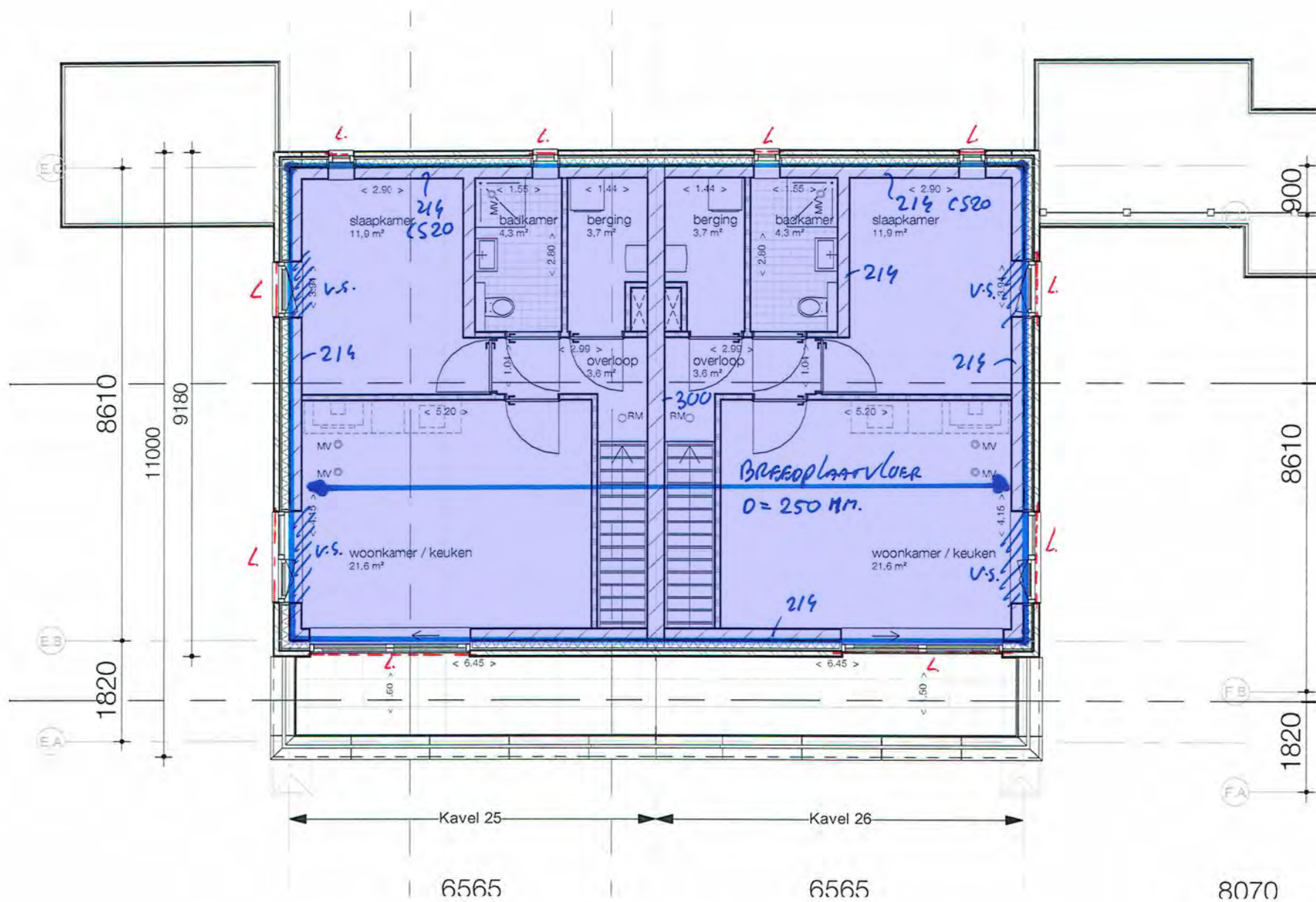
Werknummer : 19004

Architect : More For You
Energiesstraat 21
5753 RN Deurne
0342-460070



Datum : 18-02-2022

Constructeur : Hans van Heerebeek



Dakvloer

Breedplaatvloer d=250 mm met opstorting beton C20/25 conform tekening en berekening leverancier.

V.S. = versterkte strook in vloer.

L. = Dunwandige latei volgens leverancier.

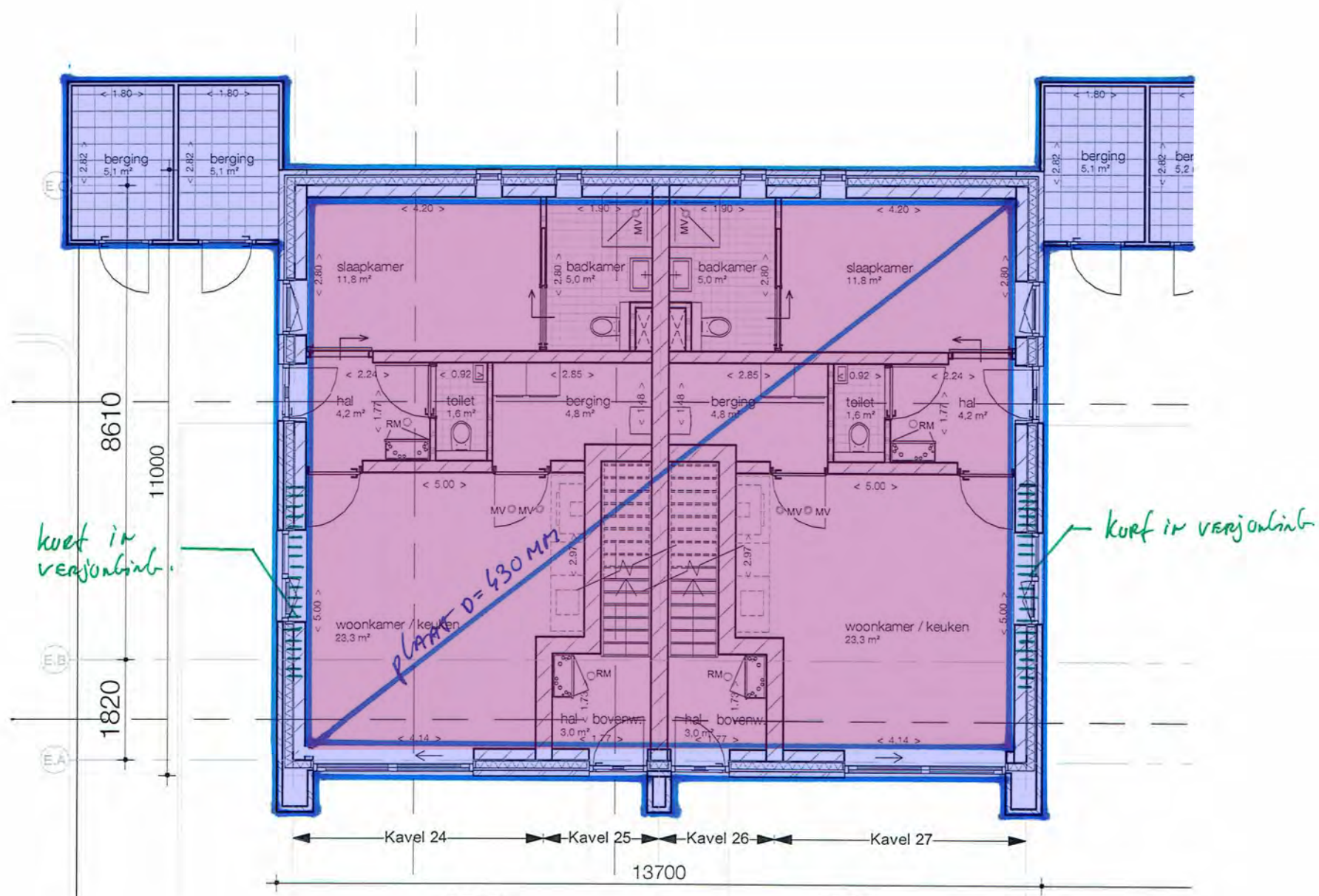
Dragend metselwerk uitvoeren met kalkzandsteen lijmwerk CS12 tenzij anders aangegeven.



Bouwadvies

Hans van Heerebeek

Formaat A3
Schaal 1:100
Werknummer 19004



Plaatfundering

Plaatfundering d=400mm met vorstrand d=200mm
 Beton C20/25 XC4 / XF1
 Wapening +/- 60 kg/m3
 Fundering aanleggen op de vaste bank. Voor ontgravingsnivo's zie funderingsadvies Inpijn-Blokpoel 02P016410.

algemeen:

Onderdeel	Woongebouw
Ontwerplevensduur	50
Gevolgklasse	CC2

Uiterste grenstoestand

veiligheidsfactoren	
$\gamma_g \cdot \xi$	1,2
γ_g	1,35
γ_q	1,5

toetsingsregels:

$$\gamma_g \times \xi \times g_k + \gamma_q \times q_k$$

$$\gamma_g \times g_k + \gamma_q \times (\psi_0 \times q_k)$$

Bruikbaarheids grenstoestand

veiligheidsfactoren	
γ_g	1,00
γ_q	1,00

toetsingsregels:

$$\gamma_g \times g_k + \gamma_q \times q_k$$

	voorschriften	NEN-EN 1990	Grondslagen van het constructief ontwerp
		NEN-EN 1991-1-1	Volumieke gewichten, eigen gewicht, opgelegde belastingen voor gebouwen
		NEN-EN 1991-1-2	Belasting bij brand
		NEN-EN 1991-1-3	Sneeuwbelasting
		NEN-EN 1991-1-4	Windbelasting
		NEN-EN 1991-1-5	Thermische belasting
		NEN-EN 1991-1-6	Belasting tijdens uitvoering
		NEN-EN 1991-1-7	Buitengewone belastingen
Beton:	voorschriften	NEN-EN 1992-1-1	Algemene regels en regels voor gebouwen
	betonkwaliteit	NEN-EN 1992-1-2	Ontwerp en berekening van constructies bij brand
	milieuklasse	C20/25	
	consistentie klasse	Bepaling per onderdeel	
	cement	C3	
	wapening	CEM I 32.5 R of CEM III/ B 42.5 LH HS	
		B500B	
Staal:	voorschriften	NEN-EN 1993-1-1	Algemene regels en regels voor gebouwen
		NEN-EN 1993-1-2	Ontwerp en berekening van constructies bij brand
		NEN-EN 1993-1-8	Ontwerp en berekening van verbindingen
	staalkwaliteit	S235 JR, voor kokers S275 J2H	
	lassen	electrisch, $a_{\min} = 5\text{mm}$	
	boutkwaliteit	8,8	
	ankerqualiteit	4,6	
Hout:	voorschriften	NEN-EN 1995-1-1	Algemene regels en regels voor gebouwen
	houtsoort	NEN-EN 1995-1-2	Ontwerp en berekening van constructies bij brand
	kwaliteit gezaagd/geschaafd	europes naaldhout	
	kwaliteit gelamineerd	C18	
	klimaatklasse	GL24h	
		Bepaling per onderdeel	

Werk: 19004: Nieuwbouw katoenstraat te Deurne
 Architect: More For You
 Gebouw: Bebouwingen
 Gevolgklasse: CC2
 Referentie periode: 50 jaar

Belastingen

Plat dak

Breedplaatvloer d=250mm	0,25 * 25,00 =	6,25
Isolatie en dakbedekking	0,03 + 0,12 =	0,15
Extra	0,85 =	0,85
	+ -----	
Totaal Permanent		7,25 kN/m ²
Veranderlijke belasting	1,00 =	1,00 kN/m ²
Momentaanfactor	0,00 / 1,00 =	0,00

1e Verdiepingsvloer

Breedplaatvloer d=280mm	0,28 * 25,00 =	7,00
Afwerking	0,07 * 20,00 =	1,40
	+ -----	
Totaal Permanent		8,40 kN/m ²
Veranderlijke belasting (L.S.W. + V.B.)	0,50 + 1,75 =	2,25 kN/m ²
Momentaanfactor	0,90 / 2,25 =	0,40

Balkons

Breedplaatvloer d=150mm	0,15 * 25,00 =	3,75
Isolatie en dakbedekking	0,03 + 0,12 =	0,15
Draintegels	0,50 =	0,50
Extra	0,35 =	0,35
	+ -----	
Totaal Permanent		4,75 kN/m ²
Veranderlijke belasting	2,00 =	2,00 kN/m ²
Momentaanfactor	1,00 / 2,00 =	0,50

Plaatfundering

Betonvloer d=430mm	0,43 * 25,00 =	10,75
Afwerking	0,07 * 20,00 =	1,40
	+ -----	
Totaal Permanent		12,15 kN/m ²
Veranderlijke belasting (L.S.W. + V.B.)	0,50 + 1,75 =	2,25 kN/m ²
Momentaanfactor	0,90 / 2,25 =	0,40

Metselwerk d=100mm

Metselwerk d=100mm	0,10 * 20,00 =	2,00
	+ -----	
Totaal Permanent		2,00 kN/m ²

Kalkzandsteen d=214mm

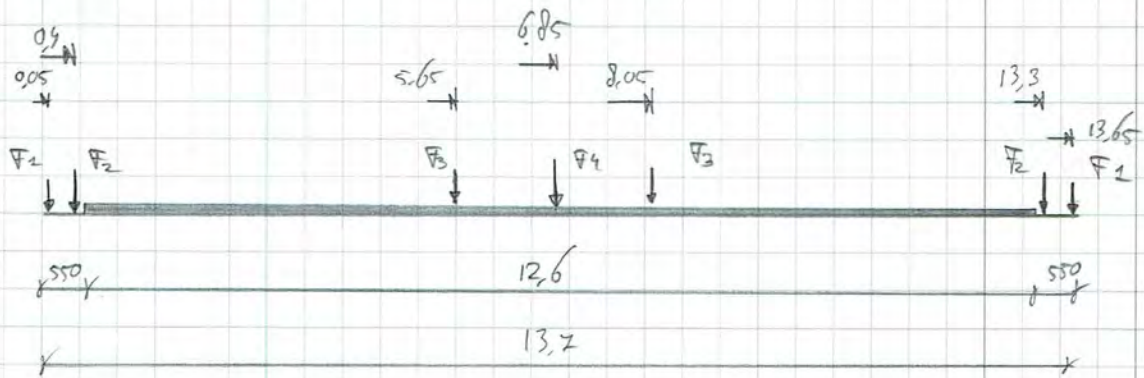
Kalkzandsteen d=214mm	0,21 * 20,00 =	4,28
	+ -----	
Totaal Permanent		4,28 kN/m ²

Kalkzandsteen d=300mm

Kalkzandsteen d=300mm	0,30 * 20,00 =	6,00
	+ -----	
Totaal Permanent		6,00 kN/m ²

Plankfundering

Plaat $d = 160 / 430$



$F_1:$
 $F_2:$
 $F_3:$
 $F_4:$

zie lh 1-2

OB	VB
14	0
68	9
90	6
96	8

zie introe lh 100 - 108

Plaatfundering

F1

		G_{rep}	$\psi_t * \psi$	Q_{rep}		pb	vb
Metselwerk d=100mm	(	6,70)*(	2,00 +	0,00 *	0,00) =	13,40 +	0,00 #####
					+	-----	+
Totaal						13,40 +	0,00 kN

F2

		G_{rep}	$\psi_t * \psi$	Q_{rep}		pb	vb
Plat dak	(	2,70)*(	7,25 +	1,00 *	1,00) =	19,58 +	2,70 extr
1e Verdiepingsvloer	(	2,70)*(	8,40 +	1,00 *	2,25) =	22,68 +	6,08 extr
Kalkzandsteen d=214mm	(	6,00)*(	4,28 +	0,00 *	0,00) =	25,68 +	0,00
					+	-----	+
Totaal						67,94 +	8,78 kN

F3

		G_{rep}	$\psi_t * \psi$	Q_{rep}		pb	vb
1e Verdiepingsvloer	(	2,70)*(	8,40 +	1,00 *	2,25) =	22,68 +	6,08 extr
Kalkzandsteen d=300mm	(	2,80)*(	6,00 +	0,00 *	0,00) =	16,80 +	0,00
					+	-----	+
Totaal						39,48 +	6,08 kN

F4

		G_{rep}	$\psi_t * \psi$	Q_{rep}		pb	vb
Plat dak	(	8,20)*(	7,25 +	1,00 *	1,00) =	59,45 +	8,20 extr
Kalkzandsteen d=300mm	(	6,00)*(	6,00 +	0,00 *	0,00) =	36,00 +	0,00
					+	-----	+
Totaal						95,45 +	8,20 kN

Technosoft Liggers release 6.72

19 feb 2022

Project.....: 19004 - Nieuwbouw katoenstraat te Deurne

Onderdeel.....: Plaatfundering rijwoningen

Constructeur.: Hans

Dimensies.....: kN/m/rad

Datum.....: 18/02/2022

Bestand.....: P:\PROJECTEN 2019\19004 Nieuwbouw Katoenstraat

Deurne\Berekening\Bebowoningen\Plaatfundering

Bebowoningen.dlw

Betrouwbaarheidsklasse : 1 Referentieperiode : 50
Herverdelen van momenten : nee Maximale deellengte : 0.000
Ouderdom bij belasten : 28 Relatieve vochtigheid : 50%
Doorbuigingen(beton) zijn dmv gecorrigeerde stijfheden berekend.

Fysisch lineair : Er is gerekend met de e-modulus uit de materiaaltabel.

Fys.NLE.kort : Er is gerekend met een gecorrigeerde e-modulus (korte duur).

Deze e-mod. is berekend mbv de krachten uit de fysisch lineair berekening.

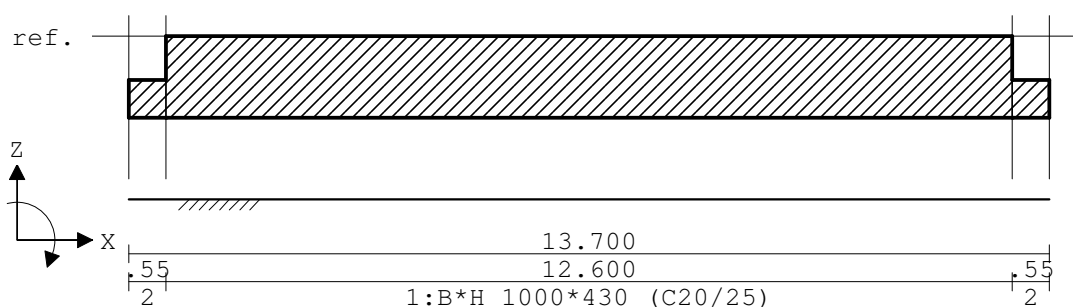
Toegepaste normen volgens Eurocode met Nederlandse NB

Belastingen	NEN-EN 1990:2002	C2:2010,A1:2019	NB:2019(nl)
	NEN-EN 1991-1-1:2002	C1/C11:2019	NB:2019(nl)
Beton	NEN-EN 1992-1-1:2011(nl)	C2/A1:2015(nl)	NB:2016(nl)



GEOMETRIE

Ligger:1



VELDLENGTEN

Ligger:1

Veld	Vanaf	Tot	Lengte
1	0.000	13.700	13.700

MATERIALEN

Mt	Kwaliteit	E-modulus[N/mm2]	S.G.	Pois.	Uitz. coëff
1	C20/25	7480	25.0	0.20	1.0000e-05

MATERIALEN vervolg

Mt	Kwaliteit	Cement	Kruipfac.
1	C20/25	N	3.01

Project.....: 19004 - Nieuwbouw katoenstraat te Deurne

Onderdeel.....: Plaatfundering rijwoningen

PROFIELEN [mm]

Prof.	Omschrijving	Materiaal	Oppervlak	Traagheid	Vormf.
1	B*H 1000*430	1:C20/25	4.3000e+05	6.6256e+09	0.00
2	B*H 1000*200	1:C20/25	2.0000e+05	6.6667e+08	0.00

PROFIELEN vervolg [mm]

Prof.	Staaftype	Breedte	Hoogte	e	Type	b1	h1	b2	h2
1	0:Normaal	1000	430	215.0	0:RH				
2	0:Normaal	1000	200	100.0	0:RH				

DOORSNEDEN

Ligger:1

sector	Vanaf	Tot	Lengte	Profiel begin	z-begin	Profiel eind	z-eind
1	0.000	0.550	0.550	2:B*H 1000*200	-0.230	2:B*H 1000*200	-0.230
2	0.550	13.150	12.600	1:B*H 1000*430	0.000	1:B*H 1000*430	0.000
3	13.150	13.700	0.550	2:B*H 1000*200	-0.230	2:B*H 1000*200	-0.230

sector	Vanaf	Tot	Lengte	Eindcode	Bedding	Br.[mm]
1	0.000	0.550	0.550	1:Vast	3000	1000
2	0.550	13.150	12.600	1:Vast	3000	1000
3	13.150	13.700	0.550	1:Vast	3000	1000

PROFIELVORMEN [mm]

1 B*H 1000*430



2 B*H 1000*200

**BELASTINGGEVALLEN**

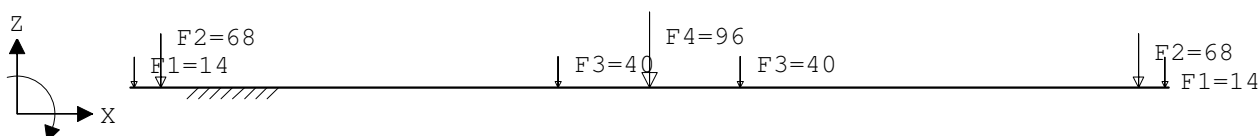
B.G.	Omschrijving	Belast/onbelast	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2	e.g.
1	Permanent	2:Permanent EN1991				-1.00
2	Veranderlijk	1:Schaakbord EN1991	0.40	0.70	0.60	0.00

BELASTINGGEVALLEN

B.G.	Omschrijving	Type
1	Permanent	1 Permanente belasting
2	Veranderlijk	2 Ver. bel. pers. ed. (q_k)

VELDBELASTINGEN

Ligger:1 B.G:1 Permanent



Project.....: 19004 - Nieuwbouw katoenstraat te Deurne

Onderdeel.....: Plaatfundering rijwoningen

VELDBELASTINGEN

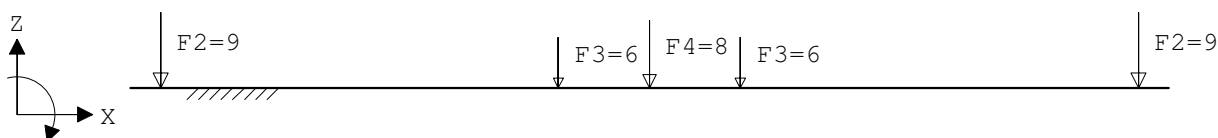
Ligger:1 B.G:1 Permanent

Last Ref.	Type	Omschrijving	q1/p/m	q2	psi	Afstand	Lengte
1	8:Puntlast	F1	-14.000			0.050	
2	8:Puntlast	F2	-68.000			0.400	
3	8:Puntlast	F3	-40.000			5.650	
4	8:Puntlast	F4	-96.000			6.850	
5	8:Puntlast	F3	-40.000			8.050	
6	8:Puntlast	F2	-68.000			13.300	
7	8:Puntlast	F1	-14.000			13.650	

0.00 : (absoluut) grootste som reacties
-480.95 : (absoluut) grootste som belastingen

VELDBELASTINGEN

Ligger:1 B.G:2 Veranderlijk

**VELDBELASTINGEN**

Ligger:1 B.G:2 Veranderlijk

Last Ref.	Type	Omschrijving	q1/p/m	q2	psi	Afstand	Lengte
1	8:Puntlast	F2	-9.000			0.400	
2	8:Puntlast	F3	-6.000			5.650	
3	8:Puntlast	F4	-8.000			6.850	
4	8:Puntlast	F3	-6.000			8.050	
5	8:Puntlast	F2	-9.000			13.300	

BELASTINGCOMBINATIES

BC Type	BG	Gen.	Factor	BG	Gen.	Factor	BG	Gen.	Factor	BG	Gen.	Factor
1 Fund.	1	Perm	1.22									
2 Fund.	1	Perm	1.22	2	psi0	1.35						
3 Fund.	1	Perm	1.08	2	Extr	1.35						
4 Fund.	1	Perm	0.90									
5 Fund.	1	Perm	0.90	2	psi0	1.35						
6 Fund.	1	Perm	0.90	2	Extr	1.35						
7 Kar.	1	Perm	1.00	2	Extr	1.00						
8 Freq.	1	Perm	1.00									
9 Freq.	1	Perm	1.00	2	psi1	1.00						
10 Quas.	1	Perm	1.00									
11 Quas.	1	Perm	1.00	2	psi2	1.00						
12 Blij.	1	Perm	1.00									

GUNSTIGE WERKING PERMANENTE BELASTINGEN

BC Velden met gunstige werking

- 1 Geen
- 2 Geen
- 3 Geen
- 4 Alle velden de factor:0.90
- 5 Alle velden de factor:0.90
- 6 Alle velden de factor:0.90

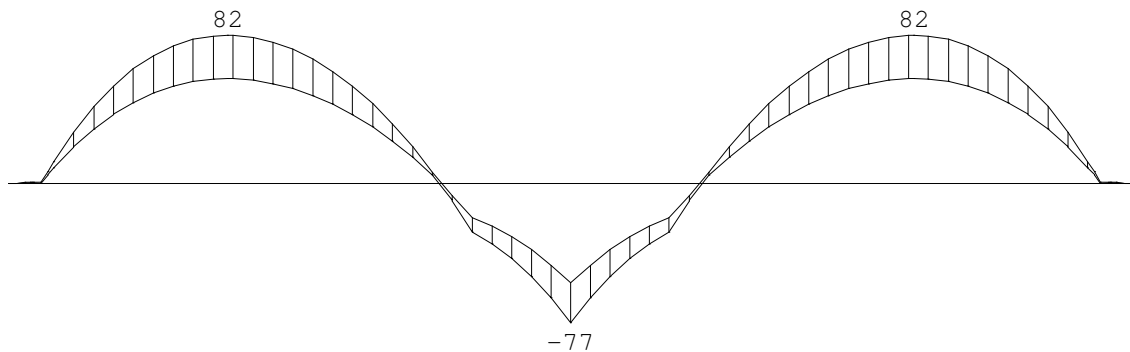
Project.....: 19004 - Nieuwbouw katoenstraat te Deurne

Onderdeel.....: Plaatfundering rijwoningen

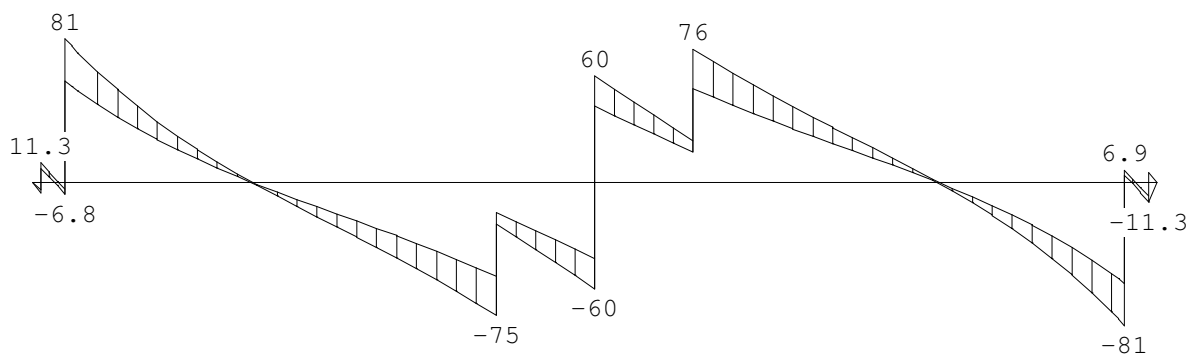
OMHULLENDE VAN DE FUNDAMENTELE COMBINATIES

MOMENTEN Fysisch lineair

Ligger:1 Fundamentele combinatie


DWARSKRACHTEN Fysisch lineair

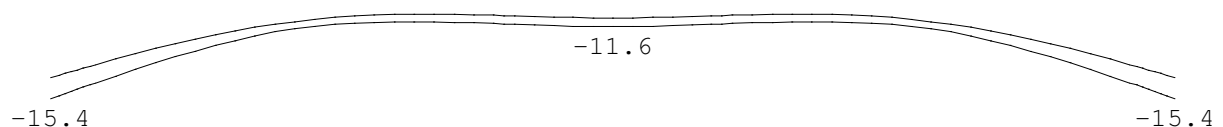
Ligger:1 Fundamentele combinatie



OMHULLENDE VAN DE QUASI-BLIJVENDE COMBINATIES

VERPLAATSINGEN [mm] Fys.NLE.kort

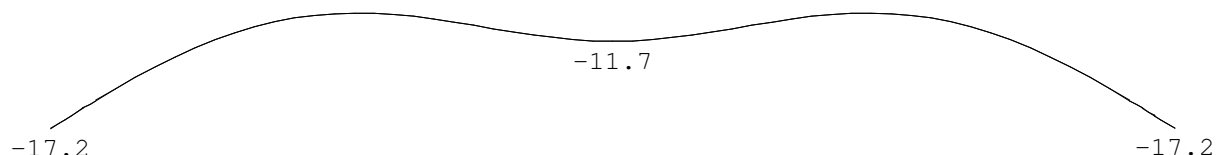
Ligger:1 Quasi-blijvende combinatie



N.B. In deze verplaatsingen is de kruipvervorming (w2) niet verwerkt!

Project.....: 19004 - Nieuwbouw katoenstraat te Deurne

Onderdeel.....: Plaatfundering rijwoningen

VERPLAATSINGEN [mm] Fys.NLE.lang Ligger:1 Quasi-blijvende combinatie**PROFIELGEGEVENS Vloer** [N][mm] t.b.v. profiel:1 B*H 1000*430**Algemeen**

Materiaal : C20/25

Doorsnede

breedte : 1000 hoogte : 430 zwaartepunt tov onderkant : 215

Fictieve dikte : 300.7

Betonkwaliteit element	:	C20/25	Kruipcoëf.	:	3.010
Staalkwaliteit hoofdwapening	:	500	ϵ_{uk}	:	5.00
Staalkwaliteit beugels	:	500			

Betondekking

		Boven	Onder
Milieu	:	XC1	XC4
Hoofdwapening	:	1ste laag	1ste laag
Nominale dekking	:	15	30
Toegepaste dekking	:	35	35
Beugel / Verdeelwapening	:	2de laag	2de laag
Nominale dekking	:	15	30
Toegepaste dekking	:	45	43

Wapening

		Boven	Onder
Basiswapening	:	10-150	8-150
Hoofdwapening laag	:	1	1
Diameter verdeelwapening	:	6.0	6.0

DwarskrachtwapeningMin. hoek betondrukdiagonaal θ : 21.8 z berekenen via: MRd**PROFIELGEGEVENS Vloer** [N][mm] t.b.v. profiel:2 B*H 1000*200**Algemeen**

Materiaal : C20/25

Doorsnede

breedte : 1000 hoogte : 200 zwaartepunt tov onderkant : 100

Fictieve dikte : 166.7

Betonkwaliteit element	:	C20/25	Kruipcoëf.	:	3.010
Staalkwaliteit hoofdwapening	:	500	ϵ_{uk}	:	5.00
Staalkwaliteit beugels	:	500			

Project.....: 19004 - Nieuwbouw katoenstraat te Deurne

Onderdeel.....: Plaatfundering rijwoningen

Betondekking

		Boven	Onder
Milieu	:	XC1	XC4
Hoofdwapening	:	1ste laag	1ste laag
Nominale dekking	:	15	30
Toegepaste dekking	:	35	35
Beugel / Verdeelwapening	:	2de laag	2de laag
Nominale dekking	:	15	30
Toegepaste dekking	:	43	43

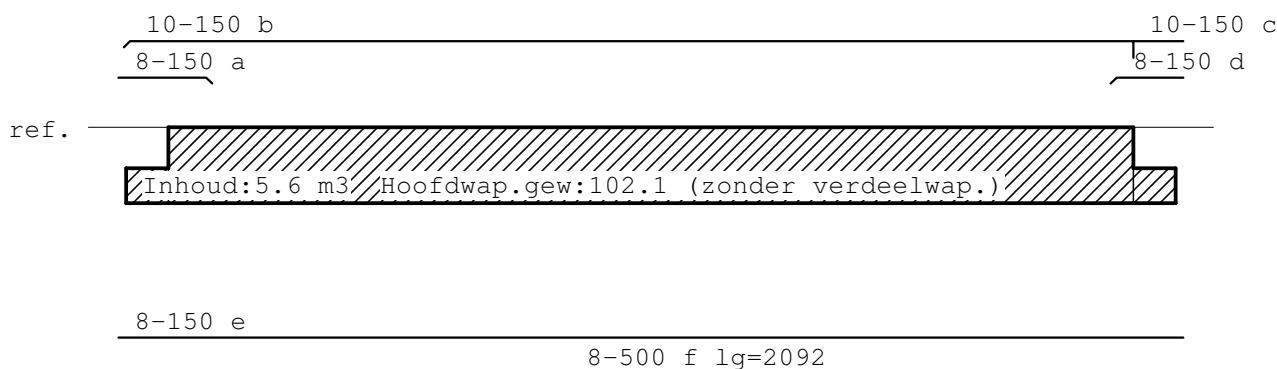
Wapening

		Boven	Onder
Basiswapening	:	8-150	8-150
Hoofdwapening laag	:	1	1
Diameter verdeelwapening	:	6.0	6.0

DwarskrachtwapeningMin. hoek betondrukdiagonaal θ : 21.8 z berekenen via: MRd**Hoofdwapening**

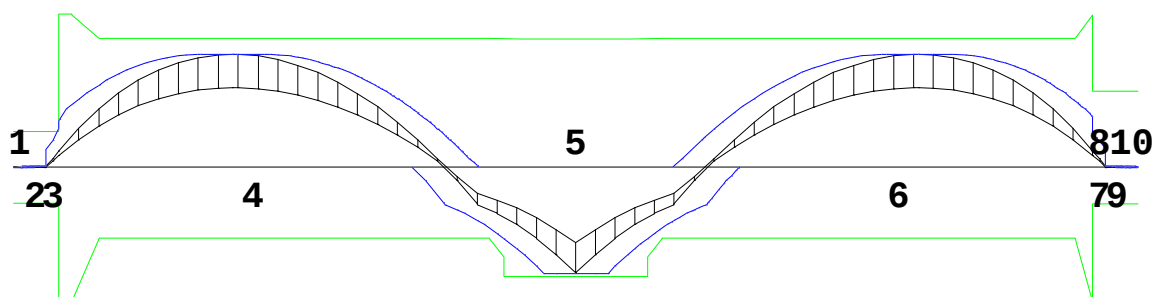
Fysisch lineair

Ligger:1 Fundamentele combinatie

**MEd dekkingslijn**

Fysisch lineair

Ligger:1 Fundamentele combinatie

**Hoofdwapening**

Ligger:1

Geb.	Pos. [mm]	M_{Ed} [kNm]	M_{Rd} [kNm]	z B/O [mm]	A_b [mm ²]	A_a [mm ²]	Basiswapening +Bijlegwapening	Opm.
1	100	-0.30	-26.07	94 Ond	177*	336	8-150	54
2	300	5.32	26.07	94 Bov	177*	336	8-150	54
3	550	22.99	26.07	94 Bov	322	336	8-150	
4	2672	82.37	93.84	294 Bov	464	524	10-150	
5	6850	-77.30	-79.83	246 Ond	448*	336	8-150	1,28
				Ond		101	+8-500	
6	11028	82.37	93.84	294 Bov	464	524	10-150	

Project.....: 19004 - Nieuwbouw katoenstraat te Deurne

Onderdeel.....: Plaatfundering rijwoningen

Hoofdwapening

Ligger:1

Geb.	Pos. [mm]	M_{Ed} [kNm]	M_{Rd} [kNm]	z B/O [mm]	A_b [mm ²]	A_a [mm ²]	Basiswapening +Bijlegwapening	Opm.
7	13150	22.99	55.45	140 Bov	322	859	10-150 + 8-150	
9	13400	5.32	55.45	140 Bov	177*	859	10-150 + 8-150	54
10	13600	-0.30	-26.93	81 Ond	177*	336	8-150	54

Opmerkingen

[1] * = Eisen met betrekking tot minimum wapening zijn toegepast, zie nationale bijlage art. 9.2.1.1(1).

[28] Berekening van A_b houdt geen rekening met wapening gedrukte zijde.

[54] * = Eisen met betrekking tot minimum wapening ten behoeve van gecontroleerde scheurvorming zijn toegepast volgens art. 7.3.2.

[93] De wapening bij de doorsnede overgang is niet getoetst vlg. NEN-EN 1992-1-1 art.9.9.

Scheurvorming volgens artikel 7.3.4

Ligger:1

Geb.	Pos. [mm]	Zijde	$M_{E,freq}$ [kNm]	$s_{r,max}$ [mm]	$\epsilon_{sm}-\epsilon_{cm}$ [%]	w_k [mm]	k_x	w_{max} [mm]	U.C.	Opm.
1	2672	Bov	69.60	340	1.068	0.363	2.00	0.800	0.45	
1	6850	Ond	-64.90	272	1.189	0.324	1.17	0.350	0.92	

Verloop hoofdwapening

Ligger:1

Merk	B/O	Wapening	Vanaf [mm]	Tot [mm]	Lengte [mm]	$L_{bd,begin}$ [mm]	$L_{bd,eind}$ [mm]
a	Boven	8-150	-100	1041	1141	100	330
b	Boven	10-150	53	13150	13097	107	330*
c	Boven	10-150	13150	13800	650	294*	100
d	Boven	8-150	12934	13800	866	216	100
e	Onder	8-150	-100	13800	13900	100	100
f	Onder	8-500	5804	7896	2092	173	173

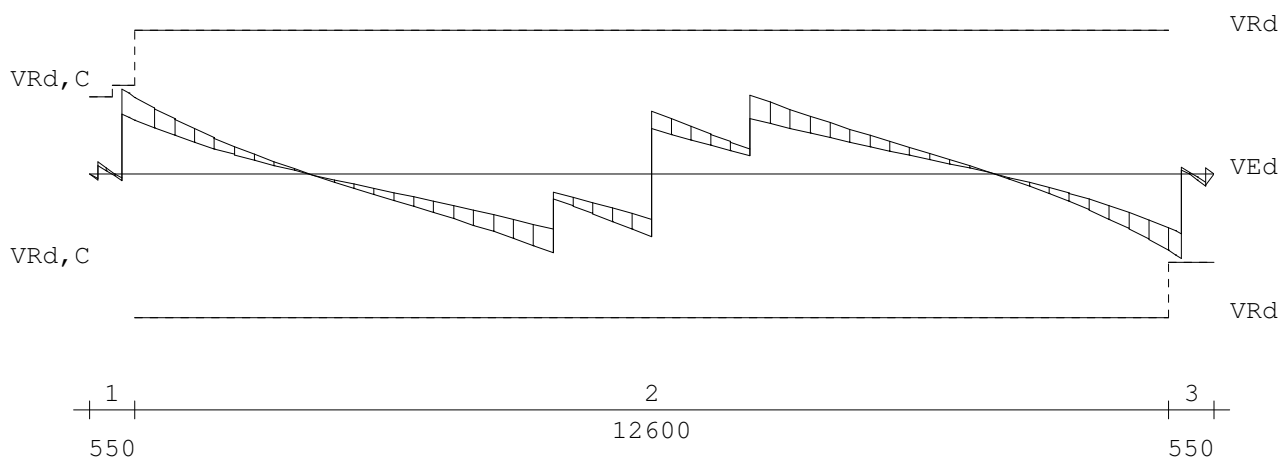
Opmerkingen

Alle maten zijn inclusief verschuiving van de m-lijn en verankering

[92] * = Voor staven die doorlopen in andere profieldoorsnede worden verankeringslengtes niet meegenomen in de staaflengte.

DWARSKRACHTEN Fysisch lineair

Ligger:1 Fundamentele combinatie



Project.....: 19004 - Nieuwbouw katoenstraat te Deurne

Onderdeel.....: Plaatfundering rijwoningen

Dwarskrachtwapening

Ligger:1

Geb.	Vanaf [mm]	Tot [mm]	Lengte [mm]	V_{Ed} [kN]	A_{opg} [mm ²]	Opm.
1	0	550	550	81		71
2	550	13150	12600	76		71
3	13150	13700	550	81		71

Opmerkingen

[71] Er wordt voor platen geen minimale dwarskrachtwapening volgens art. 9.3.2 toegepast. Uitgangspunt hiervoor is dat er herverdeling van belastingen in dwarsrichting mogelijk is (zie art. 6.2.1(4)).

Schuifspanningen

Ligger:1

Geb.	Vanaf [mm]	Tot [mm]	θ [°]	V_{Ed} [kN]	$v_{Ed} < v_{Rd} < v_{Rd,max}$ -----[N/mm ²]-----	v_{opg} [N/mm ²]	Opm.
1	0	550	21.8	81	0.51 0.53	1.50	71
2	550	13150	21.8	76	0.19 0.35	1.92	71
3	13150	13700	21.8	81	0.51 0.53	2.22	71

Opmerkingen

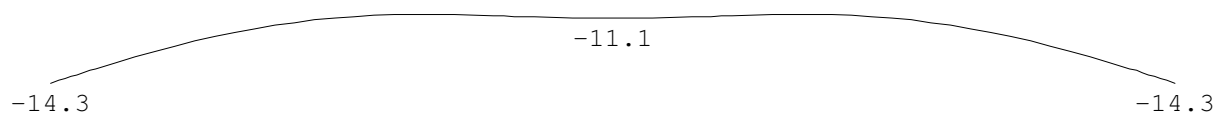
[71] Er wordt voor platen geen minimale dwarskrachtwapening volgens art. 9.3.2 toegepast. Uitgangspunt hiervoor is dat er herverdeling van belastingen in dwarsrichting mogelijk is (zie art. 6.2.1(4)).

Wapeningsgewicht

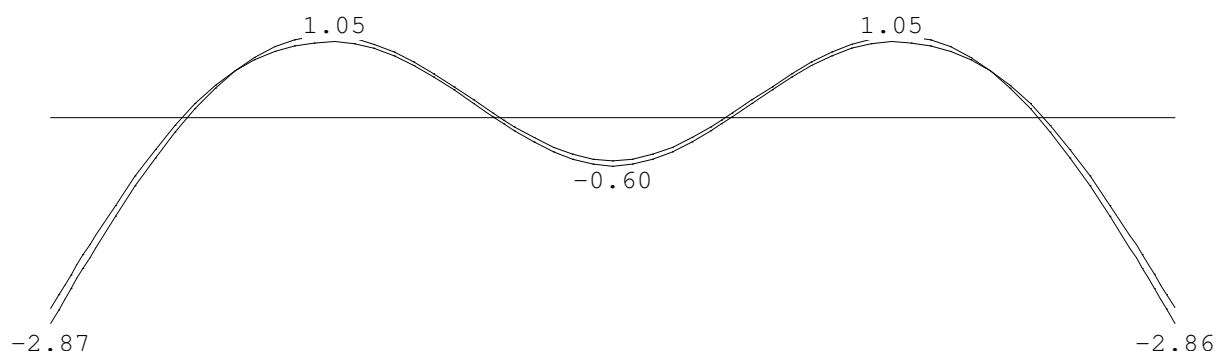
Inhoud:5.6 m3 Hoofdwap.gewicht:102.1 kg, 18.1 kg/m3 (zonder verdeelwap.)

DOORBUIGINGEN w1 [mm]

Ligger:1 Blijvende combinatie

**DOORBUIGINGEN w2** [mm]

Ligger:1 Quasi-blijvende combinatie

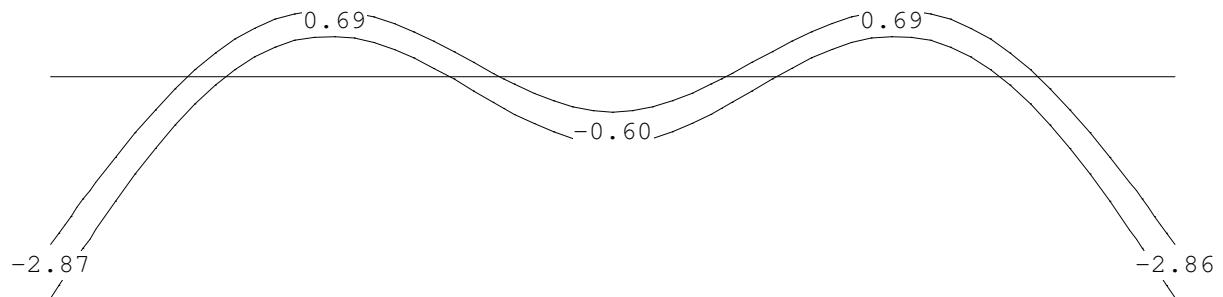


Project.....: 19004 - Nieuwbouw katoenstraat te Deurne

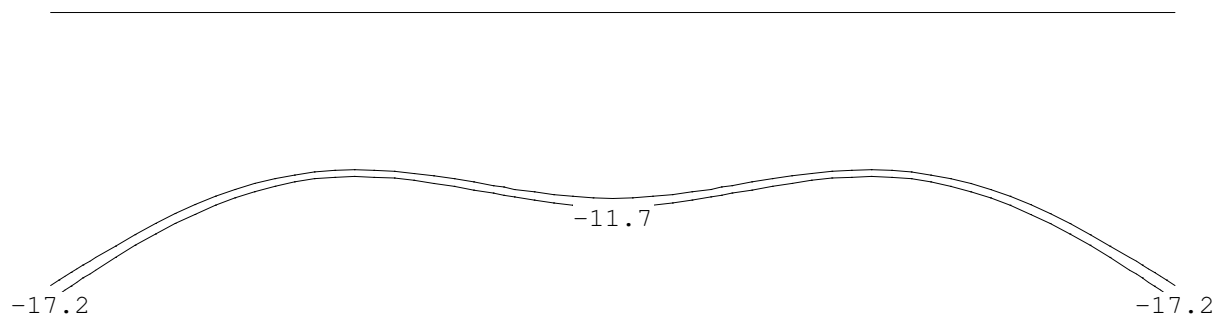
Onderdeel.....: Plaatfundering rijwoningen

DOORBUIGINGEN w_{bij} [mm]

Ligger:1 Quasi-blijvende combinatie

**DOORBUIGINGEN w_{max}** [mm]

Ligger:1 Quasi-blijvende combinatie

**DOORBUIGINGEN**

Quasi-blijvende combinatie

Veld	Zijde	positie	l_{rep}	w_1	w_2	-- w_{bij} --		w_{tot}	w_c	-- w_{max} --	
		[m]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[lrep/]	[mm]	[mm]	[mm]	[lrep/]
1	Pos.	3.458	13700	3.2	4.0	4.5	3066	7.7		7.7	1778

Statische berekening

Werk : Nieuwbouw woningen aan de Katoenstraat te Deurne

Onderdeel : Rijwoningen



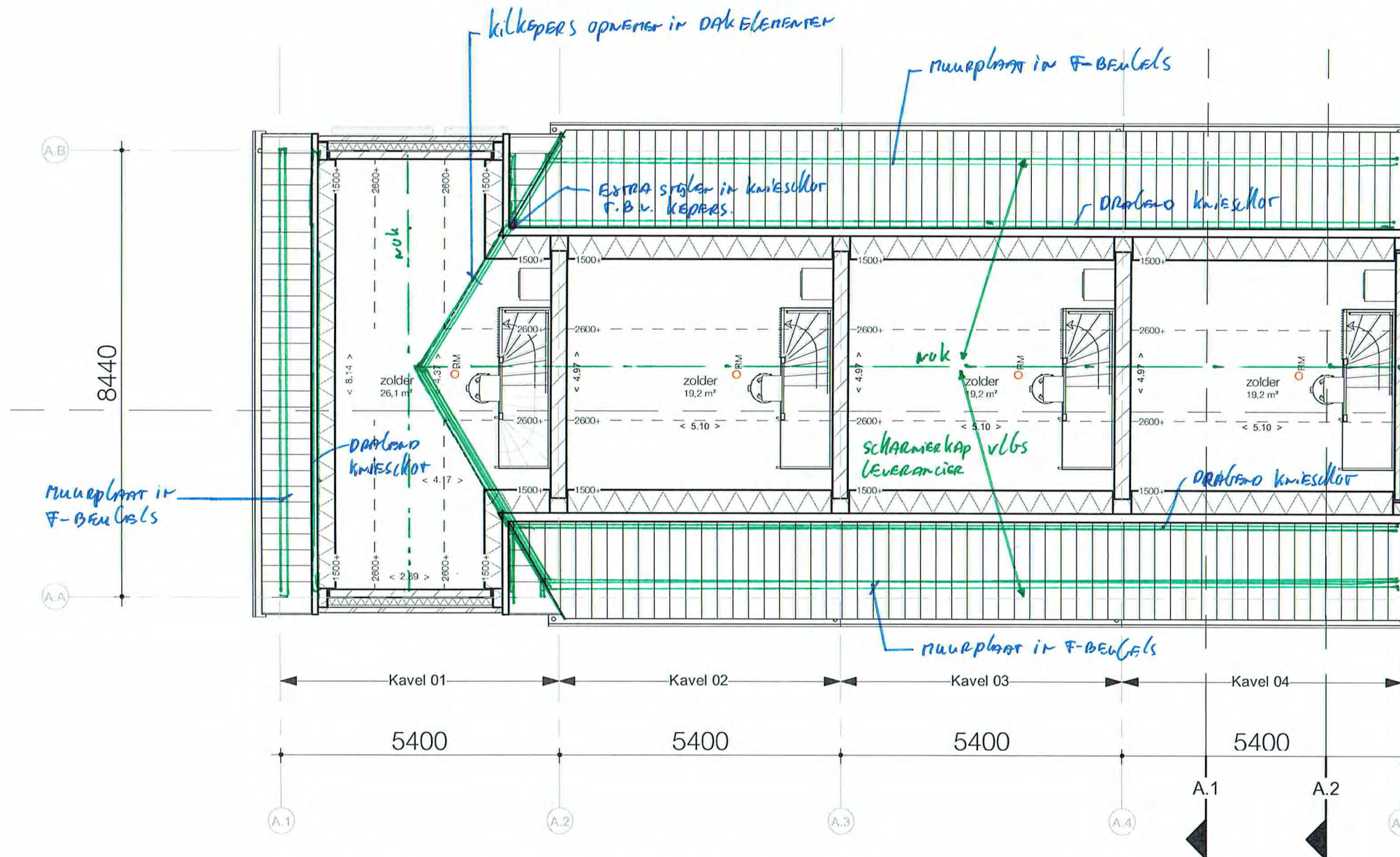
Werknummer : 19004

Architect : More For You
Energiesstraat 21
5753 RN Deurne
0342-460070



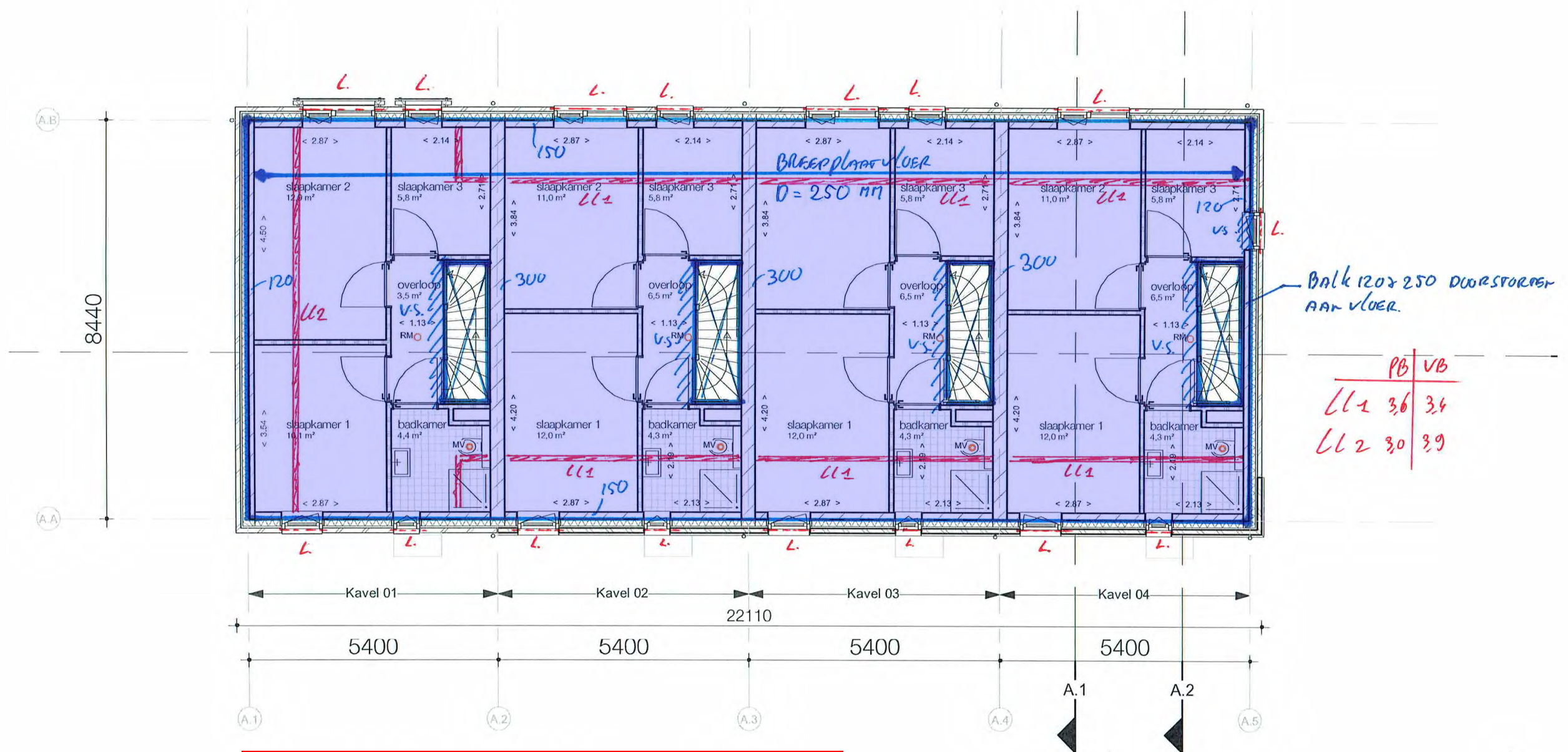
Datum : 18-02-2022

Constructeur : Hans van Heerebeek



Dakschema

Scharnierkap inclusief knieschotten en muurplaten volgens tekening en berekening leverancier.



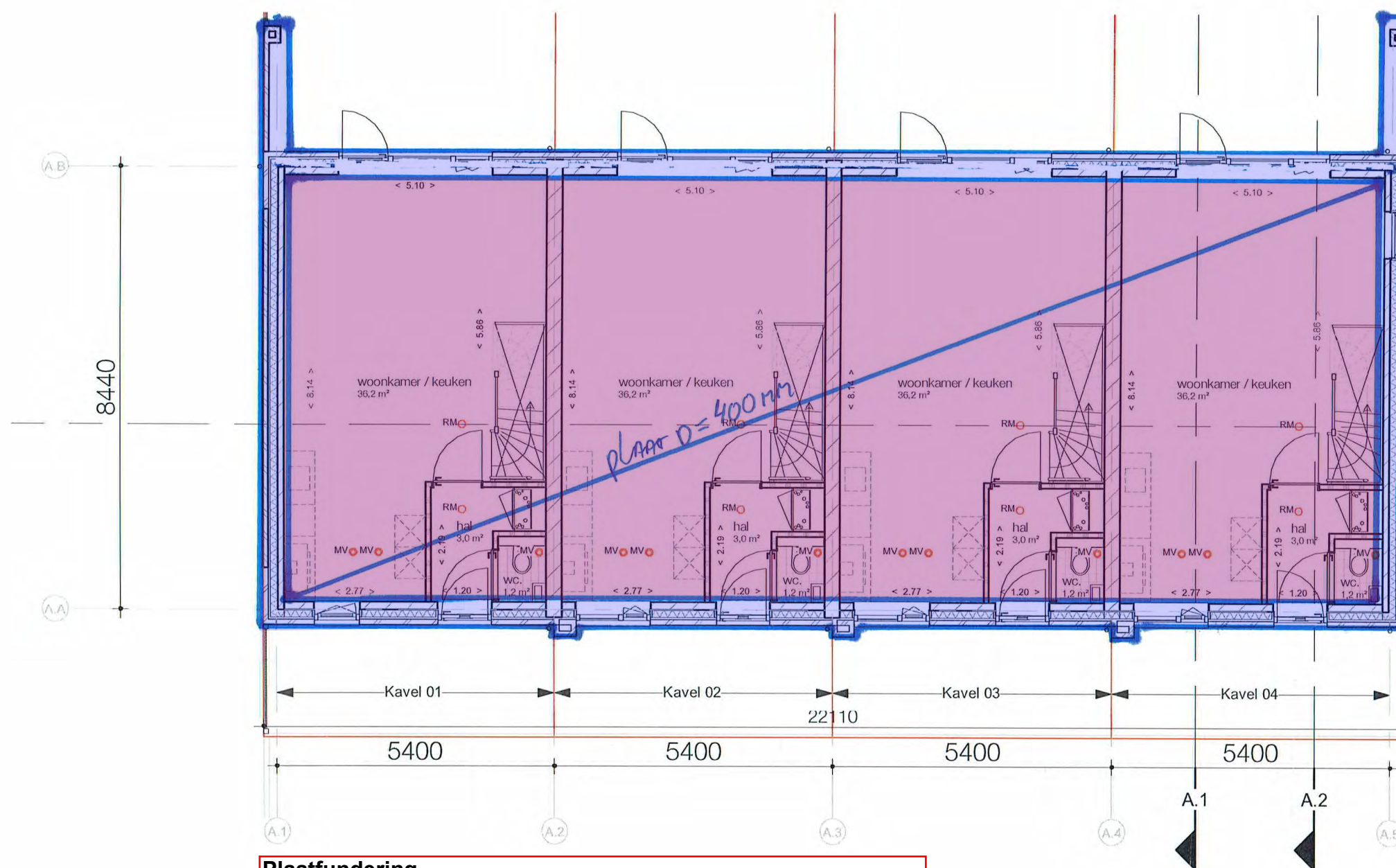
2e Verdiepingsvloer

Breedplaatvloer d=250mm met opstorting beton C20/25 conform tekening en berekening leverancier.

V.S. = versterkte strook in vloer.

L. = Dunwandige latei volgens leverancier.

Dragend metselwerk uitvoeren met kalkzandsteen lijmwerk CS12.



Plaatfundering

Plaatfundering d=400mm met vorstrand d=160mm

Beton C30/37 XC4 / XF1

Wapening +/- 60 kg/m3

Fundering aanleggen op de vaste bank. Voor ontgravingsnivo's zie funderingsadvies Inpijn-Blokpoel 02P016410.

B&B Bouwadvies
Hans van Heerebeek

Formaat A3
Schaal 1:100
Werknummer 19004

algemeen:

Onderdeel	Woning	▼
Ontwerplevensduur	50	▼
Gevolgklasse	CC1	▼

Uiterste grenstoestand

veiligheidsfactoren	
$\gamma_g \cdot \xi$	1.08
γ_g	1.22
γ_q	1.35

toetsingsregels:

$$\gamma_g \times \xi \times g_k + \gamma_q \times q_k$$

$$\gamma_g \times g_k + \gamma_q \times (\psi_0 \times q_k)$$

Bruikbaarheids grenstoestand

veiligheidsfactoren	
γ_g	1.00
γ_q	1.00

toetsingsregels:

$$\gamma_g \times g_k + \gamma_q \times q_k$$

	voorschriften	NEN-EN 1990	Grondslagen van het constructief ontwerp
		NEN-EN 1991-1-1	Volumieke gewichten, eigen gewicht, opgelegde belastingen voor gebouwen
		NEN-EN 1991-1-2	Belasting bij brand
		NEN-EN 1991-1-3	Sneeuwbelasting
		NEN-EN 1991-1-4	Windbelasting
		NEN-EN 1991-1-5	Thermische belasting
		NEN-EN 1991-1-6	Belasting tijdens uitvoering
		NEN-EN 1991-1-7	Buitengewone belastingen
Beton:	voorschriften	NEN-EN 1992-1-1	Algemene regels en regels voor gebouwen
		NEN-EN 1992-1-2	Ontwerp en berekening van constructies bij brand
	betonkwaliteit	C20/25	
	milieuklasse	Bepaling per onderdeel	
	consistentie klasse	C3	
	cement	CEM I 32.5 R of CEM III/ B 42.5 LH HS	
	wapening	B500B	
Staal:	voorschriften	NEN-EN 1993-1-1	Algemene regels en regels voor gebouwen
		NEN-EN 1993-1-2	Ontwerp en berekening van constructies bij brand
		NEN-EN 1993-1-8	Ontwerp en berekening van verbindingen
	staalkwaliteit	S235 JR, voor kokers S275 J2H	
	lassen	electrisch, $a_{\min} = 5\text{mm}$	
	boutkwaliteit	8.8	
	ankerqualiteit	4.6	
Hout:	voorschriften	NEN-EN 1995-1-1	Algemene regels en regels voor gebouwen
		NEN-EN 1995-1-2	Ontwerp en berekening van constructies bij brand
	houtsoort	europes naaldhout	
	kwaliteit gezaagd/geschaafd	C18	
	kwaliteit gelamineerd	GL24h	
	klimaatklasse	Bepaling per onderdeel	

Werk: 19004: Nieuwbouw katoenstraat te Deurne
 Architect: More For You
 Gebouw: Rijwoningen
 Gevolgklasse: CC1
 Referentie periode: 50 jaar

Belastingen

Hellend dak

Dakopbouw pannendak		0,65	=	0,65
Extra		0,15	=	0,15
			+	-----
Totaal Permanent				0,80 kN/m ²
Veranderlijke belasting		0,42	=	0,42 kN/m ²
Momentaanfactor	0,00 /	0,42	=	0,00

2e Verdiepingsvloer

Breedplaatvloer d=250mm		0,25	*	25,00	=	6,25
Afwerking		0,07	*	20,00	=	1,40
					+	-----
Totaal Permanent						7,65 kN/m ²
Veranderlijke belasting	(L.S.W. + V.B.)	0,50	+	1,75	=	2,25 kN/m ²
Momentaanfactor		0,90	/	2,25	=	0,40

1e Verdiepingsvloer

Breedplaatvloer d=250mm		0,25	*	25,00	=	6,25
Afwerking		0,07	*	20,00	=	1,40
					+	-----
Totaal Permanent						7,65 kN/m ²
Veranderlijke belasting	(L.S.W. + V.B.)	0,50	+	1,75	=	2,25 kN/m ²
Momentaanfactor		0,90	/	2,25	=	0,40

Plaatfundering

Betonvloer d=400mm		0,40	*	25,00	=	10,00
Afwerking		0,07	*	20,00	=	1,40
					+	-----
Totaal Permanent						11,40 kN/m ²
Veranderlijke belasting	(L.S.W. + V.B.)	0,50	+	1,75	=	2,25 kN/m ²
Momentaanfactor		0,90	/	2,25	=	0,40

Metselwerk d=100mm

Metselwerk d=100mm		0,10	*	20,00	=	2,00
					+	-----
Totaal Permanent						2,00 kN/m ²

Kalkzandsteen d=120mm

Kalkzandsteen d=120mm		0,12	*	20,00	=	2,40
					+	-----
Totaal Permanent						2,40 kN/m ²

Kalkzandsteen d=150mm

Kalkzandsteen d=150mm		0,15	*	20,00	=	3,00
					+	-----
Totaal Permanent						3,00 kN/m ²

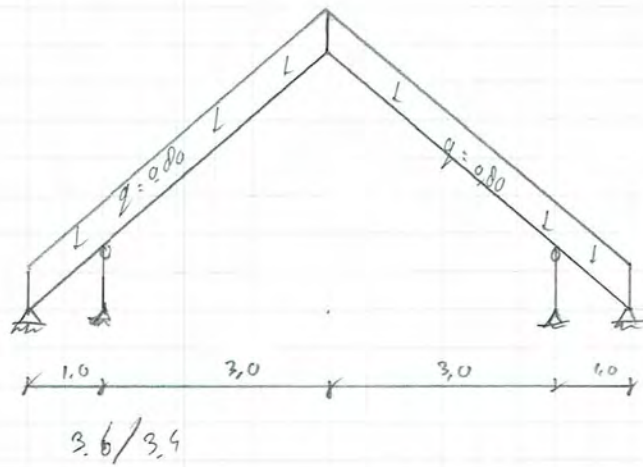
Kalkzandsteen d=300mm

Kalkzandsteen d=300mm		0,30	*	20,00	=	6,00
					+	-----
Totaal Permanent						6,00 kN/m ²

Opdracht 1

9,4+

6,0+

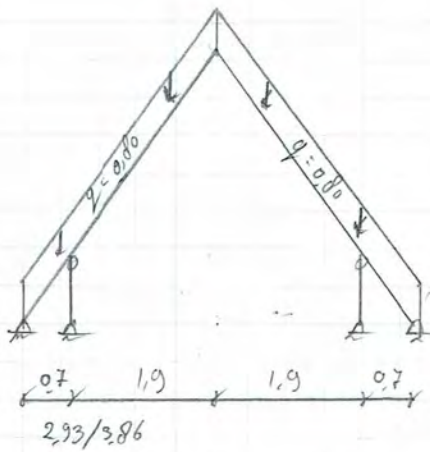


Zie uitrol 100-122

Kapdekkende 2

9.6+

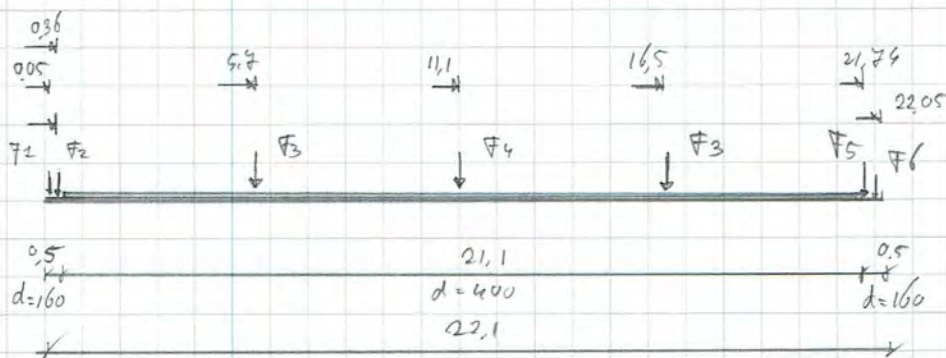
6.0+



Zie introductie 123-135

Oliefundering

Olief d=400 + RAND D=160mm



$F_{1,2}$
 $F_{2,1}$
 $F_{3,1}$
 $F_{4,1}$
 $F_{5,1}$
 $F_{6,1}$

} zie lh 2-2

PB VB

13	0
52	10
149	28
131	23
59	10
19	0

Zie intro lh 200-209

Plaatfundering

F1

		G_{rep}	$\psi_t * \psi$	Q_{rep}		pb	vb
Metselwerk d=100mm	(	6,30)*(	2,00 +	0,00 *	0,00) =	12,60 +	0,00 #####
					+	-----	+
Totaal						12,60 +	0,00 kN

F2

		G_{rep}	$\psi_t * \psi$	Q_{rep}		pb	vb
Hellend dak	(	5,00)*(	0,80 +	0,00 *	0,42) =	4,00 +	0,00
2e Verdiepingsvloer	(	2,20)*(	7,65 +	1,00 *	2,25) =	16,83 +	4,95 extr
1e Verdiepingsvloer	(	2,20)*(	7,65 +	1,00 *	2,25) =	16,83 +	4,95 extr
Kalkzandsteen d=120mm	(	6,00)*(	2,40 +	0,00 *	0,00) =	14,40 +	0,00
					+	-----	+
Totaal						52,06 +	9,90 kN

F3

		G_{rep}	$\psi_t * \psi$	Q_{rep}		pb	vb
2e Verdiepingsvloer	(	6,20)*(	7,65 +	1,00 *	2,25) =	47,43 +	13,95 extr
1e Verdiepingsvloer	(	6,20)*(	7,65 +	1,00 *	2,25) =	47,43 +	13,95 extr
Kalkzandsteen d=300mm	(	9,00)*(	6,00 +	0,00 *	0,00) =	54,00 +	0,00
					+	-----	+
Totaal						148,86 +	27,90 kN

F4

		G_{rep}	$\psi_t * \psi$	Q_{rep}		pb	vb
2e Verdiepingsvloer	(	5,00)*(	7,65 +	1,00 *	2,25) =	38,25 +	11,25 extr
1e Verdiepingsvloer	(	5,00)*(	7,65 +	1,00 *	2,25) =	38,25 +	11,25 extr
Kalkzandsteen d=300mm	(	9,00)*(	6,00 +	0,00 *	0,00) =	54,00 +	0,00
					+	-----	+
Totaal						130,50 +	22,50 kN

F5

		G_{rep}	$\psi_t * \psi$	Q_{rep}		pb	vb
Hellend dak	(	5,00)*(	0,80 +	0,00 *	0,42) =	4,00 +	0,00
2e Verdiepingsvloer	(	2,20)*(	7,65 +	1,00 *	2,25) =	16,83 +	4,95 extr
1e Verdiepingsvloer	(	2,20)*(	7,65 +	1,00 *	2,25) =	16,83 +	4,95 extr
Kalkzandsteen d=120mm	(	9,00)*(	2,40 +	0,00 *	0,00) =	21,60 +	0,00
					+	-----	+
Totaal						59,26 +	9,90 kN

F6

		G_{rep}	$\psi_t * \psi$	Q_{rep}		pb	vb
Metselwerk d=100mm	(	9,50)*(	2,00 +	0,00 *	0,00) =	19,00 +	0,00 #####
					+	-----	+
Totaal						19,00 +	0,00 kN

Project.....: 19004 - Nieuwbouw Katoenstraat te Deurne
 Onderdeel....: Kapconstructie 1
 Dimensies....: kN;m;rad (tenzij anders aangegeven)
 Datum.....: 18/02/2022
 Bestand.....: P:\PROJECTEN 2019\19004 Nieuwbouw Katoenstraat
 Deurne\Berekening\Kapdoorsnede 1.rww

Belastingbreedte.: 1.000

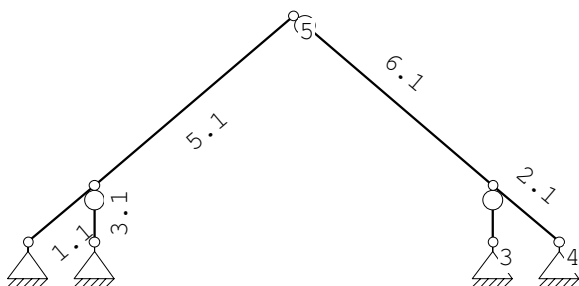
Theorie voor de bepaling van de krachtsverdeling: Geometrisch lineair.

Gunstige werking van de permanente belasting wordt automatisch verwerkt.

Toegepaste normen volgens Eurocode met Nederlandse NB

Belastingen	NEN-EN 1990:2002	C2:2010,A1:2019	NB:2019(nl)
	NEN-EN 1991-1-1:2002	C1/C11:2019	NB:2019(nl)
	NEN-EN 1991-1-3:2003	C1:2009	NB:2011(nl)
	NEN-EN 1991-1-4:2005	C2:2011	NB:2011(nl)

GEOMETRIE



MATERIALEN

Mt	Kwaliteit	E-modulus[N/mm ²]	S.G.	S.G.verhoogd	Pois.	Uitz. coëff
1	C24	11000	3.5	4.2	1.00	5.0000e-06

Bij de bepaling v.h. e.g. van houten staven is de S.G.verhoogd toegepast.

PROFIELEN [mm]

Prof.	Omschrijving	Materiaal	Oppervlak	Traagheid	Vormf.
1	B*H 60*220	1:C24	1.3200e+04	5.3240e+07	0.00

PROFIELEN vervolg [mm]

Prof.	Staaftype	Breedte	Hoogte	e	Type	b1	h1	b2	h2
1	0:Normaal	60	220	110.0	0:RH				

PROFIELVORMEN [mm]

1 B*H 60*220



Project.....: 19004 - Nieuwbouw Katoenstraat te Deurne

Onderdeel.....: Kapconstructie 1

KNOPEN

Knoop	X	Z	Knoop	X	Z
1	0.000	6.000	6	1.000	6.850
2	1.000	6.000	7	7.000	6.850
3	7.000	6.000			
4	8.000	6.000			
5	4.000	9.400			

STAVEN

St.	ki	kj	Profiel	Aansl.i	Aansl.j	Lengte	Opm.
1	1	6	1:B*H 60*220	NDM	NDM	1.312	
2	4	7	1:B*H 60*220	NDM	NDM	1.312	
3	2	6	1:B*H 60*220	NDM	ND-	0.850	
4	3	7	1:B*H 60*220	NDM	ND-	0.850	
5	6	5	1:B*H 60*220	NDM	NDM	3.937	
6	7	5	1:B*H 60*220	NDM	ND-	3.937	

VASTE STEUNPUNTEN

Nr.	knoop	Kode	XZR 1=vast 0=vrij	Hoek
1	1	110		0.00
2	2	110		0.00
3	3	110		0.00
4	4	110		0.00

BELASTINGGENERATIE ALGEMEEN.

Betrouwbaarheidsklasse.....: 1 Referentieperiode.....: 50
 Gebouwdiepte.....: 20.00 Gebouwhoogte.....: 9.40
 Niveau aansl.terrein.....: 0.00 E.g. scheid.w. [kN/m2]: 1.20

WIND

Terrein categorie ...[4.3.2]...: Onbebouwd
 Windgebied: 3 Vb,0 ..[4.2].....: 24.500
 Positie spant in het gebouw....: 5.000 Kr[4.3.2].....: 0.209
 z0[4.3.2]...: 0.200 Zmin ..[4.3.2].....: 4.000
 Co wind van links ..[4.3.3]...: 1.000 Co wind van rechts....: 1.000
 Co wind loodrecht ..[4.3.3]...: 1.000
 Cpi wind van links ..[7.2.9]...: 0.200 -0.300
 Cpi windloodrecht ...[7.2.9]...: 0.200 -0.300
 Cpi wind van rechts ..[7.2.9]...: 0.200 -0.300
 Cfr windwrijving[7.5].....: 0.040

SNEEUW

Sneeuwbelasting (sk) 50 jaar : 0.70
 Sneeuwbelasting (sn) n jaar : 0.70

Project.....: 19004 - Nieuwbouw Katoenstraat te Deurne

Onderdeel....: Kapconstructie 1

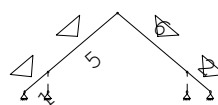
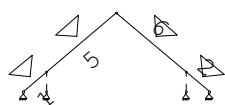
STAFTYPEN

Type	staven
4:Wand / kolom.	: 3,4
7:Dak.	: 1,2,5,6

LASTVELDEN

Wind staven

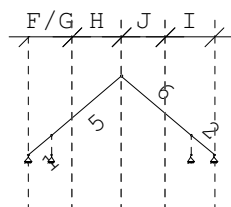
Sneeuw staven

**WIND DAKTYPES**

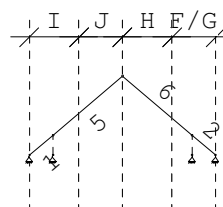
Nr.	Staaft Type	reductie bij wind van links	reductie bij wind van rechts	Cpe volgens art:
1	1-5 Zadel dak	1.000	1.000	7.2.5
2	6-2 Zadel dak	1.000	1.000	7.2.5

WIND ZONES

Wind van links



Wind van rechts

**WIND VAN LINKS ZONES**

Nr.	Staaft	Positie	Lengte	Zone
1	1-5	0.000	1.880	F/G
2	1-5	1.880	2.120	H
3	6-2	0.000	1.880	J
4	6-2	1.880	2.120	I

WIND VAN RECHTS ZONES

Nr.	Staaft	Positie	Lengte	Zone
1	6-2	0.000	1.880	F/G
2	6-2	1.880	2.120	H
3	1-5	0.000	1.880	J
4	1-5	1.880	2.120	I

Wind indexen

Index	CsCd	Cpe/Cpi	qp	breedte	reductie	Qw	Zone	Hoek(en)
Qw1		0.300	0.685	1.000		-0.205	-i	
Qw2		-0.300	0.685	1.000		0.205	-i	
Qw3	1.00	0.700	0.685	0.200		-0.096	F	40.4
Qw4	1.00	0.700	0.685	0.800		-0.383	G	40.4
Qw5	1.00	0.539	0.685	1.000		-0.369	H	40.4

Project.....: 19004 - Nieuwbouw Katoenstraat te Deurne

Onderdeel.....: Kapconstructie 1

Wind indexen

Index	CsCd	Cpe/Cpi	qp	breedte	reductie	Qw	Zone	Hoek(en)
Qw6	1.00	0.361	0.685	1.000		-0.247	J	40.4
Qw7	1.00	0.261	0.685	1.000		-0.179	I	40.4
Qw8		-0.200	0.685	1.000		0.137	+i	
Qw9		0.200	0.685	1.000		-0.137	+i	
Qw10	1.00	-0.153	0.685	0.200		0.021	F	40.4
Qw11	1.00	-0.153	0.685	0.800		0.084	G	40.4
Qw12	1.00	-0.061	0.685	1.000		0.042	H	40.4
Qw13	1.00	-0.700	0.685	0.200		0.096	F	40.4
Qw14	1.00	-0.700	0.685	0.800		0.383	G	40.4
Qw15	1.00	-0.539	0.685	1.000		0.369	H	40.4
Qw16	1.00	-0.361	0.685	1.000		0.247	J	40.4
Qw17	1.00	-0.261	0.685	1.000		0.179	I	40.4
Qw18	1.00	0.153	0.685	0.200		-0.021	F	40.4
Qw19	1.00	0.153	0.685	0.800		-0.084	G	40.4
Qw20	1.00	0.061	0.685	1.000		-0.042	H	40.4

SNEEUW DAKTYPEN

Staaft artikel

1-5 5.3.3 Zadel dak

6-2 5.3.3 Zadel dak

Sneeuw indexen

Index	art	μ	s_k	red.	posfac	breedte	Q_s	hoek
Qs1	5.3.3	0.524	0.70	1.00		1.000	0.367	40.4
Qs2	5.3.3	0.262	0.70	1.00		1.000	0.183	40.4

BELASTINGGEVALLEN

B.G.	Omschrijving	Type
	1 Permanente belasting EGZ=-1.00	1
g	2 Wind van links onderdruk A	7
g	3 Wind van links overdruk A	8
g	4 Wind van links onderdruk B	9
g	5 Wind van links overdruk B	10
g	6 Wind van links onderdruk C	37
g	7 Wind van links overdruk C	38
g	8 Wind van links onderdruk D	39
g	9 Wind van links overdruk D	40
g	10 Wind van rechts onderdruk A	11
g	11 Wind van rechts overdruk A	12
g	12 Wind van rechts onderdruk B	13
g	13 Wind van rechts overdruk B	14
g	14 Wind van rechts onderdruk C	41
g	15 Wind van rechts overdruk C	42
g	16 Wind van rechts onderdruk D	43
g	17 Wind van rechts overdruk D	44
g	18 Sneeuw A	22

Project.....: 19004 - Nieuwbouw Katoenstraat te Deurne

Onderdeel.....: Kapconstructie 1

BELASTINGGEVALLEN

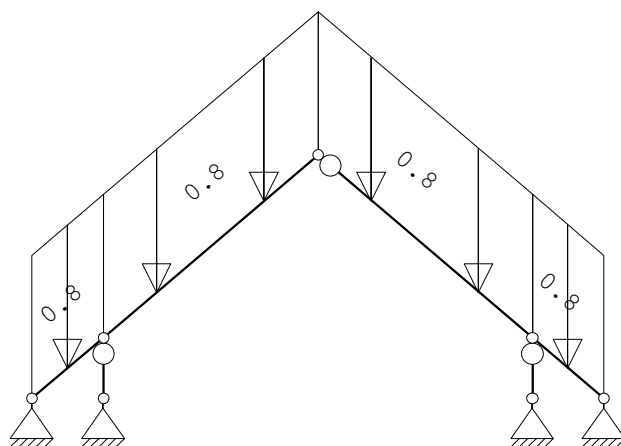
B.G.	Omschrijving	Type
g	19 Sneeuw B	23
g	20 Sneeuw C	33

g = gegenereerd belastinggeval

BELASTINGEN

B.G:1 Permanente belasting

Eigen gewicht van alle staven is meegenomen in berekening. Richting:↓

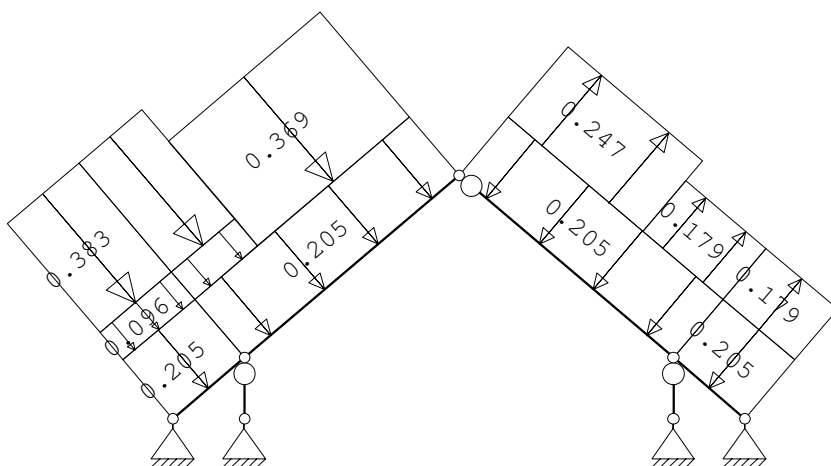
**STAAFBELASTINGEN**

B.G:1 Permanente belasting

Staat	Type	q1/p/m	q2	A	B	ψ_0	ψ_1	ψ_2
1	5:QZGloaal	-0.80	-0.80	0.000	0.000			
5	5:QZGloaal	-0.80	-0.80	0.000	0.000			
6	5:QZGloaal	-0.80	-0.80	0.000	0.000			
2	5:QZGloaal	-0.80	-0.80	0.000	0.000			

BELASTINGEN

B.G:2 Wind van links onderdruk A

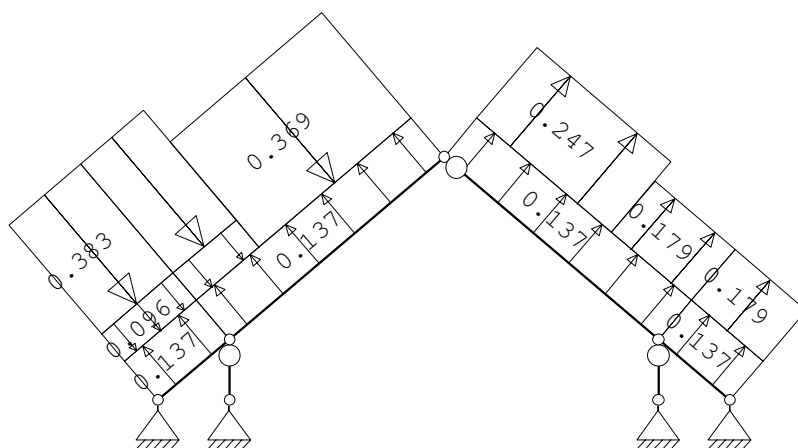


Onderdeel....: Kapconstructie 1

B.G:2 Wind van links onderdruk A

Staat	Type	Index	q1/p/m	q2	A	B	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
1	1:QZLokaal	Qw1	-0.21	-0.21	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
5	1:QZLokaal	Qw1	-0.21	-0.21	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
6	1:QZLokaal	Qw2	0.21	0.21	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
2	1:QZLokaal	Qw2	0.21	0.21	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
1	1:QZLokaal	Qw3	-0.10	-0.10	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
1	1:QZLokaal	Qw4	-0.38	-0.38	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
5	1:QZLokaal	Qw3	-0.10	-0.10	0.000	2.782	0.00	0.20	0.00
5	1:QZLokaal	Qw4	-0.38	-0.38	0.000	2.782	0.00	0.20	0.00
5	1:QZLokaal	Qw5	-0.37	-0.37	1.155	0.000	0.00	0.20	0.00
6	1:QZLokaal	Qw6	-0.25	-0.25	1.470	0.000	0.00	0.20	0.00
6	1:QZLokaal	Qw7	-0.18	-0.18	0.000	2.467	0.00	0.20	0.00
2	1:QZLokaal	Qw7	-0.18	-0.18	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00

B.G:3 Wind van links overdruk A



B.G:3 Wind van links overdruk A

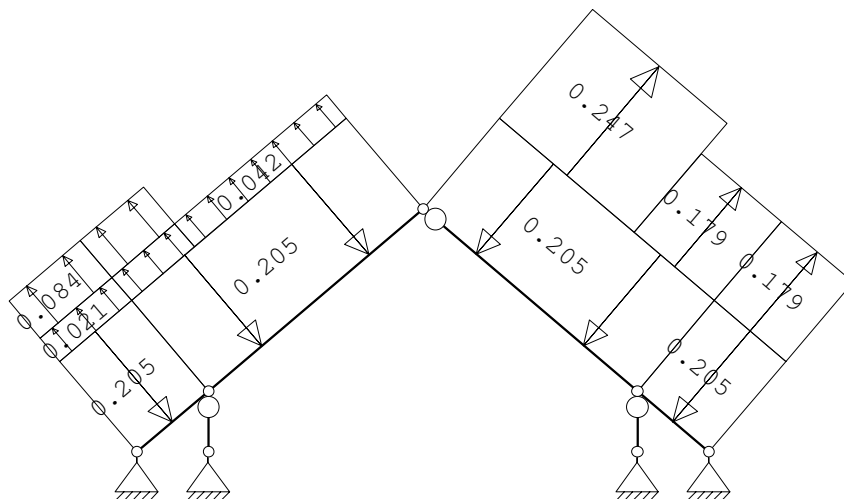
Staa	Type	Index	q1/p/m	q2	A	B	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
1	1:QZLokaal	Qw8	0.14	0.14	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
5	1:QZLokaal	Qw8	0.14	0.14	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
6	1:QZLokaal	Qw9	-0.14	-0.14	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
2	1:QZLokaal	Qw9	-0.14	-0.14	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
1	1:QZLokaal	Qw3	-0.10	-0.10	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
1	1:QZLokaal	Qw4	-0.38	-0.38	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
5	1:QZLokaal	Qw3	-0.10	-0.10	0.000	2.782	0.00	0.20	0.00
5	1:QZLokaal	Qw4	-0.38	-0.38	0.000	2.782	0.00	0.20	0.00
5	1:QZLokaal	Qw5	-0.37	-0.37	1.155	0.000	0.00	0.20	0.00
6	1:QZLokaal	Qw6	-0.25	-0.25	1.470	0.000	0.00	0.20	0.00
6	1:QZLokaal	Qw7	-0.18	-0.18	0.000	2.467	0.00	0.20	0.00
2	1:QZLokaal	Qw7	-0.18	-0.18	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00

Project.....: 19004 - Nieuwbouw Katoenstraat te Deurne

Onderdeel.....: Kapconstructie 1

BELASTINGEN

B.G:4 Wind van links onderdruk B

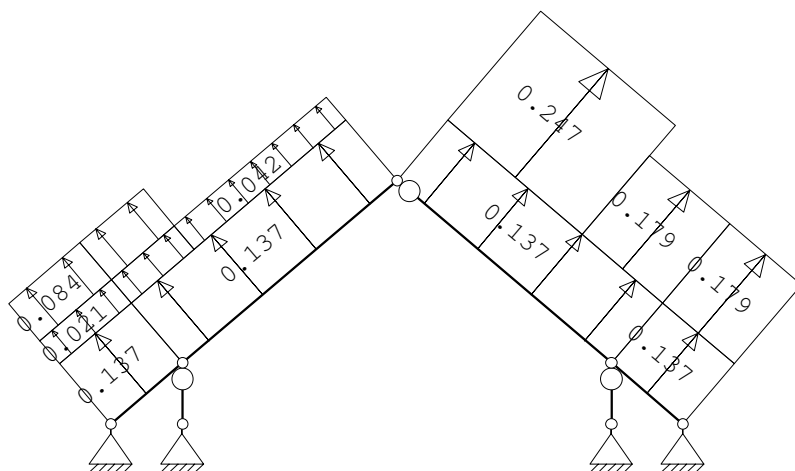
**STAAFBELASTINGEN**

B.G:4 Wind van links onderdruk B

Staal	Type	Index	q1/p/m	q2	A	B	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
1	1:QZLokaal	Qw1	-0.21	-0.21	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
5	1:QZLokaal	Qw1	-0.21	-0.21	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
6	1:QZLokaal	Qw2	0.21	0.21	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
2	1:QZLokaal	Qw2	0.21	0.21	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
1	1:QZLokaal	Qw10	0.02	0.02	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
1	1:QZLokaal	Qw11	0.08	0.08	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
5	1:QZLokaal	Qw10	0.02	0.02	0.000	2.782	0.00	0.20	0.00
5	1:QZLokaal	Qw11	0.08	0.08	0.000	2.782	0.00	0.20	0.00
5	1:QZLokaal	Qw12	0.04	0.04	1.155	0.000	0.00	0.20	0.00
6	1:QZLokaal	Qw6	-0.25	-0.25	1.470	0.000	0.00	0.20	0.00
6	1:QZLokaal	Qw7	-0.18	-0.18	0.000	2.467	0.00	0.20	0.00
2	1:QZLokaal	Qw7	-0.18	-0.18	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00

BELASTINGEN

B.G:5 Wind van links overdruk B



Project.....: 19004 - Nieuwbouw Katoenstraat te Deurne

Onderdeel.....: Kapconstructie 1

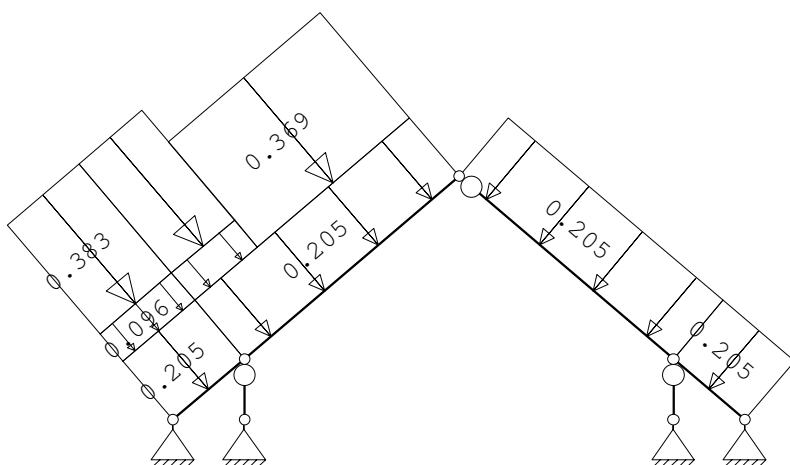
STAAFBELASTINGEN

B.G:5 Wind van links overdruk B

Staafl	Type	Index	q1/p/m	q2	A	B	ψ_0	ψ_1	ψ_2
1	1:QZLokaal	Qw8	0.14	0.14	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
5	1:QZLokaal	Qw8	0.14	0.14	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
6	1:QZLokaal	Qw9	-0.14	-0.14	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
2	1:QZLokaal	Qw9	-0.14	-0.14	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
1	1:QZLokaal	Qw10	0.02	0.02	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
1	1:QZLokaal	Qw11	0.08	0.08	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
5	1:QZLokaal	Qw10	0.02	0.02	0.000	2.782	0.00	0.20	0.00
5	1:QZLokaal	Qw11	0.08	0.08	0.000	2.782	0.00	0.20	0.00
5	1:QZLokaal	Qw12	0.04	0.04	1.155	0.000	0.00	0.20	0.00
6	1:QZLokaal	Qw6	-0.25	-0.25	1.470	0.000	0.00	0.20	0.00
6	1:QZLokaal	Qw7	-0.18	-0.18	0.000	2.467	0.00	0.20	0.00
2	1:QZLokaal	Qw7	-0.18	-0.18	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00

BELASTINGEN

B.G:6 Wind van links onderdruk C

**STAAFBELASTINGEN**

B.G:6 Wind van links onderdruk C

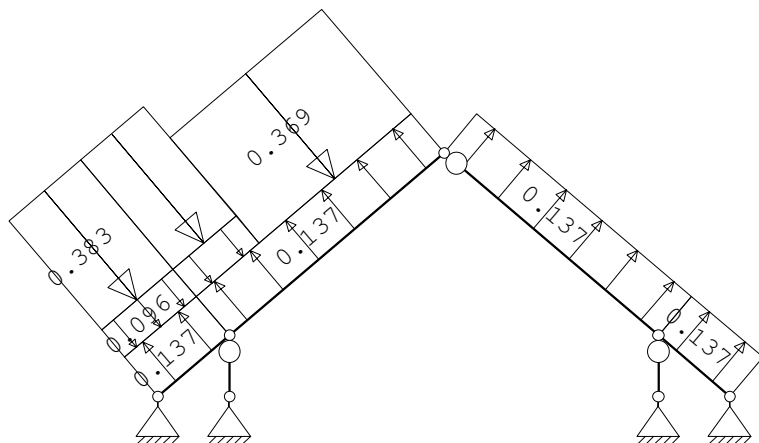
Staafl	Type	Index	q1/p/m	q2	A	B	ψ_0	ψ_1	ψ_2
1	1:QZLokaal	Qw1	-0.21	-0.21	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
5	1:QZLokaal	Qw1	-0.21	-0.21	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
6	1:QZLokaal	Qw2	0.21	0.21	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
2	1:QZLokaal	Qw2	0.21	0.21	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
1	1:QZLokaal	Qw3	-0.10	-0.10	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
1	1:QZLokaal	Qw4	-0.38	-0.38	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
5	1:QZLokaal	Qw3	-0.10	-0.10	0.000	2.782	0.00	0.20	0.00
5	1:QZLokaal	Qw4	-0.38	-0.38	0.000	2.782	0.00	0.20	0.00
5	1:QZLokaal	Qw5	-0.37	-0.37	1.155	0.000	0.00	0.20	0.00

Project.....: 19004 - Nieuwbouw Katoenstraat te Deurne

Onderdeel.....: Kapconstructie 1

BELASTINGEN

B.G:7 Wind van links overdruk C

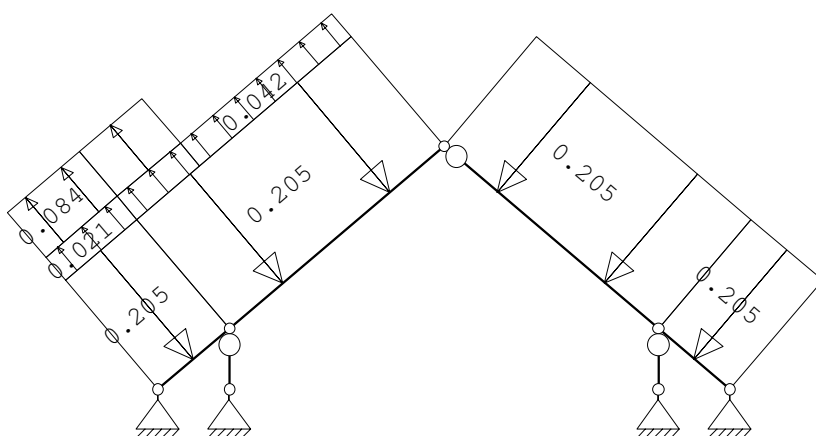
**STAAFBELASTINGEN**

B.G:7 Wind van links overdruk C

Staal	Type	Index	q1/p/m	q2	A	B	ψ_0	ψ_1	ψ_2
1	1:QZLokaal	Qw8	0.14	0.14	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
5	1:QZLokaal	Qw8	0.14	0.14	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
6	1:QZLokaal	Qw9	-0.14	-0.14	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
2	1:QZLokaal	Qw9	-0.14	-0.14	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
1	1:QZLokaal	Qw3	-0.10	-0.10	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
1	1:QZLokaal	Qw4	-0.38	-0.38	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
5	1:QZLokaal	Qw3	-0.10	-0.10	0.000	2.782	0.00	0.20	0.00
5	1:QZLokaal	Qw4	-0.38	-0.38	0.000	2.782	0.00	0.20	0.00
5	1:QZLokaal	Qw5	-0.37	-0.37	1.155	0.000	0.00	0.20	0.00

BELASTINGEN

B.G:8 Wind van links onderdruk D

**STAAFBELASTINGEN**

B.G:8 Wind van links onderdruk D

Staal	Type	Index	q1/p/m	q2	A	B	ψ_0	ψ_1	ψ_2
1	1:QZLokaal	Qw1	-0.21	-0.21	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
5	1:QZLokaal	Qw1	-0.21	-0.21	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
6	1:QZLokaal	Qw2	0.21	0.21	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
2	1:QZLokaal	Qw2	0.21	0.21	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
1	1:QZLokaal	Qw10	0.02	0.02	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
1	1:QZLokaal	Qw11	0.08	0.08	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00

Project.....: 19004 - Nieuwbouw Katoenstraat te Deurne

Onderdeel.....: Kapconstructie 1

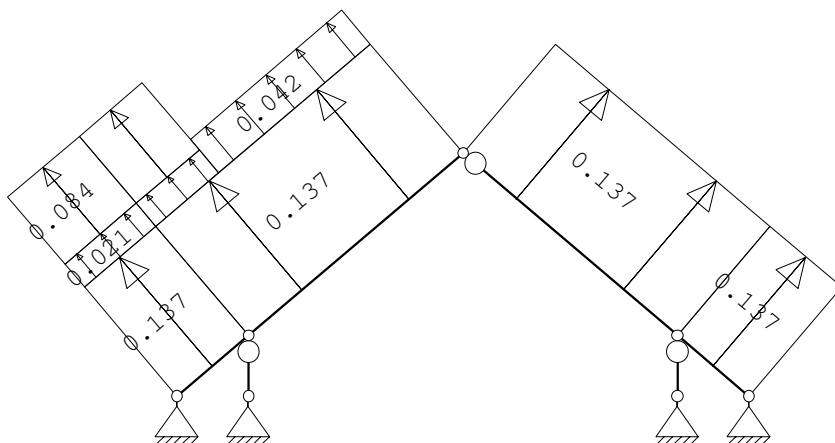
STAAFBELASTINGEN

B.G:8 Wind van links onderdruk D

Staaft Type	Index	q1/p/m	q2	A	B	ψ_0	ψ_1	ψ_2
5 1:QZLokaal	Qw10	0.02	0.02	0.000	2.782	0.00	0.20	0.00
5 1:QZLokaal	Qw11	0.08	0.08	0.000	2.782	0.00	0.20	0.00
5 1:QZLokaal	Qw12	0.04	0.04	1.155	0.000	0.00	0.20	0.00

BELASTINGEN

B.G:9 Wind van links overdruk D

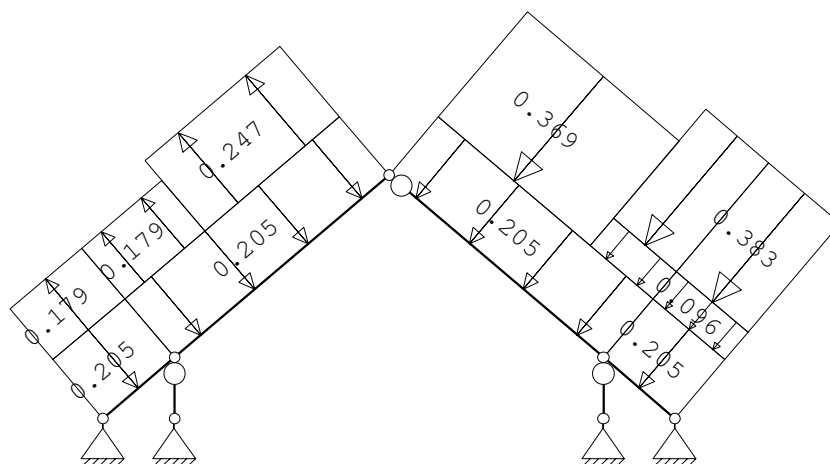
**STAAFBELASTINGEN**

B.G:9 Wind van links overdruk D

Staaft Type	Index	q1/p/m	q2	A	B	ψ_0	ψ_1	ψ_2
1 1:QZLokaal	Qw8	0.14	0.14	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
5 1:QZLokaal	Qw8	0.14	0.14	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
6 1:QZLokaal	Qw9	-0.14	-0.14	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
2 1:QZLokaal	Qw9	-0.14	-0.14	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
1 1:QZLokaal	Qw10	0.02	0.02	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
1 1:QZLokaal	Qw11	0.08	0.08	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
5 1:QZLokaal	Qw10	0.02	0.02	0.000	2.782	0.00	0.20	0.00
5 1:QZLokaal	Qw11	0.08	0.08	0.000	2.782	0.00	0.20	0.00
5 1:QZLokaal	Qw12	0.04	0.04	1.155	0.000	0.00	0.20	0.00

BELASTINGEN

B.G:10 Wind van rechts onderdruk A



Project.....: 19004 - Nieuwbouw Katoenstraat te Deurne

Onderdeel.....: Kapconstructie 1

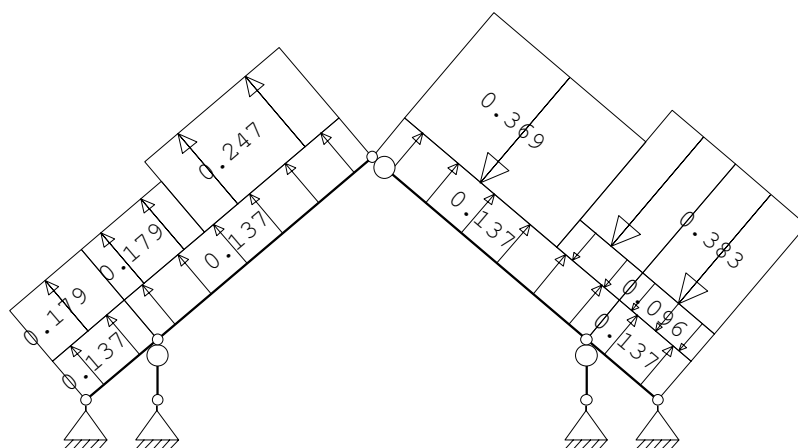
STAAFBELASTINGEN

B.G:10 Wind van rechts onderdruk A

Staad	Type	Index	q1/p/m	q2	A	B	ψ_0	ψ_1	ψ_2
1	1:QZLokaal	Qw1	-0.21	-0.21	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
5	1:QZLokaal	Qw1	-0.21	-0.21	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
6	1:QZLokaal	Qw2	0.21	0.21	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
2	1:QZLokaal	Qw2	0.21	0.21	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
2	1:QZLokaal	Qw13	0.10	0.10	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
2	1:QZLokaal	Qw14	0.38	0.38	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
6	1:QZLokaal	Qw13	0.10	0.10	0.000	2.782	0.00	0.20	0.00
6	1:QZLokaal	Qw14	0.38	0.38	0.000	2.782	0.00	0.20	0.00
6	1:QZLokaal	Qw15	0.37	0.37	1.155	0.000	0.00	0.20	0.00
5	1:QZLokaal	Qw16	0.25	0.25	1.470	0.000	0.00	0.20	0.00
5	1:QZLokaal	Qw17	0.18	0.18	0.000	2.467	0.00	0.20	0.00
1	1:QZLokaal	Qw17	0.18	0.18	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00

BELASTINGEN

B.G:11 Wind van rechts overdruk A

**STAAFBELASTINGEN**

B.G:11 Wind van rechts overdruk A

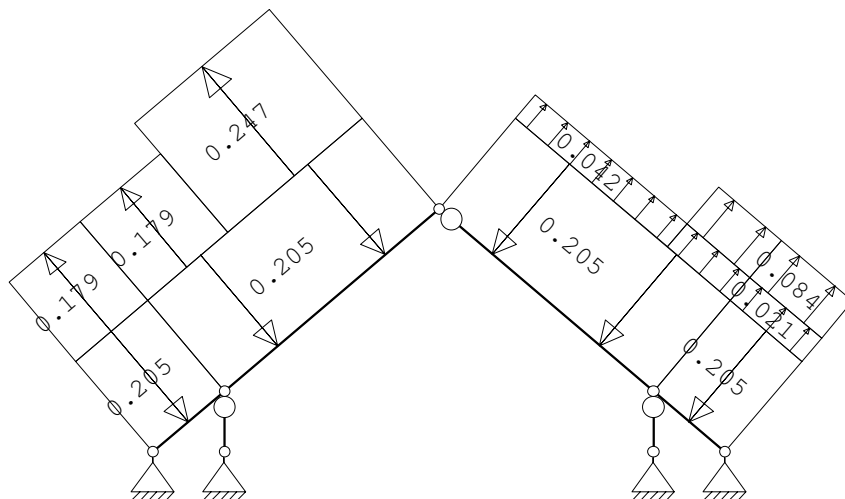
Staad	Type	Index	q1/p/m	q2	A	B	ψ_0	ψ_1	ψ_2
1	1:QZLokaal	Qw8	0.14	0.14	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
5	1:QZLokaal	Qw8	0.14	0.14	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
6	1:QZLokaal	Qw9	-0.14	-0.14	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
2	1:QZLokaal	Qw9	-0.14	-0.14	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
2	1:QZLokaal	Qw13	0.10	0.10	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
2	1:QZLokaal	Qw14	0.38	0.38	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
6	1:QZLokaal	Qw13	0.10	0.10	0.000	2.782	0.00	0.20	0.00
6	1:QZLokaal	Qw14	0.38	0.38	0.000	2.782	0.00	0.20	0.00
6	1:QZLokaal	Qw15	0.37	0.37	1.155	0.000	0.00	0.20	0.00
5	1:QZLokaal	Qw16	0.25	0.25	1.470	0.000	0.00	0.20	0.00
5	1:QZLokaal	Qw17	0.18	0.18	0.000	2.467	0.00	0.20	0.00
1	1:QZLokaal	Qw17	0.18	0.18	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00

Project.....: 19004 - Nieuwbouw Katoenstraat te Deurne

Onderdeel.....: Kapconstructie 1

BELASTINGEN

B.G:12 Wind van rechts onderdruk B

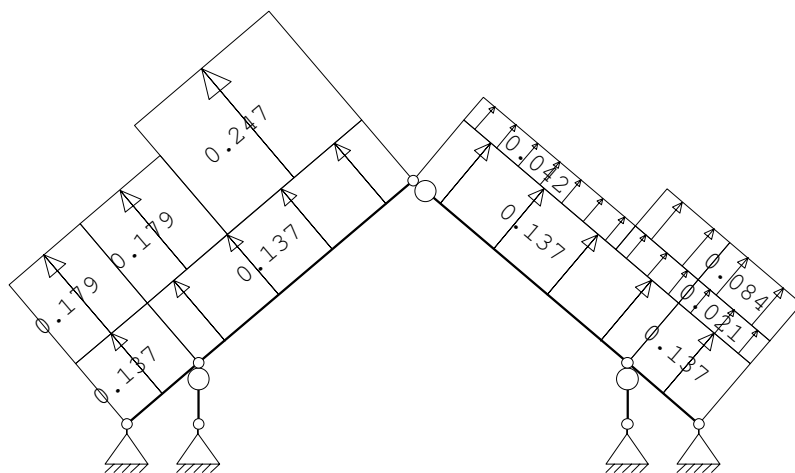
**STAAFBELASTINGEN**

B.G:12 Wind van rechts onderdruk B

Staal	Type	Index	q1/p/m	q2	A	B	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
1	1:QZLokaal	Qw1	-0.21	-0.21	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
5	1:QZLokaal	Qw1	-0.21	-0.21	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
6	1:QZLokaal	Qw2	0.21	0.21	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
2	1:QZLokaal	Qw2	0.21	0.21	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
2	1:QZLokaal	Qw18	-0.02	-0.02	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
2	1:QZLokaal	Qw19	-0.08	-0.08	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
6	1:QZLokaal	Qw18	-0.02	-0.02	0.000	2.782	0.00	0.20	0.00
6	1:QZLokaal	Qw19	-0.08	-0.08	0.000	2.782	0.00	0.20	0.00
6	1:QZLokaal	Qw20	-0.04	-0.04	1.155	0.000	0.00	0.20	0.00
5	1:QZLokaal	Qw16	0.25	0.25	1.470	0.000	0.00	0.20	0.00
5	1:QZLokaal	Qw17	0.18	0.18	0.000	2.467	0.00	0.20	0.00
1	1:QZLokaal	Qw17	0.18	0.18	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00

BELASTINGEN

B.G:13 Wind van rechts overdruk B



Project.....: 19004 - Nieuwbouw Katoenstraat te Deurne

Onderdeel.....: Kapconstructie 1

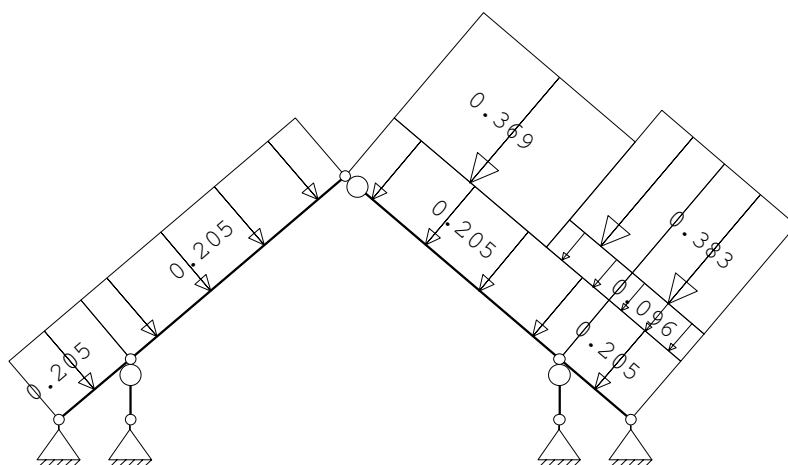
STAAFBELASTINGEN

B.G:13 Wind van rechts overdruk B

Staal	Type	Index	q1/p/m	q2	A	B	ψ_0	ψ_1	ψ_2
1	1:QZLokaal	Qw8	0.14	0.14	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
5	1:QZLokaal	Qw8	0.14	0.14	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
6	1:QZLokaal	Qw9	-0.14	-0.14	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
2	1:QZLokaal	Qw9	-0.14	-0.14	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
2	1:QZLokaal	Qw18	-0.02	-0.02	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
2	1:QZLokaal	Qw19	-0.08	-0.08	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
6	1:QZLokaal	Qw18	-0.02	-0.02	0.000	2.782	0.00	0.20	0.00
6	1:QZLokaal	Qw19	-0.08	-0.08	0.000	2.782	0.00	0.20	0.00
6	1:QZLokaal	Qw20	-0.04	-0.04	1.155	0.000	0.00	0.20	0.00
5	1:QZLokaal	Qw16	0.25	0.25	1.470	0.000	0.00	0.20	0.00
5	1:QZLokaal	Qw17	0.18	0.18	0.000	2.467	0.00	0.20	0.00
1	1:QZLokaal	Qw17	0.18	0.18	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00

BELASTINGEN

B.G:14 Wind van rechts onderdruk C

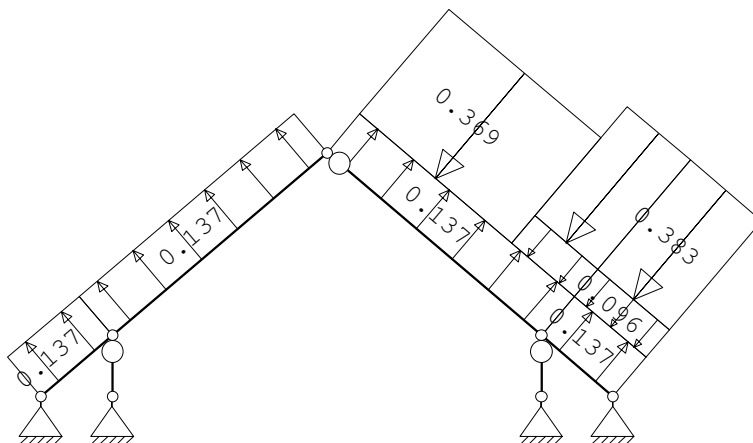
**STAAFBELASTINGEN**

B.G:14 Wind van rechts onderdruk C

Staal	Type	Index	q1/p/m	q2	A	B	ψ_0	ψ_1	ψ_2
1	1:QZLokaal	Qw1	-0.21	-0.21	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
5	1:QZLokaal	Qw1	-0.21	-0.21	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
6	1:QZLokaal	Qw2	0.21	0.21	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
2	1:QZLokaal	Qw2	0.21	0.21	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
2	1:QZLokaal	Qw13	0.10	0.10	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
2	1:QZLokaal	Qw14	0.38	0.38	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
6	1:QZLokaal	Qw13	0.10	0.10	0.000	2.782	0.00	0.20	0.00
6	1:QZLokaal	Qw14	0.38	0.38	0.000	2.782	0.00	0.20	0.00
6	1:QZLokaal	Qw15	0.37	0.37	1.155	0.000	0.00	0.20	0.00

Onderdeel....: Kapconstructie 1

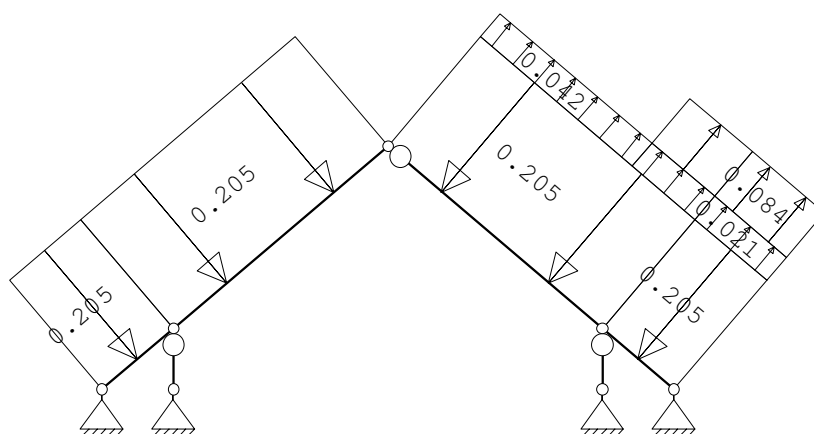
B.G:15 Wind van rechts overdruk C



B.G:15 Wind van rechts overdruk C

Staa	Type	Index	q1/p/m	q2	A	B	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
1	1:QZLokaal	Qw8	0.14	0.14	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
5	1:QZLokaal	Qw8	0.14	0.14	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
6	1:QZLokaal	Qw9	-0.14	-0.14	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
2	1:QZLokaal	Qw9	-0.14	-0.14	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
2	1:QZLokaal	Qw13	0.10	0.10	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
2	1:QZLokaal	Qw14	0.38	0.38	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
6	1:QZLokaal	Qw13	0.10	0.10	0.000	2.782	0.00	0.20	0.00
6	1:QZLokaal	Qw14	0.38	0.38	0.000	2.782	0.00	0.20	0.00
6	1:QZLokaal	Qw15	0.37	0.37	1.155	0.000	0.00	0.20	0.00

B.G:16 Wind van rechts onderdruk D



B.G:16 Wind van rechts onderdruk D

Staaftype	Type	Index	q1/p/m	q2	A	B	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
1	1:QZLokaal	Qw1	-0.21	-0.21	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
5	1:QZLokaal	Qw1	-0.21	-0.21	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
6	1:QZLokaal	Qw2	0.21	0.21	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
2	1:QZLokaal	Qw2	0.21	0.21	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
2	1:QZLokaal	Qw18	-0.02	-0.02	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
2	1:QZLokaal	Qw19	-0.08	-0.08	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00

Project.....: 19004 - Nieuwbouw Katoenstraat te Deurne

Onderdeel.....: Kapconstructie 1

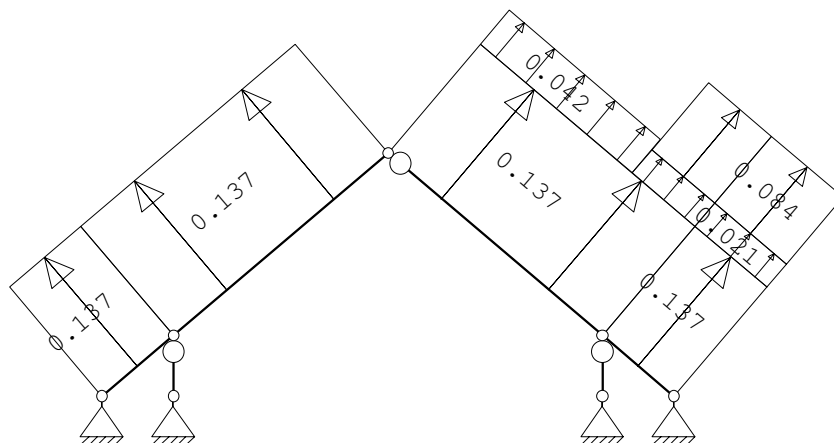
STAAFBELASTINGEN

B.G:16 Wind van rechts onderdruk D

Staaftype	Index	q1/p/m	q2	A	B	ψ_0	ψ_1	ψ_2
6 1:QZLokaal	Qw18	-0.02	-0.02	0.000	2.782	0.00	0.20	0.00
6 1:QZLokaal	Qw19	-0.08	-0.08	0.000	2.782	0.00	0.20	0.00
6 1:QZLokaal	Qw20	-0.04	-0.04	1.155	0.000	0.00	0.20	0.00

BELASTINGEN

B.G:17 Wind van rechts overdruk D

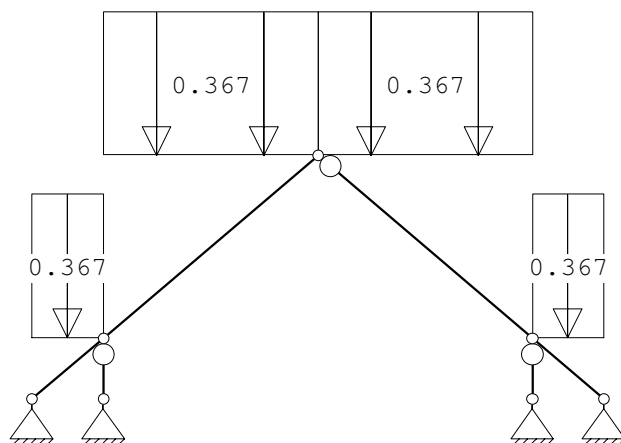
**STAAFBELASTINGEN**

B.G:17 Wind van rechts overdruk D

Staaftype	Index	q1/p/m	q2	A	B	ψ_0	ψ_1	ψ_2
1 1:QZLokaal	Qw8	0.14	0.14	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
5 1:QZLokaal	Qw8	0.14	0.14	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
6 1:QZLokaal	Qw9	-0.14	-0.14	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
2 1:QZLokaal	Qw9	-0.14	-0.14	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
2 1:QZLokaal	Qw18	-0.02	-0.02	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
2 1:QZLokaal	Qw19	-0.08	-0.08	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
6 1:QZLokaal	Qw18	-0.02	-0.02	0.000	2.782	0.00	0.20	0.00
6 1:QZLokaal	Qw19	-0.08	-0.08	0.000	2.782	0.00	0.20	0.00
6 1:QZLokaal	Qw20	-0.04	-0.04	1.155	0.000	0.00	0.20	0.00

BELASTINGEN

B.G:18 Sneeuw A



Project.....: 19004 - Nieuwbouw Katoenstraat te Deurne

Onderdeel.....: Kapconstructie 1

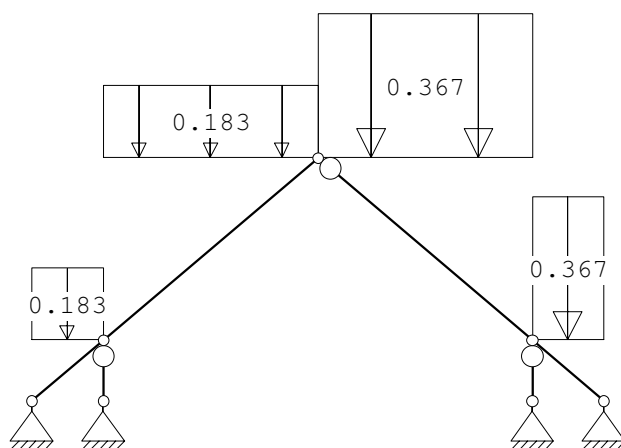
STAAFBELASTINGEN

B.G:18 Sneeuw A

Staaftype	Index	q1/p/m	q2	A	B	ψ_0	ψ_1	ψ_2
1 3:QZgeProj.	Qs1	-0.37	-0.37	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
2 3:QZgeProj.	Qs1	-0.37	-0.37	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
5 3:QZgeProj.	Qs1	-0.37	-0.37	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
6 3:QZgeProj.	Qs1	-0.37	-0.37	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00

BELASTINGEN

B.G:19 Sneeuw B

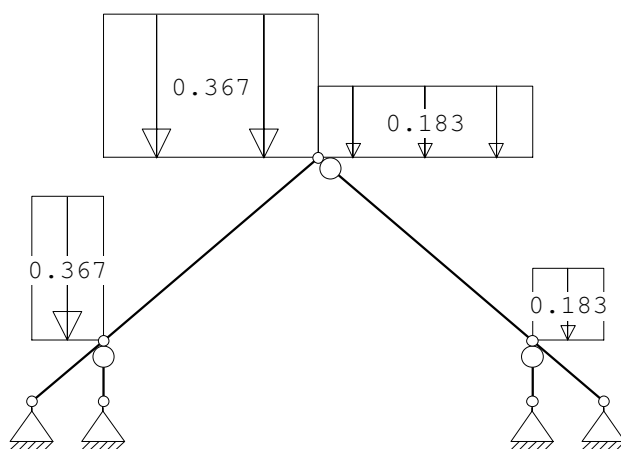
**STAAFBELASTINGEN**

B.G:19 Sneeuw B

Staaftype	Index	q1/p/m	q2	A	B	ψ_0	ψ_1	ψ_2
1 3:QZgeProj.	Qs2	-0.18	-0.18	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
2 3:QZgeProj.	Qs1	-0.37	-0.37	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
5 3:QZgeProj.	Qs2	-0.18	-0.18	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
6 3:QZgeProj.	Qs1	-0.37	-0.37	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00

BELASTINGEN

B.G:20 Sneeuw C



Project.....: 19004 - Nieuwbouw Katoenstraat te Deurne

Onderdeel.....: Kapconstructie 1

STAAFBELASTINGEN

B.G:20 Sneeuw C

Staaft Type	Index	q1/p/m	q2	A	B	ψ_0	ψ_1	ψ_2
1 3:QZgeProj.	Qs1	-0.37	-0.37	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
2 3:QZgeProj.	Qs2	-0.18	-0.18	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
5 3:QZgeProj.	Qs1	-0.37	-0.37	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
6 3:QZgeProj.	Qs2	-0.18	-0.18	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00

REACTIES

Kn.	B.G.	X	Z	M
1	1	1.60	0.93	
1	2	-1.46	-1.55	
1	3	-1.14	-1.06	
1	4	-0.30	-0.39	
1	5	0.02	0.10	
1	6	-1.17	-1.30	
1	7	-0.84	-0.81	
1	8	-0.01	-0.14	
1	9	0.32	0.35	
1	10	0.68	0.63	
1	11	1.01	1.12	
1	12	0.17	0.19	
1	13	0.50	0.68	
1	14	0.26	0.09	
1	15	0.59	0.58	
1	16	-0.25	-0.34	
1	17	0.07	0.15	
1	18	0.52	0.30	
1	19	0.39	0.26	
1	20	0.39	0.19	
2	1	0.00	3.61	
2	2	0.00	3.42	
2	3	0.00	1.56	
2	4	0.00	0.72	
2	5	0.00	-1.14	
2	6	0.00	3.42	
2	7	0.00	1.56	
2	8	0.00	0.72	
2	9	0.00	-1.14	
2	10	0.00	-0.01	
2	11	0.00	-1.87	
2	12	0.00	-0.01	
2	13	0.00	-1.87	
2	14	0.00	1.12	
2	15	0.00	-0.74	
2	16	0.00	1.12	
2	17	0.00	-0.74	
2	18	0.00	1.16	
2	19	0.00	0.58	
2	20	0.00	1.16	

Project.....: 19004 - Nieuwbouw Katoenstraat te Deurne

Onderdeel....: Kapconstructie 1

REACTIES

Kn.	B.G.	X	Z	M
3	1	0.00	3.61	
3	2	0.00	-0.01	
3	3	0.00	-1.87	
3	4	0.00	-0.01	
3	5	0.00	-1.87	
3	6	0.00	1.12	
3	7	0.00	-0.74	
3	8	0.00	1.12	
3	9	0.00	-0.74	
3	10	0.00	3.42	
3	11	0.00	1.56	
3	12	0.00	0.72	
3	13	0.00	-1.14	
3	14	0.00	3.42	
3	15	0.00	1.56	
3	16	0.00	0.72	
3	17	0.00	-1.14	
3	18	0.00	1.16	
3	19	0.00	1.16	
3	20	0.00	0.58	
4	1	-1.60	0.93	
4	2	-0.68	0.63	
4	3	-1.01	1.12	
4	4	-0.17	0.19	
4	5	-0.50	0.68	
4	6	-0.26	0.09	
4	7	-0.59	0.58	
4	8	0.25	-0.34	
4	9	-0.07	0.15	
4	10	1.46	-1.55	
4	11	1.14	-1.06	
4	12	0.30	-0.39	
4	13	-0.02	0.10	
4	14	1.17	-1.30	
4	15	0.84	-0.81	
4	16	0.01	-0.14	
4	17	-0.32	0.35	
4	18	-0.52	0.30	
4	19	-0.39	0.19	
4	20	-0.39	0.26	

BELASTINGCOMBINATIES

BC Type					
1	Fund.	1.22	$G_{k,1}$		
2	Fund.	0.90	$G_{k,1}$		
3	Fund.	1.08	$G_{k,1}$	+	1.35 $Q_{k,2}$
4	Fund.	1.08	$G_{k,1}$	+	1.35 $Q_{k,3}$
5	Fund.	1.08	$G_{k,1}$	+	1.35 $Q_{k,4}$
6	Fund.	1.08	$G_{k,1}$	+	1.35 $Q_{k,5}$
7	Fund.	1.08	$G_{k,1}$	+	1.35 $Q_{k,6}$
8	Fund.	1.08	$G_{k,1}$	+	1.35 $Q_{k,7}$

Project.....: 19004 - Nieuwbouw Katoenstraat te Deurne

Onderdeel....: Kapconstructie 1

BELASTINGCOMBINATIES

BC Type					
9 Fund.	1.08	$G_{k,1}$	+	1.35	$Q_{k,8}$
10 Fund.	1.08	$G_{k,1}$	+	1.35	$Q_{k,9}$
11 Fund.	1.08	$G_{k,1}$	+	1.35	$Q_{k,10}$
12 Fund.	1.08	$G_{k,1}$	+	1.35	$Q_{k,11}$
13 Fund.	1.08	$G_{k,1}$	+	1.35	$Q_{k,12}$
14 Fund.	1.08	$G_{k,1}$	+	1.35	$Q_{k,13}$
15 Fund.	1.08	$G_{k,1}$	+	1.35	$Q_{k,14}$
16 Fund.	1.08	$G_{k,1}$	+	1.35	$Q_{k,15}$
17 Fund.	1.08	$G_{k,1}$	+	1.35	$Q_{k,16}$
18 Fund.	1.08	$G_{k,1}$	+	1.35	$Q_{k,17}$
19 Fund.	1.08	$G_{k,1}$	+	1.35	$Q_{k,18}$
20 Fund.	1.08	$G_{k,1}$	+	1.35	$Q_{k,19}$
21 Fund.	1.08	$G_{k,1}$	+	1.35	$Q_{k,20}$
22 Fund.	0.90	$G_{k,1}$	+	1.35	$Q_{k,2}$
23 Fund.	0.90	$G_{k,1}$	+	1.35	$Q_{k,3}$
24 Fund.	0.90	$G_{k,1}$	+	1.35	$Q_{k,4}$
25 Fund.	0.90	$G_{k,1}$	+	1.35	$Q_{k,5}$
26 Fund.	0.90	$G_{k,1}$	+	1.35	$Q_{k,6}$
27 Fund.	0.90	$G_{k,1}$	+	1.35	$Q_{k,7}$
28 Fund.	0.90	$G_{k,1}$	+	1.35	$Q_{k,8}$
29 Fund.	0.90	$G_{k,1}$	+	1.35	$Q_{k,9}$
30 Fund.	0.90	$G_{k,1}$	+	1.35	$Q_{k,10}$
31 Fund.	0.90	$G_{k,1}$	+	1.35	$Q_{k,11}$
32 Fund.	0.90	$G_{k,1}$	+	1.35	$Q_{k,12}$
33 Fund.	0.90	$G_{k,1}$	+	1.35	$Q_{k,13}$
34 Fund.	0.90	$G_{k,1}$	+	1.35	$Q_{k,14}$
35 Fund.	0.90	$G_{k,1}$	+	1.35	$Q_{k,15}$
36 Fund.	0.90	$G_{k,1}$	+	1.35	$Q_{k,16}$
37 Fund.	0.90	$G_{k,1}$	+	1.35	$Q_{k,17}$
38 Fund.	0.90	$G_{k,1}$	+	1.35	$Q_{k,18}$
39 Fund.	0.90	$G_{k,1}$	+	1.35	$Q_{k,19}$
40 Fund.	0.90	$G_{k,1}$	+	1.35	$Q_{k,20}$
41 Kar.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$Q_{k,2}$
42 Kar.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$Q_{k,3}$
43 Kar.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$Q_{k,4}$
44 Kar.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$Q_{k,5}$
45 Kar.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$Q_{k,6}$
46 Kar.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$Q_{k,7}$
47 Kar.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$Q_{k,8}$
48 Kar.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$Q_{k,9}$
49 Kar.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$Q_{k,10}$
50 Kar.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$Q_{k,11}$
51 Kar.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$Q_{k,12}$
52 Kar.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$Q_{k,13}$
53 Kar.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$Q_{k,14}$

Project.....: 19004 - Nieuwbouw Katoenstraat te Deurne

Onderdeel....: Kapconstructie 1

BELASTINGCOMBINATIES

BC Type					
54 Kar.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$Q_{k,15}$
55 Kar.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$Q_{k,16}$
56 Kar.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$Q_{k,17}$
57 Kar.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$Q_{k,18}$
58 Kar.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$Q_{k,19}$
59 Kar.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$Q_{k,20}$
60 Quas.	1.00	$G_{k,1}$			
61 Freq.	1.00	$G_{k,1}$			
62 Freq.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$\psi_1 Q_{k,2}$
63 Freq.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$\psi_1 Q_{k,3}$
64 Freq.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$\psi_1 Q_{k,4}$
65 Freq.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$\psi_1 Q_{k,5}$
66 Freq.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$\psi_1 Q_{k,6}$
67 Freq.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$\psi_1 Q_{k,7}$
68 Freq.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$\psi_1 Q_{k,8}$
69 Freq.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$\psi_1 Q_{k,9}$
70 Freq.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$\psi_1 Q_{k,10}$
71 Freq.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$\psi_1 Q_{k,11}$
72 Freq.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$\psi_1 Q_{k,12}$
73 Freq.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$\psi_1 Q_{k,13}$
74 Freq.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$\psi_1 Q_{k,14}$
75 Freq.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$\psi_1 Q_{k,15}$
76 Freq.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$\psi_1 Q_{k,16}$
77 Freq.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$\psi_1 Q_{k,17}$
78 Freq.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$\psi_1 Q_{k,18}$
79 Freq.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$\psi_1 Q_{k,19}$
80 Freq.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$\psi_1 Q_{k,20}$
81 Blij.	1.00	$G_{k,1}$			

GUNSTIGE WERKING PERMANENTE BELASTINGEN

BC Staven met gunstige werking	
1	Geen
2	Alle staven de factor:0.90
3	Geen
4	Geen
5	Geen
6	Geen
7	Geen
8	Geen
9	Geen
10	Geen
11	Geen
12	Geen
13	Geen
14	Geen
15	Geen

Project.....: 19004 - Nieuwbouw Katoenstraat te Deurne

Onderdeel.....: Kapconstructie 1

GUNSTIGE WERKING PERMANENTE BELASTINGEN

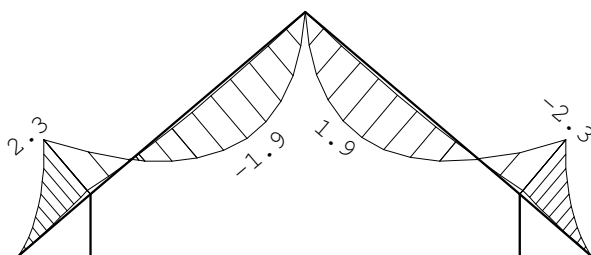
BC Staven met gunstige werking

16 Geen
17 Geen
18 Geen
19 Geen
20 Geen
21 Geen
22 Alle staven de factor:0.90
23 Alle staven de factor:0.90
24 Alle staven de factor:0.90
25 Alle staven de factor:0.90
26 Alle staven de factor:0.90
27 Alle staven de factor:0.90
28 Alle staven de factor:0.90
29 Alle staven de factor:0.90
30 Alle staven de factor:0.90
31 Alle staven de factor:0.90
32 Alle staven de factor:0.90
33 Alle staven de factor:0.90
34 Alle staven de factor:0.90
35 Alle staven de factor:0.90
36 Alle staven de factor:0.90
37 Alle staven de factor:0.90
38 Alle staven de factor:0.90
39 Alle staven de factor:0.90
40 Alle staven de factor:0.90

OMHULLENDE VAN DE FUNDAMENTELE COMBINATIES

MOMENTEN

Fundamentele combinatie

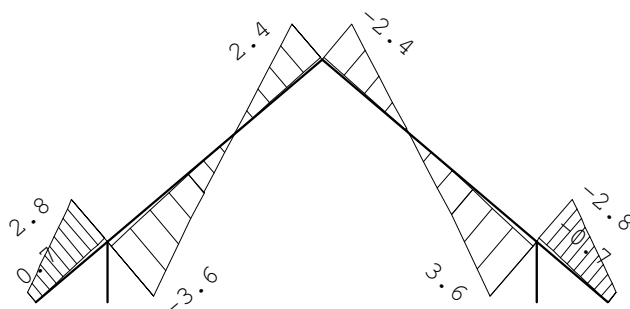


Project.....: 19004 - Nieuwbouw Katoenstraat te Deurne

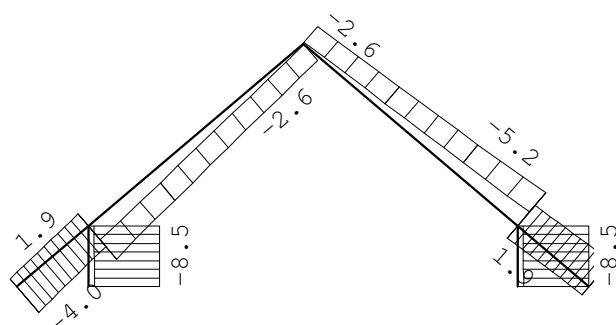
Onderdeel.....: Kapconstructie 1

DWARSKRACHTEN

Fundamentele combinatie

**NORMAALKRACHTEN**

Fundamentele combinatie

**REACTIES**

Fundamentele combinatie

Kn.	X-min	X-max	Z-min	Z-max	M-min	M-max
1	-0.54	3.08	-1.26	2.52		
2	0.00	0.00	0.72	8.51		
3	0.00	0.00	0.72	8.51		
4	-3.08	0.54	-1.26	2.52		

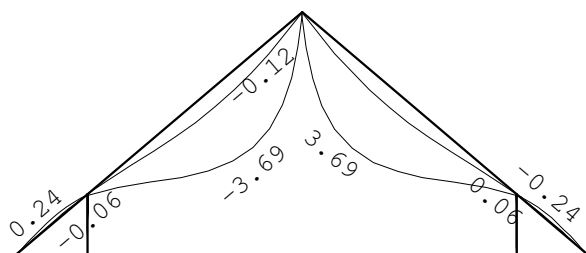
Project.....: 19004 - Nieuwbouw Katoenstraat te Deurne

Onderdeel....: Kapconstructie 1

OMHULLENDE VAN DE KARAKTERISTIEKE COMBINATIES**VERPLAATSINGEN**

[mm]

Karakteristieke combinatie



Project.....: 19004 - Nieuwbouw Katoenstraat te Deurne
 Onderdeel....: Kapconstructie 2
 Dimensies....: kN;m;rad (tenzij anders aangegeven)
 Datum.....: 18/02/2022
 Bestand.....: P:\PROJECTEN 2019\19004 Nieuwbouw Katoenstraat
 Deurne\Berekening\Kapdoorsnede 2.rww

Belastingbreedte.: 1.000

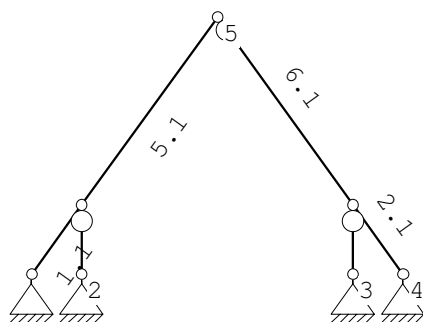
Theorie voor de bepaling van de krachtsverdeling: Geometrisch lineair.

Gunstige werking van de permanente belasting wordt automatisch verwerkt.

Toegepaste normen volgens Eurocode met Nederlandse NB

Belastingen	NEN-EN 1990:2002	C2:2010,A1:2019	NB:2019(nl)
	NEN-EN 1991-1-1:2002	C1/C11:2019	NB:2019(nl)
	NEN-EN 1991-1-3:2003	C1:2009	NB:2011(nl)
	NEN-EN 1991-1-4:2005	C2:2011	NB:2011(nl)

GEOMETRIE



MATERIALEN

Mt	Kwaliteit	E-modulus[N/mm ²]	S.G.	S.G.verhoogd	Pois.	Uitz. coëff
1	C24	11000	3.5	4.2	1.00	5.0000e-06

Bij de bepaling v.h. e.g. van houten staven is de S.G.verhoogd toegepast.

PROFIELEN [mm]

Prof.	Omschrijving	Materiaal	Oppervlak	Traagheid	Vormf.
1	B*H 60*220	1:C24	1.3200e+04	5.3240e+07	0.00

PROFIELEN vervolg [mm]

Prof.	Staaftype	Breedte	Hoogte	e	Type	b1	h1	b2	h2
1	0:Normaal	60	220	110.0	0:RH				

PROFIELVORMEN [mm]

1 B*H 60*220



Project.....: 19004 - Nieuwbouw Katoenstraat te Deurne

Onderdeel.....: Kapconstructie 2

KNOPEN

Knoop	X	Z	Knoop	X	Z
1	0.000	6.000	6	0.700	6.970
2	0.700	6.000	7	4.500	6.970
3	4.500	6.000			
4	5.200	6.000			
5	2.600	9.600			

STAVEN

St.	ki	kj	Profiel	Aansl.i	Aansl.j	Lengte Opm.
1	1	6	1:B*H 60*220	NDM	NDM	1.196
2	4	7	1:B*H 60*220	NDM	NDM	1.196
3	2	6	1:B*H 60*220	NDM	ND-	0.970
4	3	7	1:B*H 60*220	NDM	ND-	0.970
5	6	5	1:B*H 60*220	NDM	NDM	3.245
6	7	5	1:B*H 60*220	NDM	ND-	3.245

VASTE STEUNPUNTEN

Nr.	knoop	Kode	XZR 1=vast 0=vrij	Hoek
1	1	110		0.00
2	2	110		0.00
3	3	110		0.00
4	4	110		0.00

BELASTINGGENERATIE ALGEMEEN.

Betrouwbaarheidsklasse.....: 1 Referentieperiode.....: 50
 Gebouwdiepte.....: 20.00 Gebouwhoogte.....: 9.40
 Niveau aansl.terrein.....: 0.00 E.g. scheid.w. [kN/m2]: 1.20

WIND

Terrein categorie ...[4.3.2]...: Onbebouwd
 Windgebied: 3 Vb,0 ..[4.2].....: 24.500
 Positie spant in het gebouw....: 5.000 Kr[4.3.2].....: 0.209
 z0[4.3.2]...: 0.200 Zmin ..[4.3.2].....: 4.000
 Co wind van links ..[4.3.3]...: 1.000 Co wind van rechts....: 1.000
 Co wind loodrecht ..[4.3.3]...: 1.000
 Cpi wind van links ..[7.2.9]...: 0.200 -0.300
 Cpi windloodrecht ...[7.2.9]...: 0.200 -0.300
 Cpi wind van rechts ..[7.2.9]...: 0.200 -0.300
 Cfr windwrijving[7.5].....: 0.040

SNEEUW

Sneeuwbelasting (sk) 50 jaar : 0.70
 Sneeuwbelasting (sn) n jaar : 0.70

Project.....: 19004 - Nieuwbouw Katoenstraat te Deurne

Onderdeel.....: Kapconstructie 2

STAFTYPEN

Type	staven
4:Wand / kolom.	: 3,4
7:Dak.	: 1,2,5,6

LASTVELDEN

Wind staven

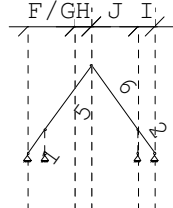
Sneeuw staven

**WIND DAKTYPES**

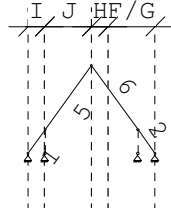
Nr.	Staaft Type	reductie bij wind van links	reductie bij wind van rechts	Cpe volgens art:
1	1-5 Zadel dak	1.000	1.000	7.2.5
2	6-2 Zadel dak	1.000	1.000	7.2.5

WIND ZONES

Wind van links



Wind van rechts

**WIND VAN LINKS ZONES**

Nr.	Staaft	Positie	Lengte	Zone
1	1-5	0.000	1.920	F/G
2	1-5	1.920	0.680	H
3	6-2	0.000	1.920	J
4	6-2	1.920	0.680	I

WIND VAN RECHTS ZONES

Nr.	Staaft	Positie	Lengte	Zone
1	6-2	0.000	1.920	F/G
2	6-2	1.920	0.680	H
3	1-5	0.000	1.920	J
4	1-5	1.920	0.680	I

Wind indexen

Index	CsCd	Cpe/Cpi	qp	breedte	reductie	Qw	Zone	Hoek(en)
Qw1		0.300	0.685	1.000		-0.205	-i	
Qw2		-0.300	0.685	1.000		0.205	-i	
Qw3	1.00	0.700	0.685	0.300		-0.144	F	54.2
Qw4	1.00	0.700	0.685	0.700		-0.335	G	54.2
Qw5	1.00	0.661	0.685	1.000		-0.453	H	54.2

Project.....: 19004 - Nieuwbouw Katoenstraat te Deurne

Onderdeel.....: Kapconstructie 2

Wind indexen

Index	CsCd	Cpe/Cpi	qp	breedte	reductie	Qw	Zone	Hoek(en)
Qw6	1.00	0.300	0.685	1.000		-0.205	J	54.2
Qw7	1.00	0.200	0.685	1.000		-0.137	I	54.2
Qw8		-0.200	0.685	1.000		0.137	+i	
Qw9		0.200	0.685	1.000		-0.137	+i	
Qw10	1.00	-0.700	0.685	0.300		0.144	F	54.2
Qw11	1.00	-0.700	0.685	0.700		0.335	G	54.2
Qw12	1.00	-0.661	0.685	1.000		0.453	H	54.2
Qw13	1.00	-0.300	0.685	1.000		0.205	J	54.2
Qw14	1.00	-0.200	0.685	1.000		0.137	I	54.2

SNEEUW DAKTYPEN

Staaft	artikel
1-5	5.3.3 Zadeldak
6-2	5.3.3 Zadeldak

Sneeuw indexen

Index	art	μ	s_k	red.	posfac	breedte	Q_s	hoek
Qs1	5.3.3	0.155	0.70	1.00		1.000	0.109	54.2
Qs2	5.3.3	0.156	0.70	1.00		1.000	0.109	54.2
Qs3	5.3.3	0.078	0.70	1.00		1.000	0.054	54.2
Qs4	5.3.3	0.078	0.70	1.00		1.000	0.055	54.2

BELASTINGGEVALLEN

B.G.	Omschrijving	Type
	1 Permanente belasting EGZ=-1.00	1
g	2 Wind van links onderdruk A	7
g	3 Wind van links overdruk A	8
g	4 Wind van rechts onderdruk A	11
g	5 Wind van rechts overdruk A	12
g	6 Sneeuw A	22
g	7 Sneeuw B	23
g	8 Sneeuw C	33

g = gegenereerd belastinggeval

Onderdeel....: Kapconstructie 2

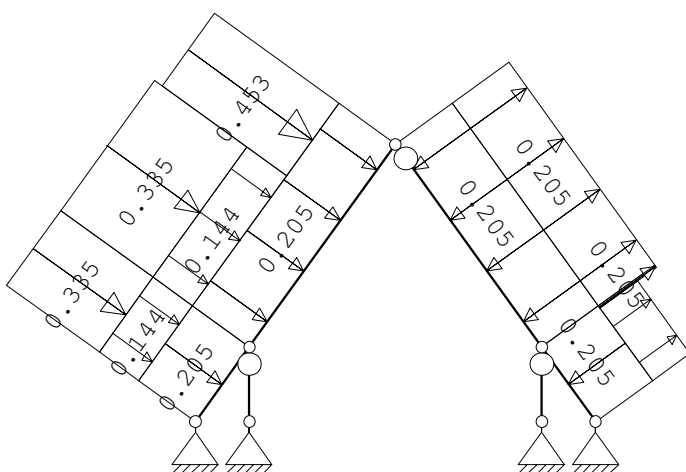
B.G:1 Permanente belasting

A diagram of a truss structure with a triangular roof. The structure is supported by four pin supports at the base. The roof is formed by two inclined members meeting at a central peak. Vertical loads are applied to the structure, represented by downward-pointing triangles. The loads are applied to the inclined members and the horizontal members. The diagram shows the internal forces and reactions at the supports.

B.G:1 Permanente belasting

Staaf	Type	q1/p/m	q2	A	B	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
1	5:QZGlobaal	-0.80	-0.80	0.000	0.000			
5	5:QZGlobaal	-0.80	-0.80	0.000	0.000			
6	5:QZGlobaal	-0.80	-0.80	0.000	0.000			
2	5:QZGlobaal	-0.80	-0.80	0.000	0.000			

B.G:2 Wind van links onderdruk A



B.G:2 Wind van links onderdruk A

Staaftype	Type	Index	q1/p/m	q2	A	B	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
1	1:QZLokaal	Qw1	-0.21	-0.21	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
5	1:QZLokaal	Qw1	-0.21	-0.21	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
6	1:QZLokaal	Qw2	0.21	0.21	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
2	1:QZLokaal	Qw2	0.21	0.21	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
1	1:QZLokaal	Qw3	-0.14	-0.14	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
1	1:QZLokaal	Qw4	-0.34	-0.34	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
5	1:QZLokaal	Qw3	-0.14	-0.14	0.000	1.161	0.00	0.20	0.00
5	1:QZLokaal	Qw4	-0.34	-0.34	0.000	1.161	0.00	0.20	0.00

Project.....: 19004 - Nieuwbouw Katoenstraat te Deurne

Onderdeel.....: Kapconstructie 2

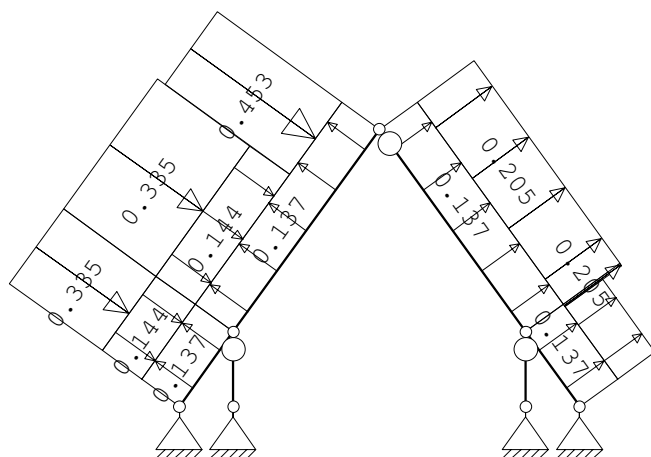
STAAFBELASTINGEN

B.G:2 Wind van links onderdruk A

Staaf	Type	Index	q1/p/m	q2	A	B	ψ_0	ψ_1	ψ_2
5	1:QZLokaal	Qw5	-0.45	-0.45	2.083	0.000	0.00	0.20	0.00
6	1:QZLokaal	Qw6	-0.21	-0.21	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
2	1:QZLokaal	Qw6	-0.21	-0.21	1.162	0.000	0.00	0.20	0.00
2	1:QZLokaal	Qw7	-0.14	-0.14	0.000	0.034	0.00	0.20	0.00

BELASTINGEN

B.G:3 Wind van links overdruk A

**STAAFBELASTINGEN**

B.G:3 Wind van links overdruk A

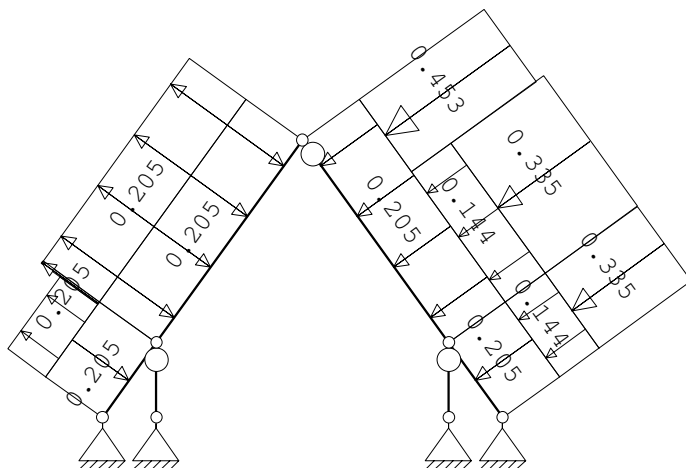
Staaf	Type	Index	q1/p/m	q2	A	B	ψ_0	ψ_1	ψ_2
1	1:QZLokaal	Qw8	0.14	0.14	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
5	1:QZLokaal	Qw8	0.14	0.14	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
6	1:QZLokaal	Qw9	-0.14	-0.14	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
2	1:QZLokaal	Qw9	-0.14	-0.14	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
1	1:QZLokaal	Qw3	-0.14	-0.14	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
1	1:QZLokaal	Qw4	-0.34	-0.34	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
5	1:QZLokaal	Qw3	-0.14	-0.14	0.000	1.161	0.00	0.20	0.00
5	1:QZLokaal	Qw4	-0.34	-0.34	0.000	1.161	0.00	0.20	0.00
5	1:QZLokaal	Qw5	-0.45	-0.45	2.083	0.000	0.00	0.20	0.00
6	1:QZLokaal	Qw6	-0.21	-0.21	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
2	1:QZLokaal	Qw6	-0.21	-0.21	1.162	0.000	0.00	0.20	0.00
2	1:QZLokaal	Qw7	-0.14	-0.14	0.000	0.034	0.00	0.20	0.00

Project.....: 19004 - Nieuwbouw Katoenstraat te Deurne

Onderdeel.....: Kapconstructie 2

BELASTINGEN

B.G:4 Wind van rechts onderdruk A

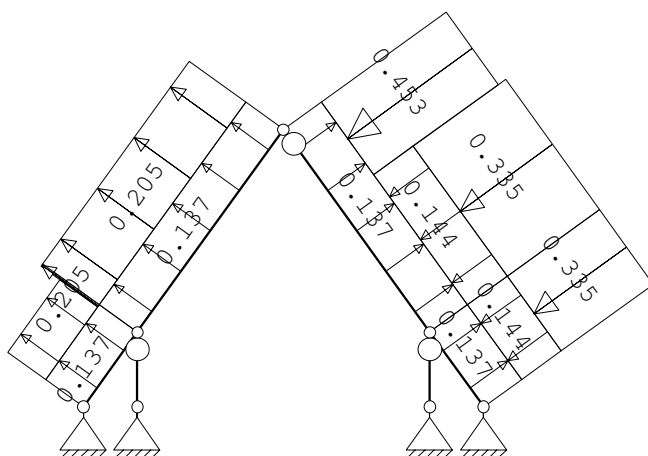
**STAAFBELASTINGEN**

B.G:4 Wind van rechts onderdruk A

Staal	Type	Index	q1/p/m	q2	A	B	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
1	1:QZLokaal	Qw1	-0.21	-0.21	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
5	1:QZLokaal	Qw1	-0.21	-0.21	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
6	1:QZLokaal	Qw2	0.21	0.21	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
2	1:QZLokaal	Qw2	0.21	0.21	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
2	1:QZLokaal	Qw10	0.14	0.14	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
2	1:QZLokaal	Qw11	0.34	0.34	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
6	1:QZLokaal	Qw10	0.14	0.14	0.000	1.161	0.00	0.20	0.00
6	1:QZLokaal	Qw11	0.34	0.34	0.000	1.161	0.00	0.20	0.00
6	1:QZLokaal	Qw12	0.45	0.45	2.083	0.000	0.00	0.20	0.00
5	1:QZLokaal	Qw13	0.21	0.21	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
1	1:QZLokaal	Qw13	0.21	0.21	1.162	0.000	0.00	0.20	0.00
1	1:QZLokaal	Qw14	0.14	0.14	0.000	0.034	0.00	0.20	0.00

BELASTINGEN

B.G:5 Wind van rechts overdruk A



Project.....: 19004 - Nieuwbouw Katoenstraat te Deurne

Onderdeel.....: Kapconstructie 2

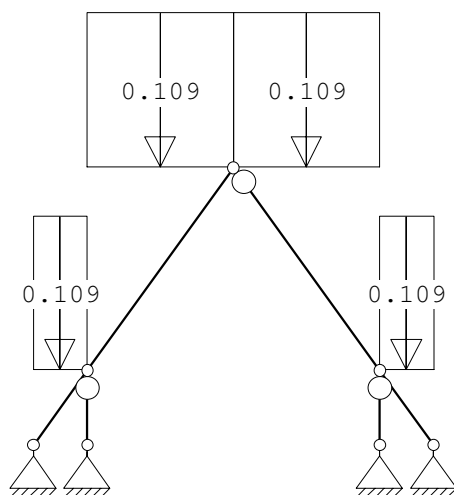
STAAFBELASTINGEN

B.G:5 Wind van rechts overdruk A

Staafl	Type	Index	q1/p/m	q2	A	B	ψ_0	ψ_1	ψ_2
1	1:QZLokaal	Qw8	0.14	0.14	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
5	1:QZLokaal	Qw8	0.14	0.14	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
6	1:QZLokaal	Qw9	-0.14	-0.14	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
2	1:QZLokaal	Qw9	-0.14	-0.14	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
2	1:QZLokaal	Qw10	0.14	0.14	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
2	1:QZLokaal	Qw11	0.34	0.34	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
6	1:QZLokaal	Qw10	0.14	0.14	0.000	1.161	0.00	0.20	0.00
6	1:QZLokaal	Qw11	0.34	0.34	0.000	1.161	0.00	0.20	0.00
6	1:QZLokaal	Qw12	0.45	0.45	2.083	0.000	0.00	0.20	0.00
5	1:QZLokaal	Qw13	0.21	0.21	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
1	1:QZLokaal	Qw13	0.21	0.21	1.162	0.000	0.00	0.20	0.00
1	1:QZLokaal	Qw14	0.14	0.14	0.000	0.034	0.00	0.20	0.00

BELASTINGEN

B.G:6 Sneeuw A

**STAAFBELASTINGEN**

B.G:6 Sneeuw A

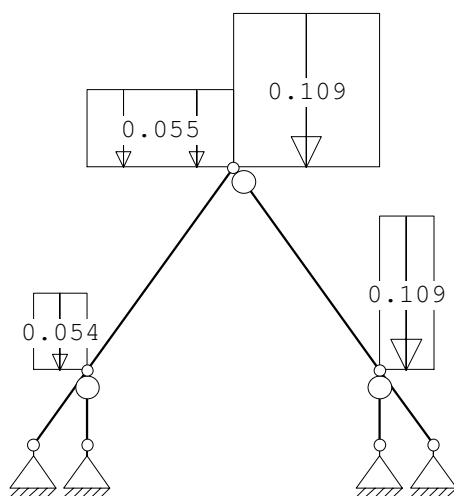
Staafl	Type	Index	q1/p/m	q2	A	B	ψ_0	ψ_1	ψ_2
1	3:QZgeProj.	Qs1	-0.11	-0.11	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
2	3:QZgeProj.	Qs1	-0.11	-0.11	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
5	3:QZgeProj.	Qs2	-0.11	-0.11	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
6	3:QZgeProj.	Qs2	-0.11	-0.11	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00

Project.....: 19004 - Nieuwbouw Katoenstraat te Deurne

Onderdeel.....: Kapconstructie 2

BELASTINGEN

B.G:7 Sneeuw B

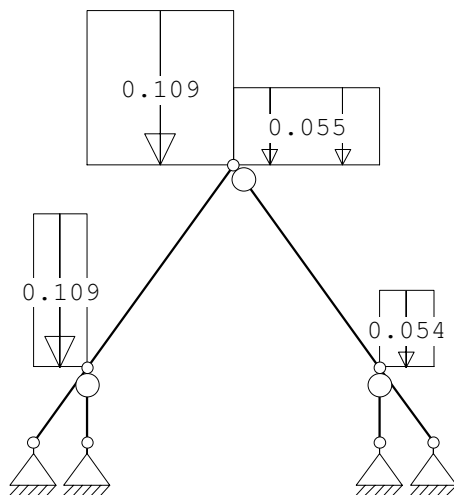
**STAAFBELASTINGEN**

B.G:7 Sneeuw B

Staafl	Type	Index	q1/p/m	q2	A	B	ψ_0	ψ_1	ψ_2
1	3:QZgeProj.	Qs3	-0.05	-0.05	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
2	3:QZgeProj.	Qs1	-0.11	-0.11	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
5	3:QZgeProj.	Qs4	-0.05	-0.05	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
6	3:QZgeProj.	Qs2	-0.11	-0.11	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00

BELASTINGEN

B.G:8 Sneeuw C

**STAAFBELASTINGEN**

B.G:8 Sneeuw C

Staafl	Type	Index	q1/p/m	q2	A	B	ψ_0	ψ_1	ψ_2
1	3:QZgeProj.	Qs1	-0.11	-0.11	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
2	3:QZgeProj.	Qs3	-0.05	-0.05	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
5	3:QZgeProj.	Qs2	-0.11	-0.11	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00
6	3:QZgeProj.	Qs4	-0.05	-0.05	0.000	0.000	0.00	0.20	0.00

Project.....: 19004 - Nieuwbouw Katoenstraat te Deurne

Onderdeel.....: Kapconstructie 2

REACTIES

Kn.	B.G.	X	Z	M
1	1	0.81	0.93	
1	2	-1.89	-2.86	
1	3	-1.22	-1.81	
1	4	0.48	0.73	
1	5	1.15	1.78	
1	6	0.06	0.07	
1	7	0.05	0.06	
1	8	0.05	0.05	
2	1	0.00	2.93	
2	2	0.00	3.86	
2	3	0.00	1.92	
2	4	0.00	0.07	
2	5	0.00	-1.87	
2	6	0.00	0.21	
2	7	0.00	0.11	
2	8	0.00	0.21	
3	1	0.00	2.93	
3	2	0.00	0.07	
3	3	0.00	-1.87	
3	4	0.00	3.86	
3	5	0.00	1.92	
3	6	0.00	0.21	
3	7	0.00	0.21	
3	8	0.00	0.11	
4	1	-0.81	0.93	
4	2	-0.48	0.73	
4	3	-1.15	1.78	
4	4	1.89	-2.86	
4	5	1.22	-1.81	
4	6	-0.06	0.07	
4	7	-0.05	0.05	
4	8	-0.05	0.06	

BELASTINGCOMBINATIES

BC Type					
1	Fund.	1.22	$G_{k,1}$		
2	Fund.	0.90	$G_{k,1}$		
3	Fund.	1.08	$G_{k,1}$	+	1.35 $Q_{k,2}$
4	Fund.	1.08	$G_{k,1}$	+	1.35 $Q_{k,3}$
5	Fund.	1.08	$G_{k,1}$	+	1.35 $Q_{k,4}$
6	Fund.	1.08	$G_{k,1}$	+	1.35 $Q_{k,5}$
7	Fund.	1.08	$G_{k,1}$	+	1.35 $Q_{k,6}$
8	Fund.	1.08	$G_{k,1}$	+	1.35 $Q_{k,7}$
9	Fund.	1.08	$G_{k,1}$	+	1.35 $Q_{k,8}$
10	Fund.	0.90	$G_{k,1}$	+	1.35 $Q_{k,2}$
11	Fund.	0.90	$G_{k,1}$	+	1.35 $Q_{k,3}$
12	Fund.	0.90	$G_{k,1}$	+	1.35 $Q_{k,4}$
13	Fund.	0.90	$G_{k,1}$	+	1.35 $Q_{k,5}$

Project.....: 19004 - Nieuwbouw Katoenstraat te Deurne

Onderdeel....: Kapconstructie 2

BELASTINGCOMBINATIES

BC Type					
14 Fund.	0.90	$G_{k,1}$	+	1.35	$Q_{k,6}$
15 Fund.	0.90	$G_{k,1}$	+	1.35	$Q_{k,7}$
16 Fund.	0.90	$G_{k,1}$	+	1.35	$Q_{k,8}$
17 Kar.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$Q_{k,2}$
18 Kar.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$Q_{k,3}$
19 Kar.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$Q_{k,4}$
20 Kar.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$Q_{k,5}$
21 Kar.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$Q_{k,6}$
22 Kar.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$Q_{k,7}$
23 Kar.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$Q_{k,8}$
24 Quas.	1.00	$G_{k,1}$			
25 Freq.	1.00	$G_{k,1}$			
26 Freq.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$\psi_1 Q_{k,2}$
27 Freq.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$\psi_1 Q_{k,3}$
28 Freq.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$\psi_1 Q_{k,4}$
29 Freq.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$\psi_1 Q_{k,5}$
30 Freq.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$\psi_1 Q_{k,6}$
31 Freq.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$\psi_1 Q_{k,7}$
32 Freq.	1.00	$G_{k,1}$	+	1.00	$\psi_1 Q_{k,8}$
33 Blij.	1.00	$G_{k,1}$			

GUNSTIGE WERKING PERMANENTE BELASTINGEN

BC Staven met gunstige werking	
1	Geen
2	Alle staven de factor:0.90
3	Geen
4	Geen
5	Geen
6	Geen
7	Geen
8	Geen
9	Geen
10	Alle staven de factor:0.90
11	Alle staven de factor:0.90
12	Alle staven de factor:0.90
13	Alle staven de factor:0.90
14	Alle staven de factor:0.90
15	Alle staven de factor:0.90
16	Alle staven de factor:0.90

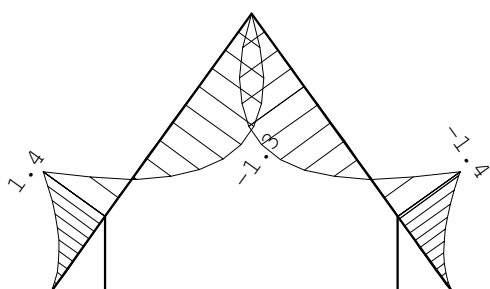
Project.....: 19004 - Nieuwbouw Katoenstraat te Deurne

Onderdeel....: Kapconstructie 2

OMHULLENDE VAN DE FUNDAMENTELE COMBINATIES

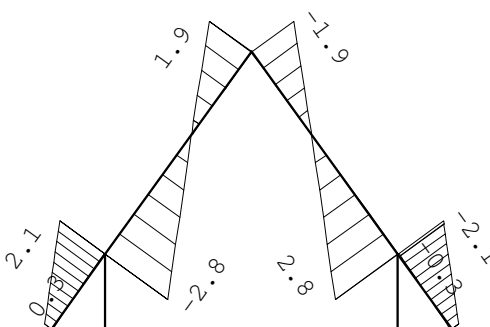
MOMENTEN

Fundamentele combinatie



DWARSKRACHTEN

Fundamentele combinatie

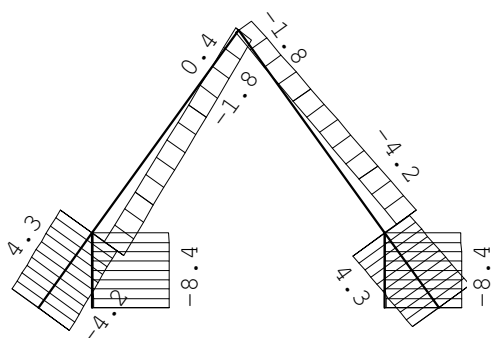


Project.....: 19004 - Nieuwbouw Katoenstraat te Deurne

Onderdeel.....: Kapconstructie 2

NORMAALKRACHTEN

Fundamentele combinatie

**REACTIES**

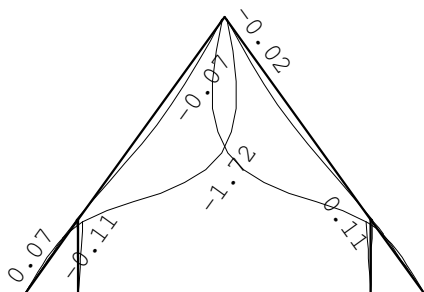
Fundamentele combinatie

Kn.	X-min	X-max	Z-min	Z-max	M-min	M-max
1	-1.83	2.43	-3.02	3.41		
2	0.00	0.00	0.11	8.38		
3	0.00	0.00	0.11	8.38		
4	-2.43	1.83	-3.02	3.41		

OMHULLENDE VAN DE KARAKTERISTIEKE COMBINATIES**VERPLAATSINGEN**

[mm]

Karakteristieke combinatie



Technosoft Liggers release 6.72

18 feb 2022

Project.....: 19004 - Nieuwbouw katoenstraat te Deurne

Onderdeel.....: Plaatfundering rijwoningen

Constructeur.: Hans

Dimensies.....: kN/m/rad

Datum.....: 18/02/2022

Bestand.....: P:\PROJECTEN 2019\19004 Nieuwbouw Katoenstraat
Deurne\Berekening\Plaatfundering rijwoningen.dlw

Betrouwbaarheidsklasse : 1 Referentieperiode : 50
Herverdelen van momenten : nee Maximale deellengte : 0.000
Ouderdom bij belasten : 28 Relatieve vochtigheid : 50%
Doorbuigingen(beton) zijn dmv gecorrigeerde stijfheden berekend.

Fysisch lineair : Er is gerekend met de e-modulus uit de materiaaltabel.

Fys.NLE.kort : Er is gerekend met een gecorrigeerde e-modulus (korte duur).

Deze e-mod. is berekend mbv de krachten uit de fysisch lineair berekening.

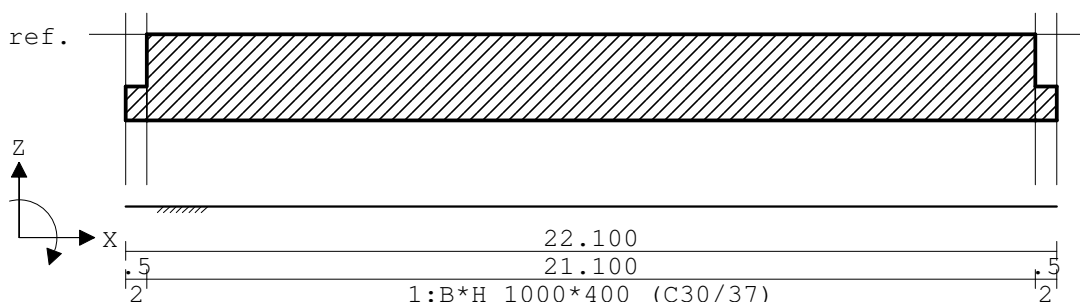
Toegepaste normen volgens Eurocode met Nederlandse NB

Belastingen	NEN-EN 1990:2002	C2:2010,A1:2019	NB:2019(nl)
	NEN-EN 1991-1-1:2002	C1/C11:2019	NB:2019(nl)
Beton	NEN-EN 1992-1-1:2011(nl)	C2/A1:2015(nl)	NB:2016(nl)



GEOMETRIE

Ligger:1



VELDLENGTEN

Ligger:1

Veld	Vanaf	Tot	Lengte
1	0.000	22.100	22.100

MATERIALEN

Mt	Kwaliteit	E-modulus[N/mm2]	S.G.	Pois.	Uitz. coëff
1	C30/37	9465	25.0	0.20	1.0000e-05

MATERIALEN vervolg

Mt	Kwaliteit	Cement	Kruipfac.
1	C30/37	N	2.47

Project.....: 19004 - Nieuwbouw katoenstraat te Deurne

Onderdeel.....: Plaatfundering rijwoningen

PROFIELEN [mm]

Prof.	Omschrijving	Materiaal	Oppervlak	Traagheid	Vormf.
1	B*H 1000*400	1:C30/37	4.0000e+05	5.3333e+09	0.00
2	B*H 1000*160	1:C30/37	1.6000e+05	3.4133e+08	0.00

PROFIELEN vervolg [mm]

Prof.	Staaftype	Breedte	Hoogte	e	Type	b1	h1	b2	h2
1	0:Normaal	1000	400	200.0	0:RH				
2	0:Normaal	1000	160	80.0	0:RH				

DOORSNEDEN

Ligger:1

sector	Vanaf	Tot	Lengte	Profiel begin	z-begin	Profiel eind	z-eind
1	0.000	0.500	0.500	2:B*H 1000*160	-0.240	2:B*H 1000*160	-0.240
2	0.500	21.600	21.100	1:B*H 1000*400	0.000	1:B*H 1000*400	0.000
3	21.600	22.100	0.500	2:B*H 1000*160	-0.240	2:B*H 1000*160	-0.240

sector	Vanaf	Tot	Lengte	Eindcode	Bedding	Br.[mm]
1	0.000	0.500	0.500	1:Vast	3000	1000
2	0.500	21.600	21.100	1:Vast	3000	1000
3	21.600	22.100	0.500	1:Vast	3000	1000

PROFIELVORMEN [mm]

1 B*H 1000*400



2 B*H 1000*160

**BELASTINGGEVALLEN**

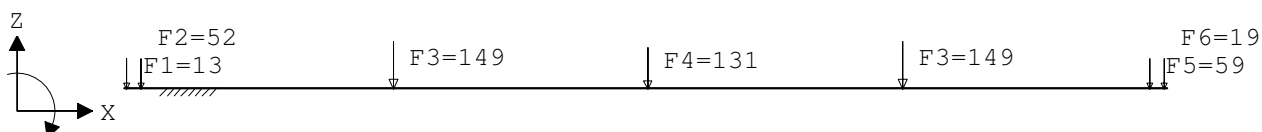
B.G.	Omschrijving	Belast/onbelast	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2	e.g.
1	Permanent	2:Permanent EN1991				-1.00
2	Veranderlijk	1:Schaakbord EN1991	0.40	0.70	0.60	0.00

BELASTINGGEVALLEN

B.G.	Omschrijving	Type
1	Permanent	1 Permanente belasting
2	Veranderlijk	2 Ver. bel. pers. ed. (q_k)

VELDBELASTINGEN

Ligger:1 B.G:1 Permanent



Project.....: 19004 - Nieuwbouw katoenstraat te Deurne

Onderdeel.....: Plaatfundering rijwoningen

VELDBELASTINGEN

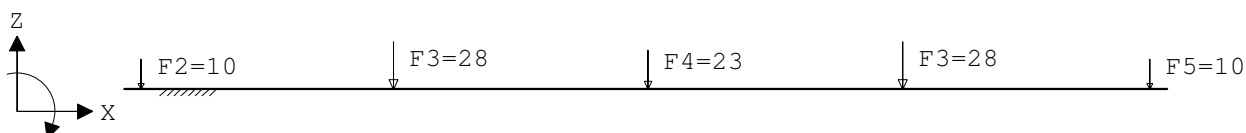
Ligger:1 B.G:1 Permanent

Last Ref.	Type	Omschrijving	q1/p/m	q2	psi	Afstand	Lengte
1	8:Puntlast	F1	-13.000			0.050	
2	8:Puntlast	F2	-52.000			0.360	
3	8:Puntlast	F3	-149.000			5.700	
4	8:Puntlast	F4	-131.000			11.100	
5	8:Puntlast	F3	-149.000			16.500	
6	8:Puntlast	F5	-59.000			21.740	
7	8:Puntlast	F6	-19.000			22.050	

0.00 : (absoluut) grootste som reacties
-787.00 : (absoluut) grootste som belastingen

VELDBELASTINGEN

Ligger:1 B.G:2 Veranderlijk

**VELDBELASTINGEN**

Ligger:1 B.G:2 Veranderlijk

Last Ref.	Type	Omschrijving	q1/p/m	q2	psi	Afstand	Lengte
1	8:Puntlast	F2	-10.000			0.360	
2	8:Puntlast	F3	-28.000			5.700	
3	8:Puntlast	F4	-23.000			11.100	
4	8:Puntlast	F3	-28.000			16.500	
5	8:Puntlast	F5	-10.000			21.740	

BELASTINGCOMBINATIES

BC	Type	BG	Gen.	Factor	BG	Gen.	Factor	BG	Gen.	Factor	BG	Gen.	Factor
1	Fund.	1	Perm	1.22									
2	Fund.	1	Perm	1.22	2	psi0	1.35						
3	Fund.	1	Perm	1.08	2	Extr	1.35						
4	Fund.	1	Perm	0.90									
5	Fund.	1	Perm	0.90	2	psi0	1.35						
6	Fund.	1	Perm	0.90	2	Extr	1.35						
7	Kar.	1	Perm	1.00	2	Extr	1.00						
8	Freq.	1	Perm	1.00									
9	Freq.	1	Perm	1.00	2	psi1	1.00						
10	Quas.	1	Perm	1.00									
11	Quas.	1	Perm	1.00	2	psi2	1.00						
12	Blij.	1	Perm	1.00									

GUNSTIGE WERKING PERMANENTE BELASTINGEN

BC	Velden met gunstige werking
1	Geen
2	Geen
3	Geen
4	Alle velden de factor:0.90
5	Alle velden de factor:0.90
6	Alle velden de factor:0.90

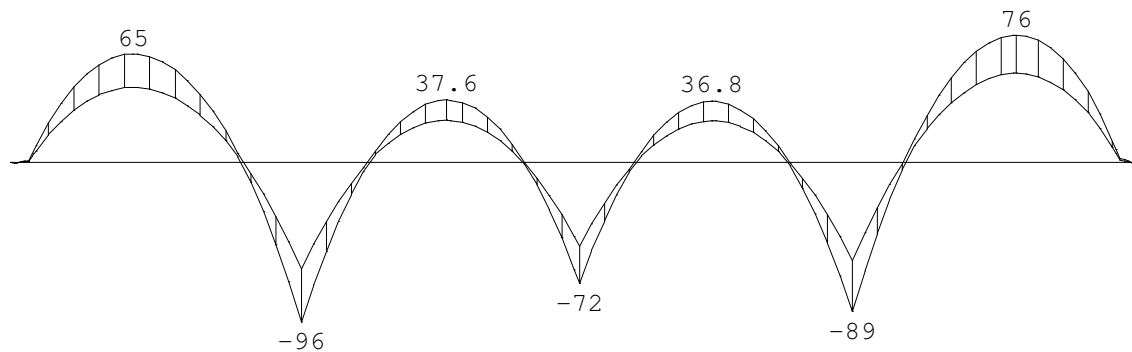
Project.....: 19004 - Nieuwbouw katoenstraat te Deurne

Onderdeel.....: Plaatfundering rijwoningen

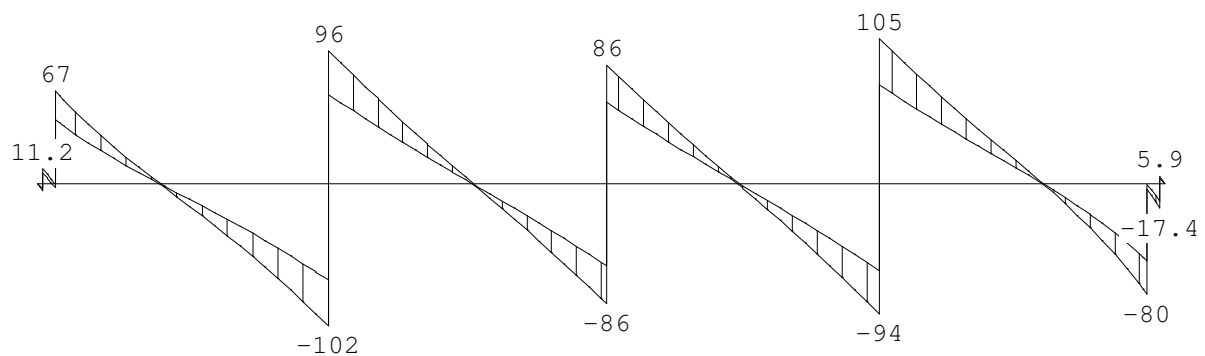
OMHULLENDE VAN DE FUNDAMENTELE COMBINATIES

MOMENTEN Fysisch lineair

Ligger:1 Fundamentele combinatie


DWARSKRACHTEN Fysisch lineair

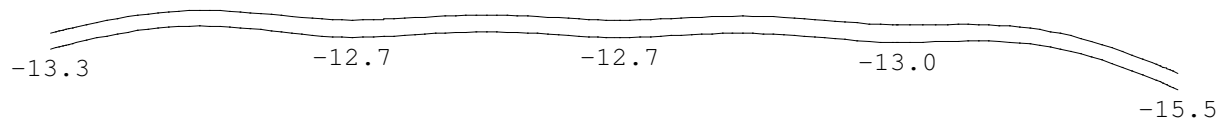
Ligger:1 Fundamentele combinatie



OMHULLENDE VAN DE QUASI-BLIJVENDE COMBINATIES

VERPLAATSINGEN [mm] Fys.NLE.kort

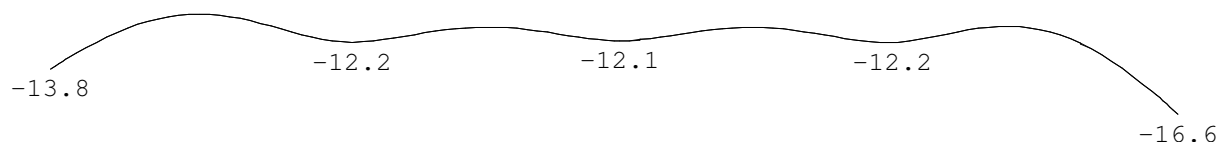
Ligger:1 Quasi-blijvende combinatie



N.B. In deze verplaatsingen is de kruipvervorming (w2) niet verwerkt!

Project.....: 19004 - Nieuwbouw katoenstraat te Deurne

Onderdeel.....: Plaatfundering rijwoningen

VERPLAATSINGEN [mm] Fys.NLE.lang Ligger:1 Quasi-blijvende combinatie**PROFIELGEGEVENS Vloer** [N][mm] t.b.v. profiel:1 B*H 1000*400**Algemeen**

Materiaal : C30/37

Doorsnede

breedte : 1000 hoogte : 400 zwaartepunt tov onderkant : 200

Fictieve dikte : 285.7

Betonkwaliteit element	:	C30/37	Kruipcoëf.	:	2.470
Staalkwaliteit hoofdwapening	:	500	ϵ_{uk}	:	5.00
Staalkwaliteit beugels	:	500			

Betondekking

		Boven	Onder
Milieu	:	XC1	XC4
Hoofdwapening	:	1ste laag	1ste laag
Nominale dekking	:	15	30
Toegepaste dekking	:	35	35
Beugel / Verdeelwapening	:	2de laag	2de laag
Nominale dekking	:	15	30
Toegepaste dekking	:	45	43

Wapening

		Boven	Onder
Basiswapening	:	10-150	8-150
Hoofdwapening laag	:	1	1
Diameter verdeelwapening	:	6.0	6.0

DwarskrachtwapeningMin. hoek betondrukdiagonaal θ : 21.8 z berekenen via: MRd**PROFIELGEGEVENS Vloer** [N][mm] t.b.v. profiel:2 B*H 1000*160**Algemeen**

Materiaal : C30/37

Doorsnede

breedte : 1000 hoogte : 160 zwaartepunt tov onderkant : 80

Fictieve dikte : 137.9

Betonkwaliteit element	:	C30/37	Kruipcoëf.	:	2.470
Staalkwaliteit hoofdwapening	:	500	ϵ_{uk}	:	5.00
Staalkwaliteit beugels	:	500			

Project.....: 19004 - Nieuwbouw katoenstraat te Deurne

Onderdeel.....: Plaatfundering rijwoningen

Betondekking

		Boven	Onder
Milieu	:	XC1	XC4
Hoofdwapening	:	1ste laag	1ste laag
Nominale dekking	:	15	30
Toegepaste dekking	:	35	35
Beugel / Verdeelwapening	:	2de laag	2de laag
Nominale dekking	:	15	30
Toegepaste dekking	:	43	43

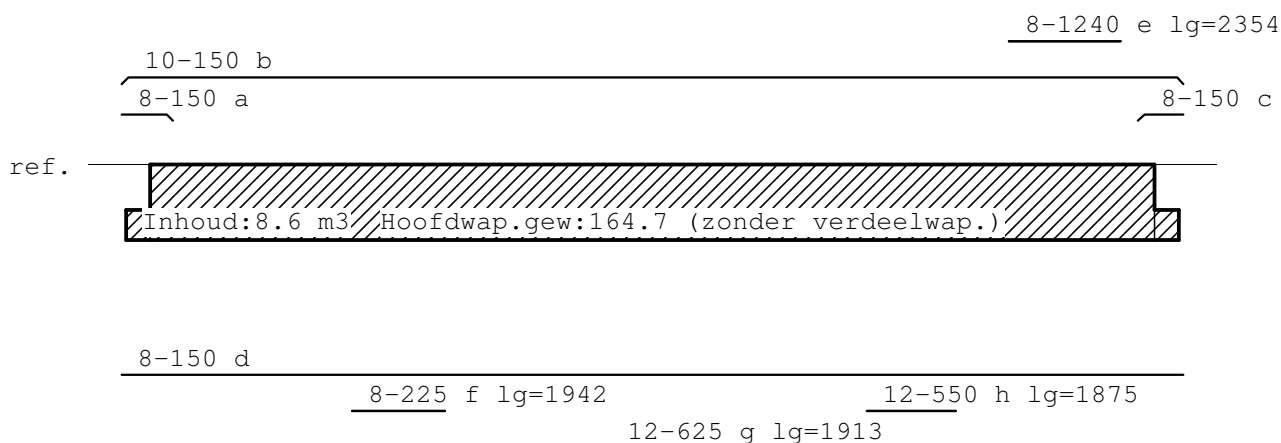
Wapening

		Boven	Onder
Basiswapening	:	8-150	8-150
Hoofdwapening laag	:	1	1
Diameter verdeelwapening	:	6.0	6.0

DwarskrachtwapeningMin. hoek betondrukdiagonaal θ : 21.8 z berekenen via: MRd**Hoofdwapening**

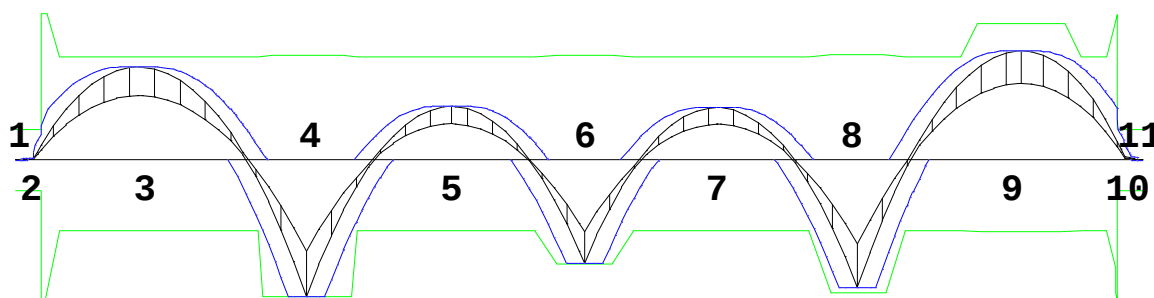
Fysisch lineair

Ligger:1 Fundamentele combinatie

**MEd dekkingslijn**

Fysisch lineair

Ligger:1 Fundamentele combinatie

**Hoofdwapening**

Ligger:1

Geb.	Pos. [mm]	M_{Ed} [kNm]	M_{Rd} [kNm]	z B/O [mm]	A_b [mm ²]	A_a [mm ²]	Basiswapening +Bijlegwapening	Opm.
1	100	-0.24	-21.59	72 Ond	186*	336	8-150	54
2	500	16.82	21.59	72 Bov	329*	336	8-150	1
3	2405	65.21	72.25	235 Bov	497*	524	10-150	1
4	5700	-95.76	-95.88	219 Ond	582	336	8-150	28
				Ond		224	+8-225	
5	8539	37.60	72.25	235 Bov	432*	524	10-150	54
6	11150	-72.51	-72.95	208 Ond	551*	336	8-150	1,28
				Ond		181	+12-625	

Project.....: 19004 - Nieuwbouw katoenstraat te Deurne

Onderdeel.....: Plaatfundering rijwoningen

Hoofdwapening

Ligger:1

Geb.	Pos. [mm]	M_{Ed} [kNm]	M_{Rd} [kNm]	z B/O [mm]	A_b [mm ²]	A_a [mm ²]	Basiswapening +Bijlegwapening	Opm.
7	13736	36.83	72.25	235 Bov	432*	524	10-150	54
8	16500	-89.39	-93.01	214 Ond	563*	336	8-150	1,28
				Ond		206	+12-550	
9	19716	76.49	95.70	244 Bov	565*	524	10-150	1
				Bov		41	+8-1240	
10	21600	20.92	21.59	72 Bov	393	336	8-150	28
11	22000	-0.29	-21.59	72 Ond	186*	336	8-150	54

Opmerkingen

[1] * = Eisen met betrekking tot minimum wapening zijn toegepast, zie nationale bijlage art. 9.2.1.1(1).

[28] Berekening van A_b houdt geen rekening met wapening gedrukte zijde.

[54] * = Eisen met betrekking tot minimum wapening ten behoeve van gecontroleerde scheurvorming zijn toegepast volgens art. 7.3.2.

[93] De wapening bij de doorsnede overgang is niet getoetst vlg. NEN-EN 1992-1-1 art.9.9.**Scheurvorming volgens artikel 7.3.4**

Ligger:1

Geb.	Pos. [mm]	Zijde	$M_{E,freq}$ [kNm]	$S_{r,max}$ [mm]	$\epsilon_{sm}-\epsilon_{cm}$ [%]	w_k [mm]	k_x	w_{max} [mm]	U.C.	Opm.
1	21600	Bov	17.47	208	1.355	0.282	2.00	0.800	0.35	
1	19716	Bov	64.93	254	1.006	0.256	2.00	0.800	0.32	
1	16500	Ond	-74.86	239	1.208	0.289	1.17	0.350	0.83	
1	5700	Ond	-80.67	208	1.255	0.261	1.17	0.350	0.75	

Verloop hoofdwapening

Ligger:1

Merk	B/O	Wapening	Vanaf [mm]	Tot [mm]	Lengte [mm]	$L_{bd,begin}$ [mm]	$L_{bd,eind}$ [mm]
a	Boven	8-150	-100	857	957	100	236
b	Boven	10-150	40	22074	22034	100	114
c	Boven	8-150	21387	22200	813	213	100
e	Boven	8-1240	18531	20886	2354	315	315
d	Onder	8-150	-100	22200	22300	100	100
f	Onder	8-225	4750	6692	1942	100	100
g	Onder	12-625	10194	12107	1913	414	414
h	Onder	12-550	15550	17424	1875	426	357

Project.....: 19004 - Nieuwbouw katoenstraat te Deurne

Onderdeel.....: Plaatfundering rijwoningen

Verloop hoofdwapening

Ligger:1

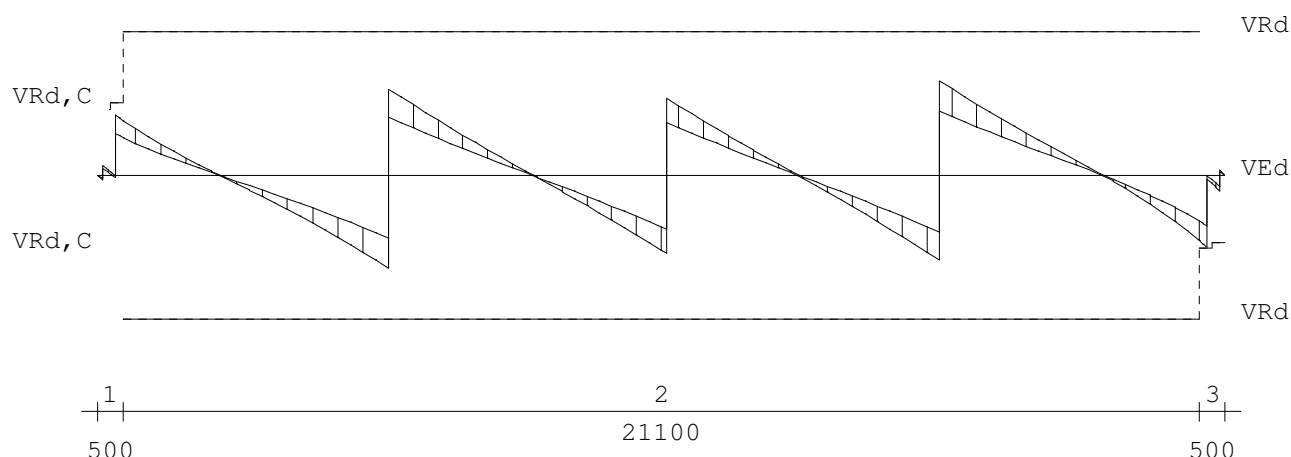
Merk	B/O	Wapening	Vanaf [mm]	Tot [mm]	Lengte [mm]	$L_{bd;begin}$ [mm]	$L_{bd;eind}$ [mm]
------	-----	----------	---------------	-------------	----------------	------------------------	-----------------------

Opmerkingen

Alle maten zijn inclusief verschuiving van de m-lijn en verankering

DWARSKRACHTEN Fysisch lineair

Ligger:1 Fundamentele combinatie

**Dwarskrachtwapening**

Ligger:1

Geb.	Vanaf [mm]	Tot [mm]	Lengte [mm]	V_{Ed} [kN]	A_{opg} [mm ²]	Opm.
1	0	500	500	67	71	
2	500	21600	21100	105	71	
3	21600	22100	500	80	71	

Opmerkingen

[71] Er wordt voor platen geen minimale dwarskrachtwapening volgens art. 9.3.2 toegepast. Uitgangspunt hiervoor is dat er herverdeling van belastingen in dwarsrichting mogelijk is (zie art. 6.2.1(4)).

Schuifspanningen

Ligger:1

Geb.	Vanaf [mm]	Tot [mm]	θ [°]	V_{Ed} [kN]	$v_{Ed} < v_{Rd} < v_{Rd,max}$ -----[N/mm ²]-----	v_{opg} [N/mm ²]	Opm.	
1	0	500	21.8	67	0.56	0.67	2.19	71
2	500	21600	21.8	105	0.29	0.44	2.37	71
3	21600	22100	21.8	80	0.66	0.67	2.19	71

Opmerkingen

[71] Er wordt voor platen geen minimale dwarskrachtwapening volgens art. 9.3.2 toegepast. Uitgangspunt hiervoor is dat er herverdeling van belastingen in dwarsrichting mogelijk is (zie art. 6.2.1(4)).

Wapeningsgewicht

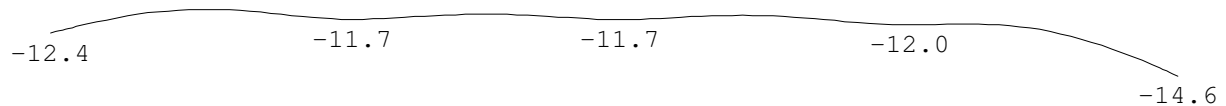
Inhoud:8.6 m3 Hoofdwap.gewicht:164.7 kg, 19.1 kg/m3 (zonder verdeelwap.)

Project.....: 19004 - Nieuwbouw katoenstraat te Deurne

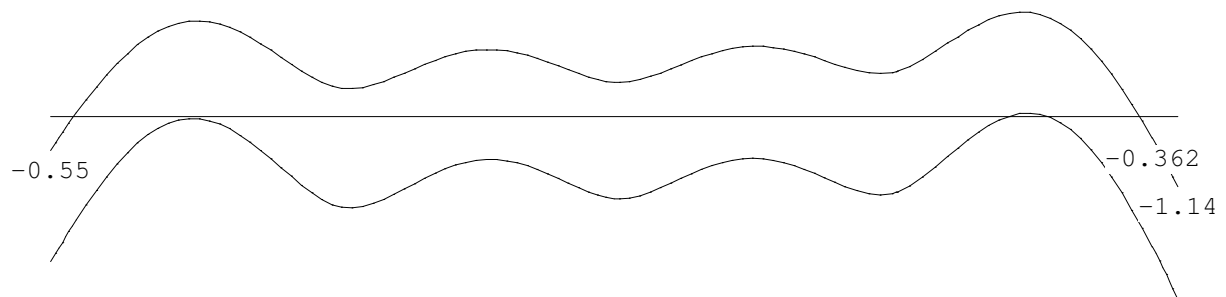
Onderdeel.....: Plaatfundering rijwoningen

DOORBUIGINGEN w1 [mm]

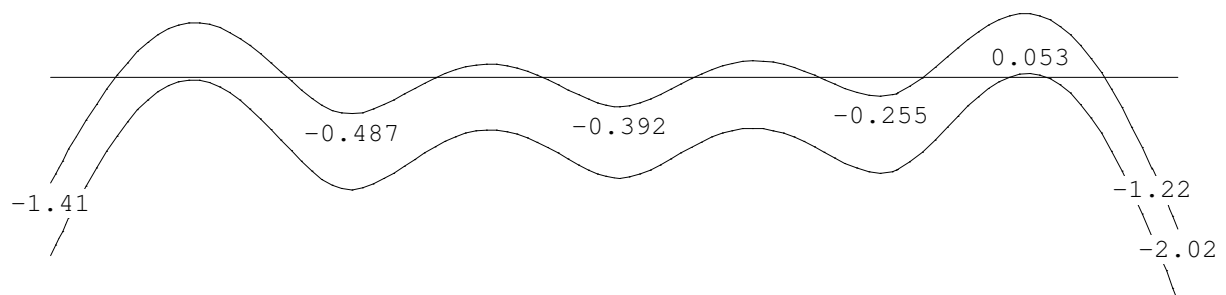
Ligger:1 Blijvende combinatie

**DOORBUIGINGEN w2** [mm]

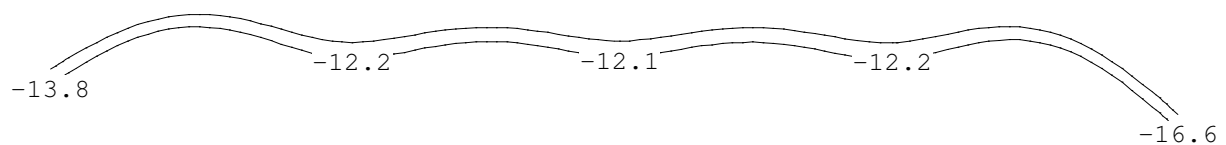
Ligger:1 Quasi-blijvende combinatie

**DOORBUIGINGEN wbij** [mm]

Ligger:1 Quasi-blijvende combinatie

**DOORBUIGINGEN wmax** [mm]

Ligger:1 Quasi-blijvende combinatie



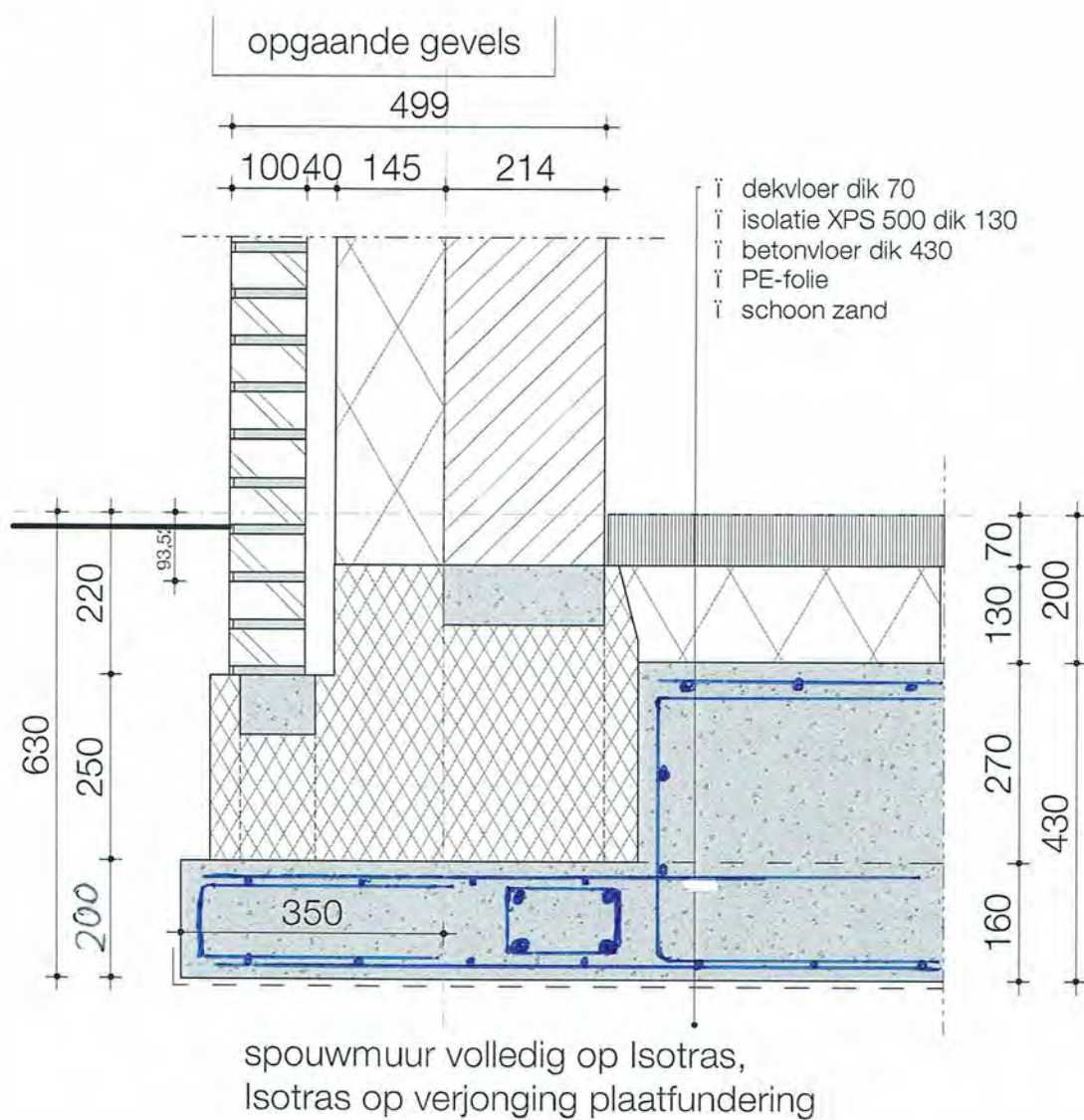
Project.....: 19004 - Nieuwbouw katoenstraat te Deurne

Onderdeel.....: Plaatfundering rijwoningen

DOORBUIGINGEN

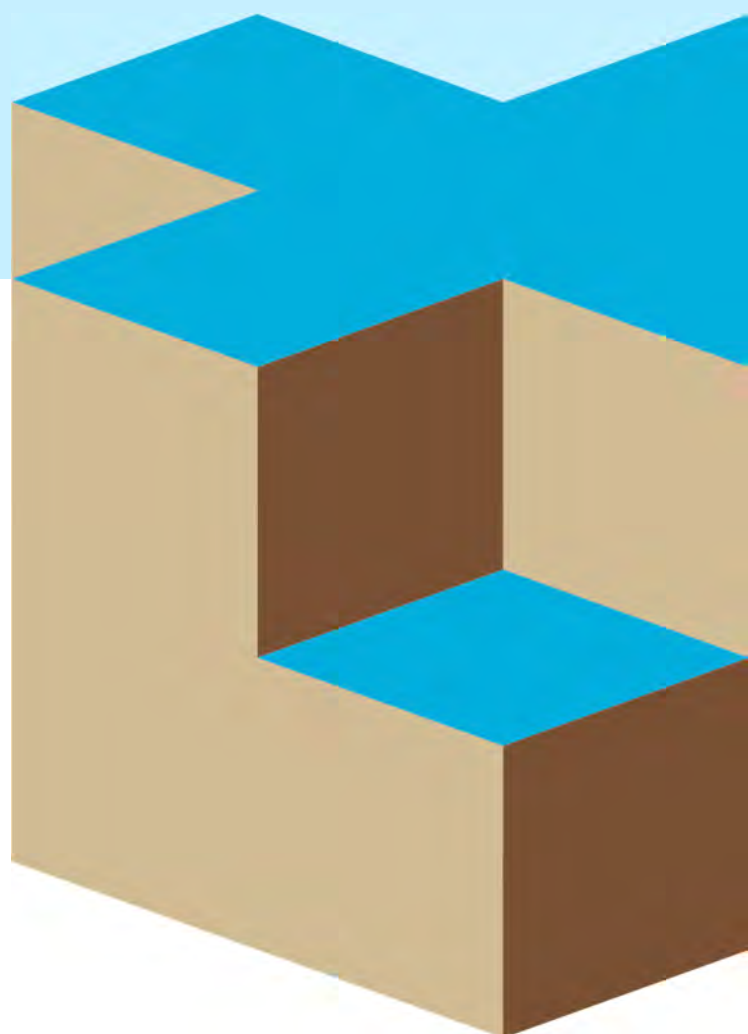
Quasi-blijvende combinatie

Veld	Zijde	positie	l_{rep}	w_1	w_2	-- w_{bij} --		w_{tot}	w_c	-- w_{max} --	
		[m]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[lrep/]	[mm]	[mm]	[mm]	[lrep/]
1	Pos.	19.189	22100	2.1	3.0	3.0	7488	5.1		5.1	4334
1	Pos.	2.911	22100	1.5	2.4	2.4	9178	3.9		3.9	5662



Bijlage III Rapport 02P016410 van Inpijn Blokpoel; sonderingsonderzoek

54 woningen aan de Katoenstraat te Deurne



54 woningen aan de Katoenstraat te Deurne

Opdrachtnummer: 02P016410

Rapport betreffende
Resultaten geotechnisch onderzoek
Voorlopig funderingsadvies

Documentnummer
02P016410-adv-01

Versie
1.0

Datum rapport
4 maart 2021

Opdrachtgever
Bots Wonen
Energiesstraat 21
5753 RN Deurne

Opgesteld door:
Ing. G. van den Brink



Gecontroleerd door:
Ir. N.T. Debets





INHOUDSOPGAVE

1. INLEIDING	1
2. PROJECTGEGEVENS	2
2.1 Projectlocatie	2
2.2 Nieuwbouw	2
2.3 Historie projectlocatie	3
2.4 Omgeving	3
2.5 Tot slot	3
3. ONDERZOEK	4
3.1 Sonderingen	4
3.2 Boringen	4
3.3 Uitzetten en waterpassen	4
3.4 Foto's	4
4. BODEMOPBOUW EN GRONDWATER.....	5
4.1 Hoogteligging maaiveld	5
4.2 Beschrijving bodemopbouw.....	5
4.3 Grondwater	5
5. VOORLOPIG FUNDERINGSADVIES	6
5.1 Funderingswijze.....	6
5.2 Uitgangspunten.....	6
5.3 Richtlijnen funderingselementen	6
5.4 Voormalige bebouwing / vroegere terreininrichting	6
5.5 Grondverbetering.....	7
5.6 Draagkracht	8
5.7 Vervorming	9
5.8 Beddingscoëfficiënt.....	10
5.9 Vloer nieuwbouw	11
5.10 Resterend onderzoek.....	11
5.11 Richtlijnen en kwaliteitszorg grondverbetering	11

BIJLAGEN:

- A) Situatietekening en foto's
- B) Inmeet- en waterpasstaat
- C) Sondeergrafieken
- D) Boorstaten
- E) Verklaring codering
- F) Berekening fundering op staal
 - F1. Aanlegniveau fundering NAP +25,25 m
 - F2. Aanlegniveau fundering NAP +25,10 m
 - F3. Aanlegniveau fundering NAP +24,80 m
 - F4. Aanlegniveau fundering NAP +24,60 m
- G) Algemene richtlijnen uitvoering grondverbetering

VERZENDLIJST:

Per mail aan Bots Wonen te Deurne,
t.a.v. de heer H. van den Biggelaar (hvandenbiggelaar@bots.nl)



Project	54 woningen aan de Katoenstraat te Deurne
Opdracht	02P016410
Document	02P016410-adv-01 [versie 1.0]

1. INLEIDING

Ten behoeve van de realisatie van 54 woningen aan de Katoenstraat te Deurne wordt door ons bureau op verzoek van Bots Wonen uit Deurne in voorliggend rapport een funderingsadvies gegeven. Het advies is gebaseerd op de ons verstrekte projectgegevens en het geotechnisch onderzoek dat onlangs op de projectlocatie is uitgevoerd. Dit rapport bevat tevens een beschrijving en de resultaten van het onderzoek.

De werkzaamheden zijn uitgevoerd overeenkomstig onze offerte met kenmerk 02OFF023580 van 26 november 2020.

Voorliggend rapport heeft een voorlopig karakter voor de bouwblokken waar nog niet alle sonderingen zijn verricht. Het resterend onderzoek is nodig om te komen tot een volledig funderingsadvies.

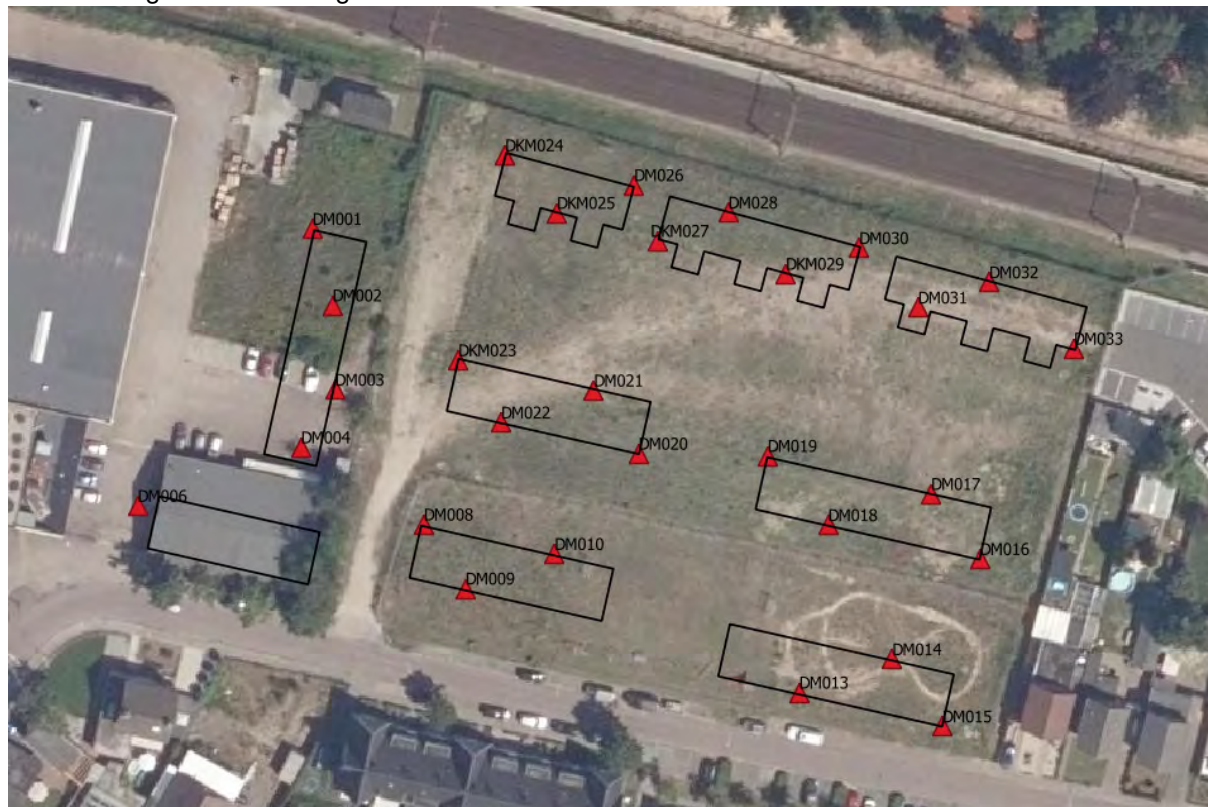


Project 54 woningen aan de Katoenstraat te Deurne
 Opdracht 02P016410
 Document 02P016410-adv-01 [versie 1.0]

2. PROJECTGEGEVENS

2.1 Projectlocatie

De projectlocatie is gelegen aan de Katoenstraat te Deurne. De projectlocatie bevindt zich in bebouwd gebied. Voor de ligging van de projectlocatie wordt verwezen naar de situatietekening SIT-01 bijlage A en de navolgende afbeelding.



Figuur 1: Projectlocatie en locatie sonderingen. Achtergrond: Actuele luchtfoto NL.

2.2 Nieuwbouw

Het plan omvat de realisatie van een aantal woningen. Deze zullen grotendeels bestaan uit een begane grond, een eerste verdieping en een zolderverdieping onder een schuine kap.

In het ontwerp is geen kelder opgenomen.

Volgens opgave varieert het begane grondpeil van de nieuwbouw binnen het plan van NAP +26,05 tot +25,40 m.

De constructeur is uitgegaan van een maximale rekenwaarde van de lijnbelasting van ca. 170 kN/m.



2.3 Historie projectlocatie

Op een deel van de projectlocatie is momenteel nog bestaande te slopen bebouwing aanwezig, zoals ook weergegeven op figuur 1. Op een deel van de projectlocatie heeft bebouwing gestaan, zoals onderstaand weergegeven.



Figuur 2: Projectlocatie en voormalige bebouwing. Achtergrond: Luchtfoto NL 2015.

Omtrent de nog te slopen bebouwing, de voormalige bebouwing en de overige historie van de projectlocatie zijn ons verder geen gegevens bekend. Als er om enige reden aanleiding is om te veronderstellen dat sprake kan zijn van bijvoorbeeld geroerde grond of obstakels en verontreinigingen, dan dient te worden nagegaan in hoeverre dit mogelijk een knelpunt is voor het ontwerp of de uitvoering.

2.4 Omgeving

In de omgeving van de projectlocatie is sprake van diverse bebouwing. De dichtst nabij de nieuwbouw gesitueerde bebouwing bevindt zich op een afstand van ca. 9 meter. Ten noorden van de projectlocatie is een spoor gelegen. De afstand tot het spoor bedraagt ongeveer 12 à 15 m.

2.5 Tot slot

Geadviseerd wordt om genoemde gegevens alsmede de elders in dit rapport gehanteerde aannamen en uitgangspunten te verifiëren voordat met de resultaten uit dit rapport wordt verder gewerkt.



3. ONDERZOEK

3.1 Sonderingen

Verdeeld over de projectlocatie zijn 29 sonderingen gemaakt met een elektrische conus en mechanische conus conform NEN-EN-ISO 22476-1. Bij een aantal sonderingen is naast de conusweerstand tevens de plaatselijke wrijving gemeten en geregistreerd. De relatie tussen conusweerstand en plaatselijke wrijving, het wrijvingsgetal, geeft beneden het grondwaterniveau een indicatie van de verschillende grondsoorten.

De sonderingen zijn uitgevoerd door een sondeertruck. De sondeerdiepte reikte veelal tot ca. 12 m - maaiveld.

Voor de grafieken van de sonderingen wordt verwezen naar bijlage C; de locatie van de sondeerpunten is aangegeven op de situatietekening SIT-01 onder bijlage A. Voor een verklaring van de op de tekening gebruikte tekens wordt verwezen naar de "Verklaring Codering" die onder bijlage E aan dit rapport is toegevoegd.

Opmerking

Door de aanwezigheid van bestaande nog te slopen bebouwing konden sonderingen DKM-005 en DKM007 niet worden uitgevoerd.

Door de aanwezigheid van een speeltuin konden sonderingen DKM011 en DKM012 niet worden uitgevoerd.

In verband met een te hoog oplopende sondeerweerstand konden enkele sonderingen niet tot de geplande diepte worden uitgevoerd.

3.2 Boringen

Ter aanvulling op de sonderingen zijn 4 boringen uitgevoerd over een diepte van 3,0 à 3,5 meter.

Tijdens het boorwerk is naar de grondwaterstand gepeild.

Voor de boorprofielen wordt verwezen naar bijlage D; de locatie van de boringen is aangegeven op de situatietekening SIT-01 onder bijlage A. Voor een verklaring van de op de tekening en de boorprofielen gebruikte tekens wordt verwezen naar de "Verklaring Codering" die onder bijlage E aan dit rapport is toegevoegd.

3.3 Uitzetten en waterpassen

Met behulp van een GNSS meetsysteem zijn de locaties van de onderzoekspunten uitgezet in RD-coördinaten en is de hoogte van het maaiveld ter plaatse van ieder onderzoekspunt bepaald ten opzichte van NAP. Tevens is de hoogte ingemeten van drie putten en een dorpel.

Voor de resultaten van de inmeting en waterpassing wordt verwezen naar de inmeet- en waterpasstaat onder bijlage B. Geadviseerd wordt na te gaan of het resultaat van onze waterpassing overeenstemt met andere gegevens ten aanzien van de hoogteligging van het terrein.

3.4 Foto's

Tijdens de uitvoering van het veldwerk zijn enkele foto's gemaakt. Voor de foto's en een tekening waarop met pijlen is aangegeven vanuit welke positie en in welke richting de foto's zijn gemaakt wordt verwezen naar bijlage A.



4. BODEMOPBOUW EN GRONDWATER

4.1 Hoogteligging maaiveld

De hoogte van het maaiveld ter plaatse van de sondeer- en boorlocaties varieerde ten tijde van het onderzoek van NAP +25,97 tot +24,92 m. Voor meer informatie over de hoogteligging wordt verwezen naar de inmeet- en waterpasstaat onder bijlage B.

4.2 Beschrijving bodemopbouw

Vanaf het maaiveld tot een diepte van ca. NAP +23,5 m worden zandlagen aangetoond met een wisselende consistentie. Plaatselijk is sprake van antropogene bovenlaag. Bij boringen HB001, HB002 en HB004 wordt bijvoorbeeld tot een diepte variërend van 1,0 tot 1,4 m - maaiveld een puin- c.q. baksteenfractie aangetoond.

Vervolgens worden tot een diepte van ca. NAP +21,0 m overwegend los gepakte tot matig vaste zandlagen waargenomen. Plaatselijk en op wisselende diepte komen in dit pakket teruggangen in de conusweerstand voor, die vermoedelijk worden veroorzaakt door leemhoudende zand- en zandhoudende leemafzettingen.

Vervolgens worden leemafzettingen geregistreerd met een dikte variërend van ca. 0,5 tot 1,5 m. Tenslotte worden tot de maximaal verkende diepte vaste zandafzettingen gemeten.

4.3 Grondwater

In de boorgaten en enkele sondeergaten werd op 21 december 2020 naar de grondwaterstand gepeild. In drie boorgaten werd geen grondwater aangetroffen. In het boorgat van boring HB004 werd een grondwaterstand ingemeten op NAP +21,7 m.

In enkele sondeergaten wordt een grondwaterstand ingemeten op een niveau variërend van NAP +20,80 tot +19,90 m.

Er wordt op gewezen dat dit momentopnamen zijn en dat de stand onder invloed van o.a. seizoensafhankelijke factoren zal fluctueren.



5. VOORLOPIG FUNDERINGSADVIES

5.1 Funderingswijze

De bodemopbouw in combinatie met de aard van de nieuwbouw geeft mogelijkheden voor een fundering op staal. Een fundering op staal vereist dat een grondverbetering wordt uitgevoerd.

5.2 Uitgangspunten

- Projectgegevens zoals beschreven in hoofdstuk 2.
- Situering nieuwbouw zoals weergegeven op situatietekening SIT-01 onder bijlage A.
- Het project is ingedeeld in Geotechnische Categorie 2.
- Funderingselementen worden verticaal centrisch op druk belast.
- De berekening van de draagkracht op druk en de vervorming van de funderingselementen is gebaseerd op NEN 9997-1:2017 (geotechnisch ontwerp van constructies).
- Er is in dit rapport van uitgegaan dat het aanlegniveau van de fundering op ca. 0,8 m - vloerpeil begane grond zal komen te liggen.
- Er wordt aangenomen dat beneden de ontgravingsniveaus de oorspronkelijke, op natuurlijke wijze gesedimenteerde bodemopbouw aanwezig is.
- Het terrein zal niet significant worden afgegraven of opgehoogd.
- Eventuele (beperkte) terreinophogingen moeten voor of uiterlijk tijdens de funderingswerkzaamheden worden aangebracht.

5.3 Richtlijnen funderingselementen

- Toegepast kunnen worden funderingselementen bestaande uit betonnen stroken en/of poeren.
- Afmeting en eventueel vereiste wapening van de funderingselementen dient door de constructeur te worden berekend aan de hand van de gegevens uit dit rapport.
- In verband met een vorstvrije ligging en mogelijke werkzaamheden aan kabels en leidingen dient de aanlegdiepte van de fundering langs een perceelgrens tenminste 0,80 meter minus maaiveld te zijn. Voor het overige kan 0,70 meter worden aangehouden.

5.4 Voormalige bebouwing / vroegere terreininrichting

- Geadviseerd wordt om na te gaan of er sprake kan zijn van geroerde grond als gevolg van bijvoorbeeld het slopen van bebouwing, het verwijderen van tanks, of het dempen van vroegere sloten.
- Indien er sprake is van geroerde grond dan dient deze in principe te worden verwijderd en vervangen door goed verdicht zand (zie paragraaf "grondverbetering").



5.5 Grondverbetering

Ter plaatse van de sonderingen hebben de bodemlagen tot de in de tabel vermelde niveaus een te geringe draagkracht. Ligt dit ontgravingsniveau lager dan het aanlegniveau van de funderingselementen dan dient de tussenliggende zone te worden opgevuld met een grondverbetering.

Tabel 1. Ontgravingsniveau ten behoeve van grondverbetering

Sondering nr.	Hoogte maaiveld* [m t.o.v. NAP]	Aanlegniveau fundering [m t.o.v. NAP]	Ontgravingsniveau [m t.o.v. NAP]
DM001	+24,95	+24,60	+24,0 2)
DM002	+25,02	+24,60	+23,5 2)
DM003	+25,03	+24,60	--- 1)
DM004	+25,15	+24,60	+24,5
DM006	+25,35	+24,60	--- 1)
DM008	+25,31	+24,80	--- 1)
DM009	+25,21	+24,80	--- 1)
DM010	+25,18	+24,80	--- 1)
DM013	+25,11	+24,60	--- 1)
DM014	+25,05	+24,60	--- 1)
DM015	+24,92	+24,60	+24,1
DM016	+25,43	+25,10	+25,0
DM017	+25,76	+25,10	--- 1)
DM018	+25,74	+25,10	--- 1)
DM019	+25,97	+25,10	--- 1)
DM020	+25,89	+25,25	+25,1
DM021	+25,85	+25,25	+25,1
DM022	+25,66	+25,25	+25,1
DM023	+25,57	+25,25	+24,3
DM024	+25,36	+25,25	+23,7 2)
DM025	+25,64	+25,25	--- 1)
DM026	+25,61	+25,25	+23,7 2)
DM027	+25,75	+25,25	+25,0
DM028	+25,61	+25,25	+24,0 2)
DM029	+25,70	+25,25	+25,2
DM030	+25,57	+25,25	+24,2 2)
DM031	+25,66	+25,25	--- 1)
DM032	+25,52	+25,25	+24,3 2)
DM033	+25,61	+25,25	+25,0

* Niveau ten tijde van onderzoek

- 1) Hier kan worden volstaan met het aftrillen van het ontgravingsvlak.
- 2) Mogelijk is hier sprake van geroerde grond. Geadviseerd wordt na te gaan of er in het verleden vergravingen hebben plaatsgevonden ten behoeve van bijvoorbeeld de sloop van de voormalige bebouwing, de aanleg of verwijdering van leidingen, rioleringen en dergelijke. Binnen dit kader wordt gewezen op de aanwezigheid van een baksteenfractie bij boringen HB001 en HB002.

Alle grond dient tot de aangegeven diepte te worden vervangen door een goed verdicht zandpakket. Tussen en in de omgeving van de sonderingen moet tot dezelfde bodemlagen worden ontgraven zoals aangetroffen ter plaatse van de sonderingen op de hiervoor vermelde niveaus.

Bestaat de onderste 0,2 à 0,4 meter uit los gepakt goed te verdichten zand dan behoeft dit zand niet te worden verwijderd maar kan het, indien de vochtigheidsgraad dit toelaat, direct worden verdicht.



Ter plaatse van eventueel door het graafwerk ontspannen bodemlagen en ter plaatse van aanwezige voormalige sloten of verstoringen c.q. bodemlagen afwijkend van hetgeen tijdens het verrichte grondonderzoek is aangetroffen, moet in beginsel dieper worden ontgraven tot de vaste natuurlijke bodemopbouw.

Indien er als gevolg van het slopen van de voormalige bebouwing op de aangegeven ontgravingniveaus geroerde en/of puinhoudende grond wordt aangetroffen, dan dient deze tot de vaste natuurlijke bodemopbouw te worden verwijderd.

Eventuele humushoudende afzettingen die op deze niveaus nog aanwezig zijn dienen geheel te worden verwijderd.

Voor meer algemene richtlijnen ten aanzien van de grondverbetering wordt verwezen naar bijlage G.

5.6 Draagkracht

De rekenwaarde van de verticale belasting op een funderingselement moet kleiner zijn dan de draagkracht van de ondergrond ($V_d \leq R_{v,d}$).

In de onderstaande tabellen is voor een aantal funderingsafmetingen de maximale draagkracht weergegeven.

Tabel 2. Rekenwaarde maximale funderingsdruk en draagkracht stroken (t = gronddekking)

Strookbreedte [m]	Funderingsdruk $\sigma_{\max,d}$ [kN/m ²]		Draagkracht $R_{v,d}$ [kN/m]	
	$t = 0,1 \text{ m}$	$t = 0,4 \text{ m}$	$t = 0,1 \text{ m}$	$t = 0,4 \text{ m}$
Aanlegniveau fundering NAP +25,25 m				
0,40	81	157	33	63
1,20	179	256	215	307
Aanlegniveau fundering NAP +25,10 m				
0,40	81	157	33	63
1,20	174	250	209	300
Aanlegniveau fundering NAP +24,80 m				
0,40	81	157	33	63
1,20	159	235	191	282
Aanlegniveau fundering NAP +24,60 m				
0,40	81	157	32	63
1,20	143	216	171	259

Tabel 3. Rekenwaarde maximale funderingsdruk en draagkracht poeren (t = gronddekking)

Poerafmeting [m x m]	Funderingsdruk $\sigma_{\max,d}$ [kN/m ²]		Draagkracht $R_{v,d}$ [kN]	
	$t = 0,1 \text{ m}$	$t = 0,4 \text{ m}$	$t = 0,1 \text{ m}$	$t = 0,4 \text{ m}$
Aanlegniveau fundering NAP +25,25 m				
0,40 x 0,40	77	190	12	30
1,20 x 1,20	146	259	210	372
Aanlegniveau fundering NAP +25,10 m				
0,40 x 0,40	77	190	12	30
1,20 x 1,20	142	254	204	366
Aanlegniveau fundering NAP +24,80 m				
0,40 x 0,40	77	190	12	30
1,20 x 1,20	131	243	189	350
Aanlegniveau fundering NAP +24,60 m				
0,40 x 0,40	76	189	12	30
1,20 x 1,20	119	227	171	328

Voor de berekening van het draagvermogen wordt verwezen naar bijlage F1 t/m F4.



Het draagvermogen is afhankelijk van onder meer de gronddekking (t).

Onder gronddekking wordt verstaan een permanent aanwezige zandaanvulling die boven aanlegniveau aanwezig is rond het volledige funderingselement en die zich in horizontale richting uitstrekt tot een afstand van tenminste 6 maal de breedte van het funderingselement. Indien dit niet het geval is geldt een lagere draagkracht. Er dient zorg voor te worden gedragen dat de gronddekking te allen tijde aanwezig is gedurende de levensduur de constructie.

Daar waar sprake is van een kruipruimte wordt geadviseerd een minimale gronddekking aan te houden van 0,1 m over het volledige oppervlak van de kruipruimte. Bij het ontbreken van een kruipruimte wordt over het algemeen het draagvermogen berekend uitgaande van een gronddekking van 0,4 m.

5.7 Vervorming

De vervormingen binnen de funderingsconstructie dienen zodanig te zijn dat in de bouwconstructie geen uiterste grenstoestand of bruikbaarheidsgrenstoestand wordt overschreden.

Tenzij specifieke vervormingseisen zijn gesteld wordt voor de uiterste grenstoestand veelal een relatieve rotatie β van maximaal 1:100 aangehouden. Voor de bruikbaarheidstoestand wordt in het algemeen aangenomen dat de scheefstand ω en/of de relatieve rotatie β_x de waarde van 1:300 niet mag overschrijden.

Uiterste Grenstoestand:	-Rotatiecriterium:	$\Delta s/l \leq 1:100$
Bruikbaarheidstoestand:	-Rotatiecriterium:	$\Delta s/l \leq 1:300$

Bij overschrijding van de bruikbaarheidstoestand zijn de vervormingen van dien aard dat binnen de bouwconstructie ongewenst verlies aan bruikbaarheid optreedt. In de regel zal deze toestand maatgevend zijn.

Voor het zakkingsverschil kan in eerste instantie tenminste de helft van de berekende maximale zetting worden aangehouden tussen twee funderingselementen met een onderlinge afstand l . Dit in verband met de mogelijke heterogeniteit van de bodem en/of uitvoeringsonvolkomenheden. Indien bijvoorbeeld door belastingvariaties of verschillen in aanlegniveau en funderingsafmeting lokaal een groter zakkingsverschil optreedt, dan moet deze grotere waarde in rekening worden gebracht.

Vervormingen binnen de funderingsconstructie kunnen indicatief worden bepaald aan de hand van de last-zakkingsresultaten die zijn toegevoegd aan bijlage F1 t/m F4. Het betreft hier last-zakkingsgrafieken voor vrij liggende funderingselementen waarbij de zakking niet wordt beïnvloed door die aanwezigheid van nabijgelegen funderingselementen.



5.8 Beddingscoëfficiënt

Voor de statische secant veercoëfficiënt van een funderingselement geldt $k_{v,rep} = F_{s,rep} / s_{bgt}$. De rekenwaarde van de veercoëfficiënt is bepaald als $k_{v,d} = k_{v,rep} / \gamma_{m;k}$ waarbij $\gamma_{m;k} = 1,3$.

Uitgaande van de last-zakkingsgrafiek voor bruikbaarheidstoetstand (BGT) is sprake van een niet geheel lineaire veer karakteristiek. In dit rapport is de statische veerstijfheid gepresenteerd voor een vrij gelegen funderingselement bij een representatieve belasting van 80 % van het draagvermogen.

Tabel 4. Statische beddingscoëfficiënt stroken, $t = 0,4$ m

Strookbreedte [m]	Representatief $k_{v,rep}$ [kN/m ³]	Rekenwaarde $k_{v,d}$ [kN/m ³]
Aanlegniveau fundering NAP +25,25 m		
0,40	19.000	15.000
1,20	6.000	4.500
Aanlegniveau fundering NAP +25,10 m		
0,40	9.000	7.000
1,20	5.000	3.500
Aanlegniveau fundering NAP +24,80 m		
0,40	12.000	9.000
1,20	6.000	5.000
Aanlegniveau fundering NAP +24,60 m		
0,40	9.000	7.000
1,20	5.000	4.000

Tabel 5. Statische beddingscoëfficiënt poeren

Poerafmeting [m x m]	Representatief $k_{v,rep}$ [kN/m ³]	Rekenwaarde $k_{v,d}$ [kN/m ³]
Aanlegniveau fundering NAP +25,25 m		
0,40 x 0,40	52.000	40.000
1,20 x 1,20	26.000	20.000
Aanlegniveau fundering NAP +25,10 m		
0,40 x 0,40	38.000	29.000
1,20 x 1,20	15.000	12.000
Aanlegniveau fundering NAP +24,80 m		
0,40 x 0,40	46.000	35.000
1,20 x 1,20	22.000	17.000
Aanlegniveau fundering NAP +24,60 m		
0,40 x 0,40	36.000	28.000
1,20 x 1,20	12.000	9.000

Voor de veercoëfficiënten wordt verwezen naar bijlage F1 t/m F4.



5.9 Vloer nieuwbouw

Indien de begane grondvloer op een zandbed wordt aangelegd, wordt geadviseerd dezelfde ontgravingsdiepte aan te houden als hiervoor in paragraaf 5.5 is vermeld.

Het aanbrengen van een goed verdicht zandpakket voor de vloer vindt in twee fasen plaats. Allereerst wordt tot onderkant fundering goed verdicht zand aangebracht. Nadat de fundering is gestort en de muren zijn opgemetseld tot vloerniveau vindt in de tweede fase het aanbrengen van een verdicht zandpakket plaats tot onderkant vloer. Er wordt op gewezen dat deze tweede fase eveneens zorgvuldig moet worden uitgevoerd. Ook hier geldt dat in lagen moet worden aangevuld en verdicht, waarbij extra aandacht wordt gegeven aan de verdichting naast randbalken en deuropeningen en de verdichting ter plaatse van sleuven waarin bijvoorbeeld trekstangen of leidingen voor hemelwaterafvoer en riolering zijn aangelegd.

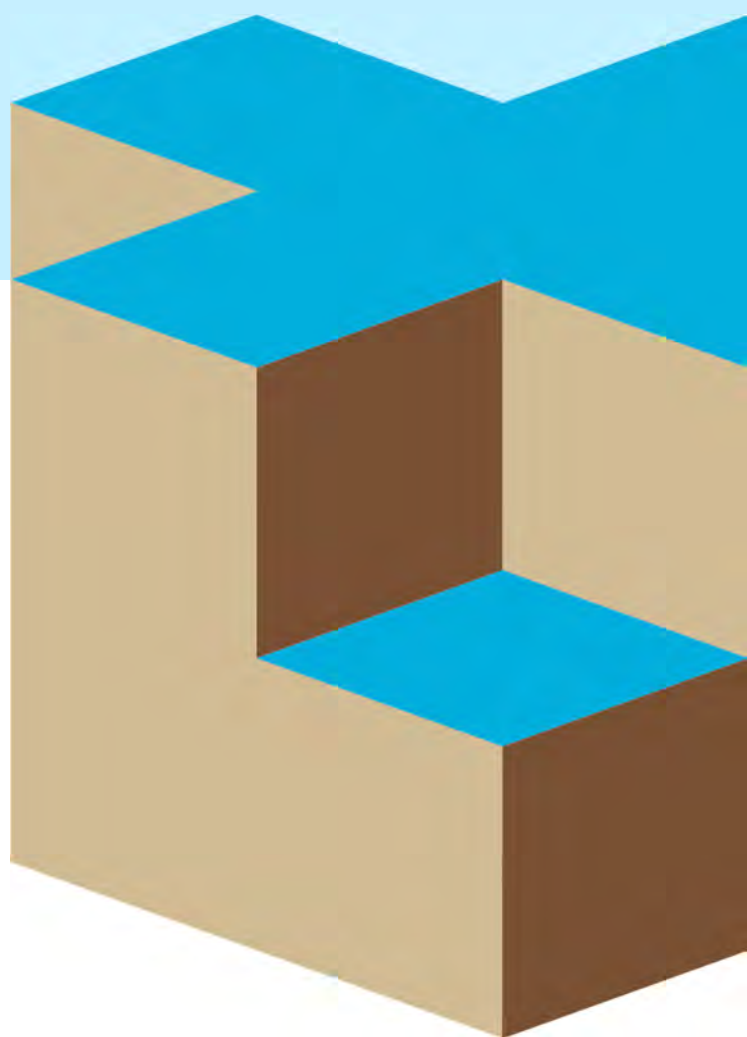
5.10 Resterend onderzoek

Om te komen tot een volledig funderingsadvies dienen de 4 resterende geplande sonderingen alsnog te worden uitgevoerd zodra het terrein voor de sondeerwagen toegankelijk is. Aan de hand van de sonderingen kan de noodzaak en diepte van de grondverbetering ter plaatse nader worden beoordeeld.

5.11 Richtlijnen en kwaliteitszorg grondverbetering

Onder bijlage G zijn met betrekking tot de uitvoering van de grondverbetering algemene richtlijnen gegeven. Onder meer wordt ingegaan op de werkzaamheden in relatie tot de omgeving, het belang van de controle van uitgangspunten en aannamen, en op aspecten die van toepassing zijn op het werkterrein, de uitvoering en controle van de grondverbetering. Geadviseerd wordt hiervan kennis te nemen.

BIJLAGE A





Opdrachtschrijving / locatie:

54 woningen aan de Katoenstraat te Deurne

Omschrijving tekening:

Situatietekening



INPIJN INGENIEURS
BLOKPOEL

Bewerkt: JBS/CSS

Datum: **5 januari 2021**

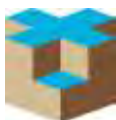
Opdrachtnummer: 02P016410

Bijlage:



Deze situatietekening dient om inzicht te geven in de locatie van de meet- en onderzoekspunten. De tekening dient niet voor andere doeleinden te worden gebruikt.

n:\opdrachten\02\0164\02p0164\006-veldwerk\04-tekeningen\02p0164\0-sit-01-ibs.dwg



Project 54 woningen aan de Katoenstraat te Deurne
Opdracht 02P016410
Betreft Foto's



F001



F002



F003



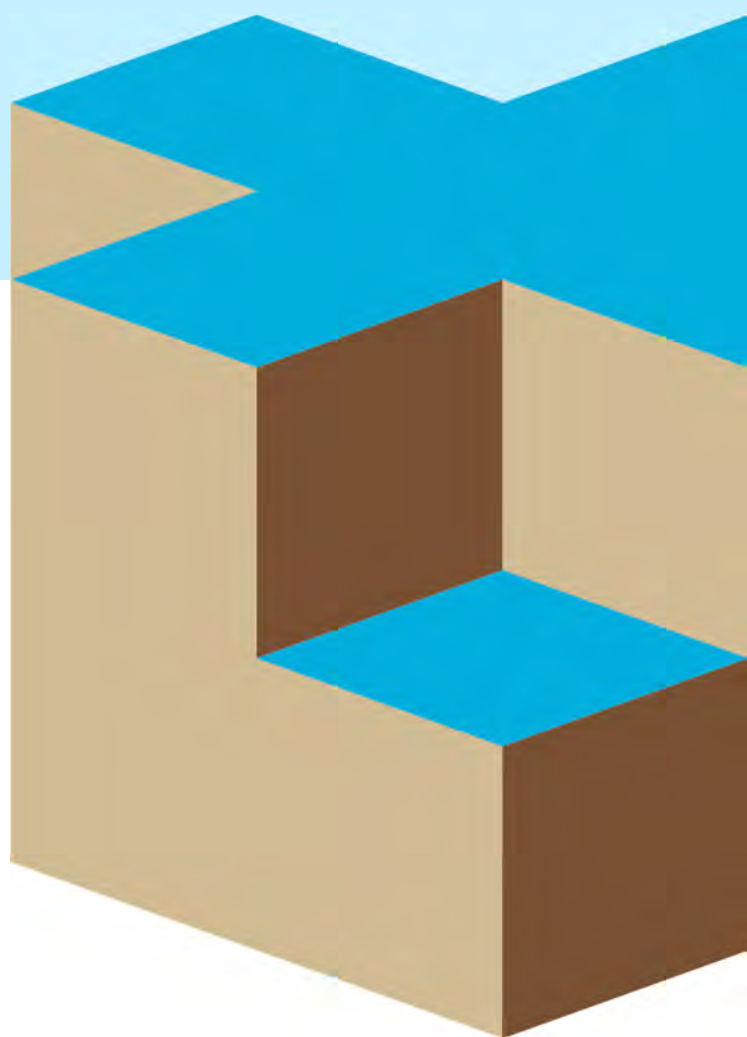
F004

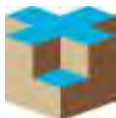


F005

Genomen op: 21 december 2020

BIJLAGE B





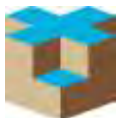
OVERZICHT MEETPUNTEN

Meetmethode	Uitgezet en gewaterpast middels dGPS
Datum meting	21 – 22 december 2020
Horizontaal coördinatensysteem (X,Y)	Rijksdriehoeksmeting (RD)
Verticale referentie (Z)	Normaal Amsterdams Peil (NAP)

Meetpunt	X-coördinaat [m]	Y-coördinaat [m]	Hoogte (Z) [m t.o.v. NAP]
DM001	182322,08	385404,29	24,95
DM002	182325,40	385391,60	25,02
DM003	182325,82	385377,60	25,03
DM004	182320,17	385368,04	25,15
DKM005 (niet uitgevoerd)	---	---	---
DM006	182293,05	385358,33	25,35
DKM007 (niet uitgevoerd)	---	---	---
DM008	182340,57	385355,24	25,31
DM009	182347,48	385344,61	25,21
DM010	182362,29	385350,35	25,18
DKM011 (niet uitgevoerd)	---	---	---
DKM012 (niet uitgevoerd)	---	---	---
DM013	182402,89	385327,36	25,11
DM014	182418,36	385332,87	25,05
DM015	182426,69	385321,74	24,92
DM016	182432,93	385349,52	25,43
DM017	182424,80	385360,31	25,76
DM018	182407,69	385355,14	25,74
DM019	182397,66	385366,63	25,97
DM020	182376,21	385367,00	25,89
DM021	182368,81	385377,47	25,85
DM022	182353,40	385372,15	25,66
DKM023	182346,29	385382,50	25,57
DKM024	182354,07	385416,51	25,36
DKM025	182362,67	385406,95	25,64
DM026	182375,49	385411,56	25,61
DKM027	182379,44	385402,30	25,75
DM028	182391,12	385407,00	25,61
DKM029	182400,68	385396,83	25,70
DM030	182412,86	385401,11	25,57

Let op:

Deze waterpasstaat dient om inzicht te geven in de hoogteligging en locaties van de meet- en onderzoeks-punten ten opzichte van een referentiepunt. Grondwaterstanden zijn ter indicatie en kunnen beïnvloed zijn door de uitgevoerde werkzaamheden. De resultaten dienen niet voor andere doeleinden te worden gebruikt.

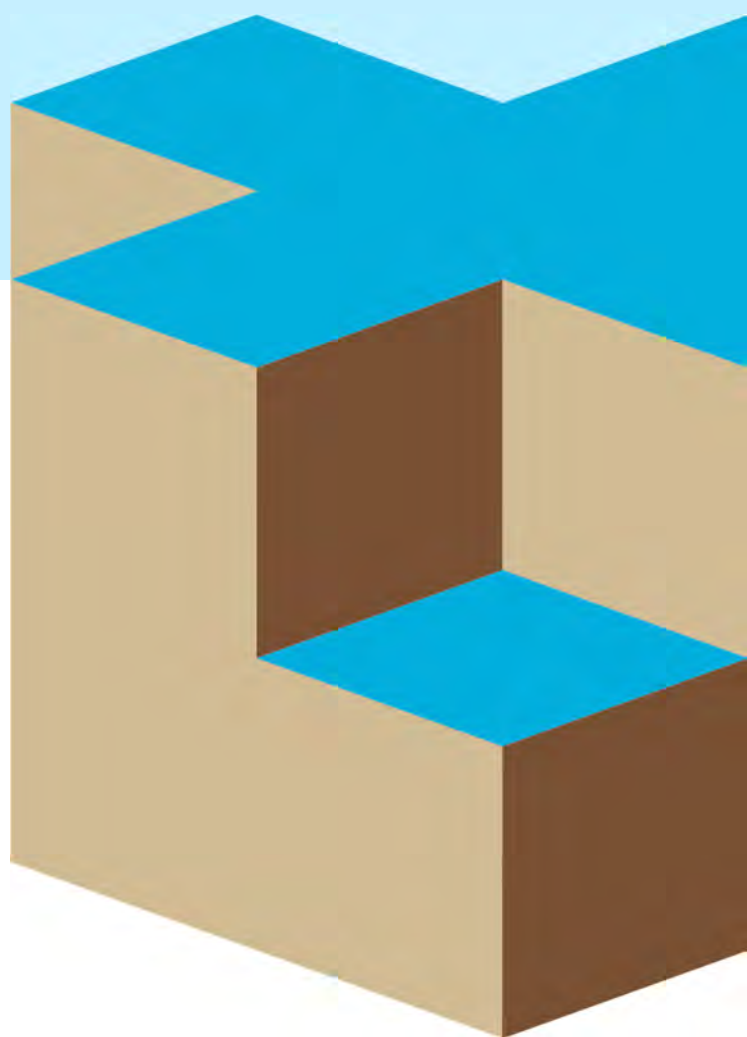


Meetpunt	X-coördinaat [m]	Y-coördinaat [m]	Hoogte (Z) [m t.o.v. NAP]
DM031	182422,63	385391,24	25,66
DM032	182434,44	385395,43	25,52
DM033	182448,52	385384,42	25,61
HB001	182346,02	385382,40	25,57
HB002	182389,79	385404,93	25,64
HB003	182426,69	385321,74	24,92
HB004	182322,08	385404,29	24,95
Grondwaterstand DM004 (22-12-2020)	---	---	19,90
Grondwaterstand DM009 (22-12-2020)	---	---	20,31
Grondwaterstand DM020 (21-12-2020)	---	---	20,99
Grondwaterstand DKM023 (21-12-2020)	---	---	20,67
Grondwaterstand DM033 (21-12-2020)	---	---	20,80
Grondwaterstand HB001 (21-12-2020)	---	---	dieper dan 22,57
Grondwaterstand HB002 (21-12-2020)	---	---	dieper dan 22,14
Grondwaterstand HB003 (22-12-2020)	---	---	dieper dan 21,42
Grondwaterstand HB004 (22-12-2020)	---	---	21,70
Dorpel001	---	---	25,29
Put001	182399,46	385317,95	25,09
Put002	182328,57	385333,09	25,18
Put003	182279,34	385343,61	25,00

Let op:

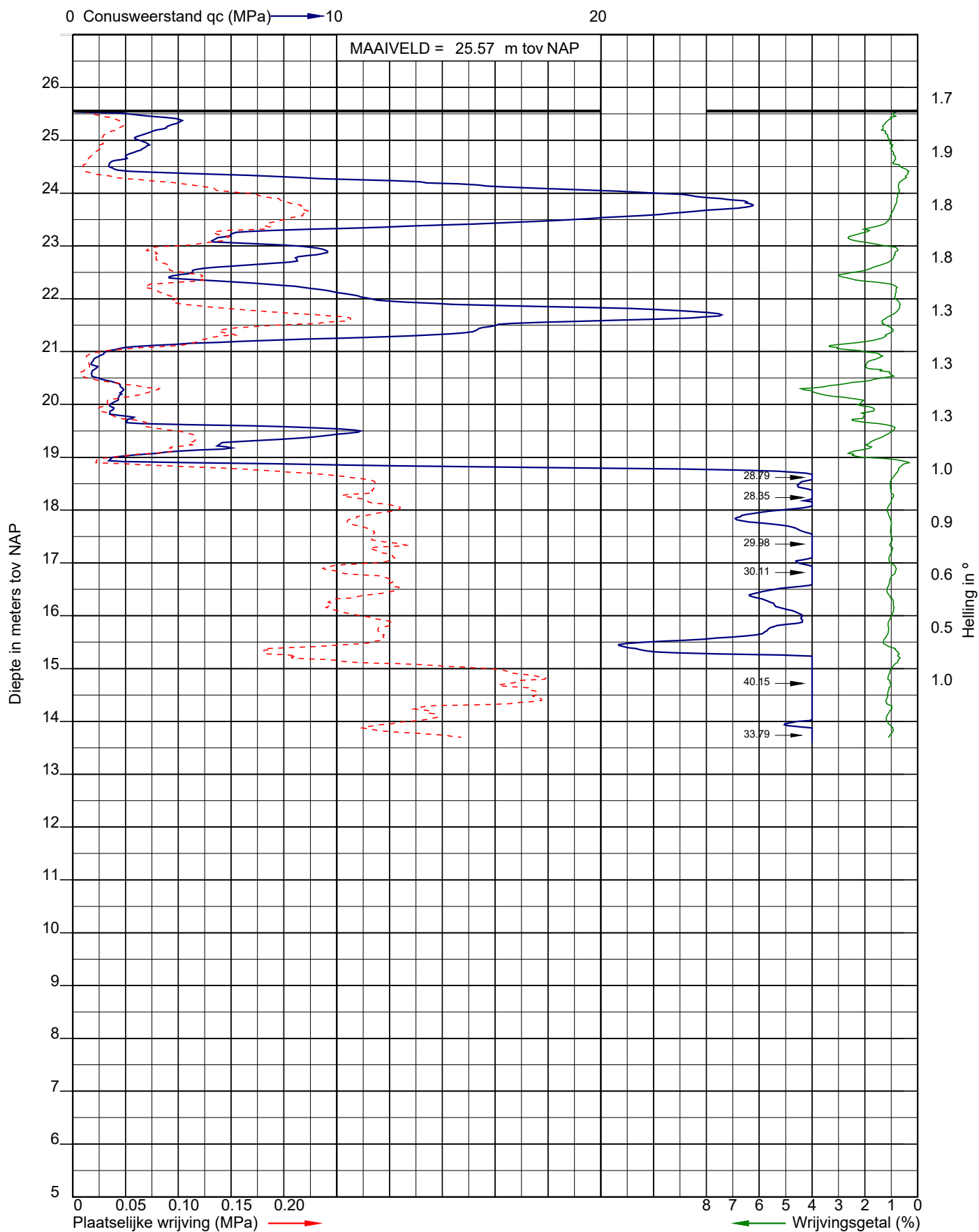
Deze waterpasstaat dient om inzicht te geven in de hoogteligging en locaties van de meet- en onderzoeks-punten ten opzichte van een referentiepunt. Grondwaterstanden zijn ter indicatie en kunnen beïnvloed zijn door de uitgevoerde werkzaamheden. De resultaten dienen niet voor andere doeleinden te worden gebruikt.

BIJLAGE C





Project: 54 woningen aan de Katoenstraat te Deurne
 Opdracht: 02P016410
 Betreft: Sondeergrafiek



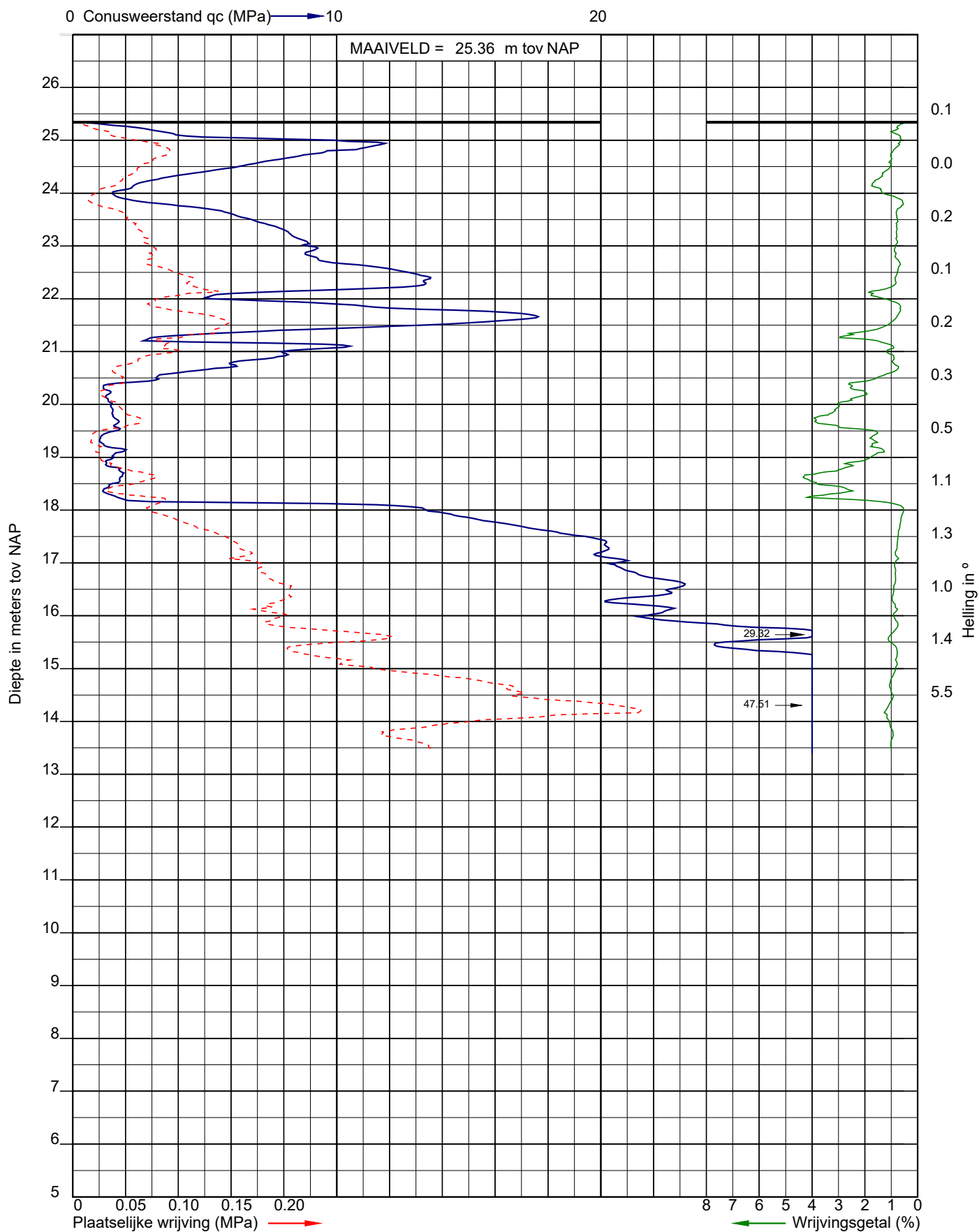
Uitvoeringsdatum: 21-12-2020
 Norm: NEN-EN-ISO 22476-1, toepassingsklasse: 3
 Conusnummer: 070161

X: 182346,294
 Y: 385382,501
 GWS (m-mv): 4.9

DKM023



Project: 54 woningen aan de Katoenstraat te Deurne
Opdracht: 02P016410
Betreft: Sondeergrafiek



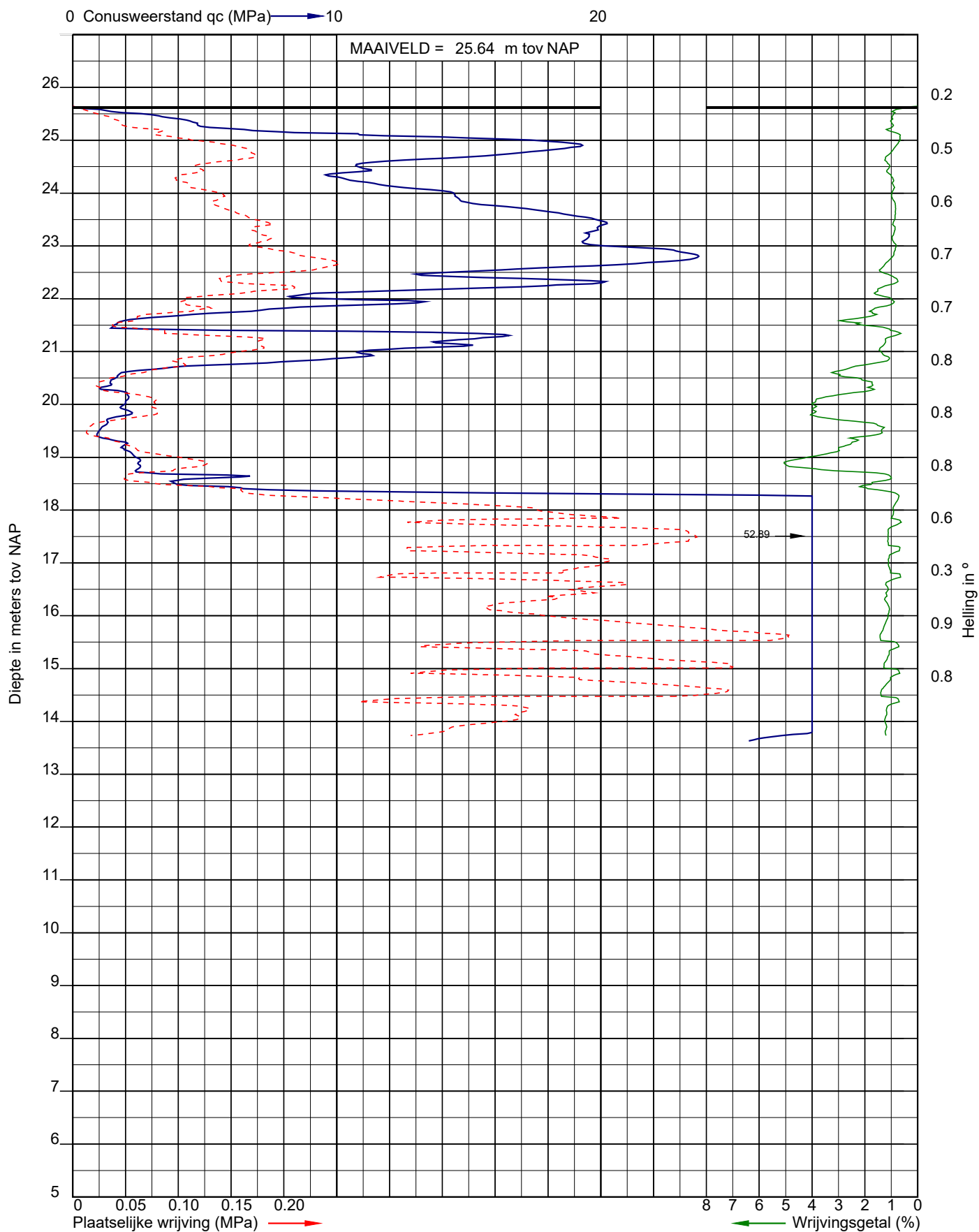
Uitvoeringsdatum: 21-12-2020
Norm: NEN-EN-ISO 22476-1, toepassingsklasse: 3
Conusnummer: 070161

X: 182354,073
Y: 385416,509

DKM024



Project: 54 woningen aan de Katoenstraat te Deurne
 Opdracht: 02P016410
 Betreft: Sondeergrafiek



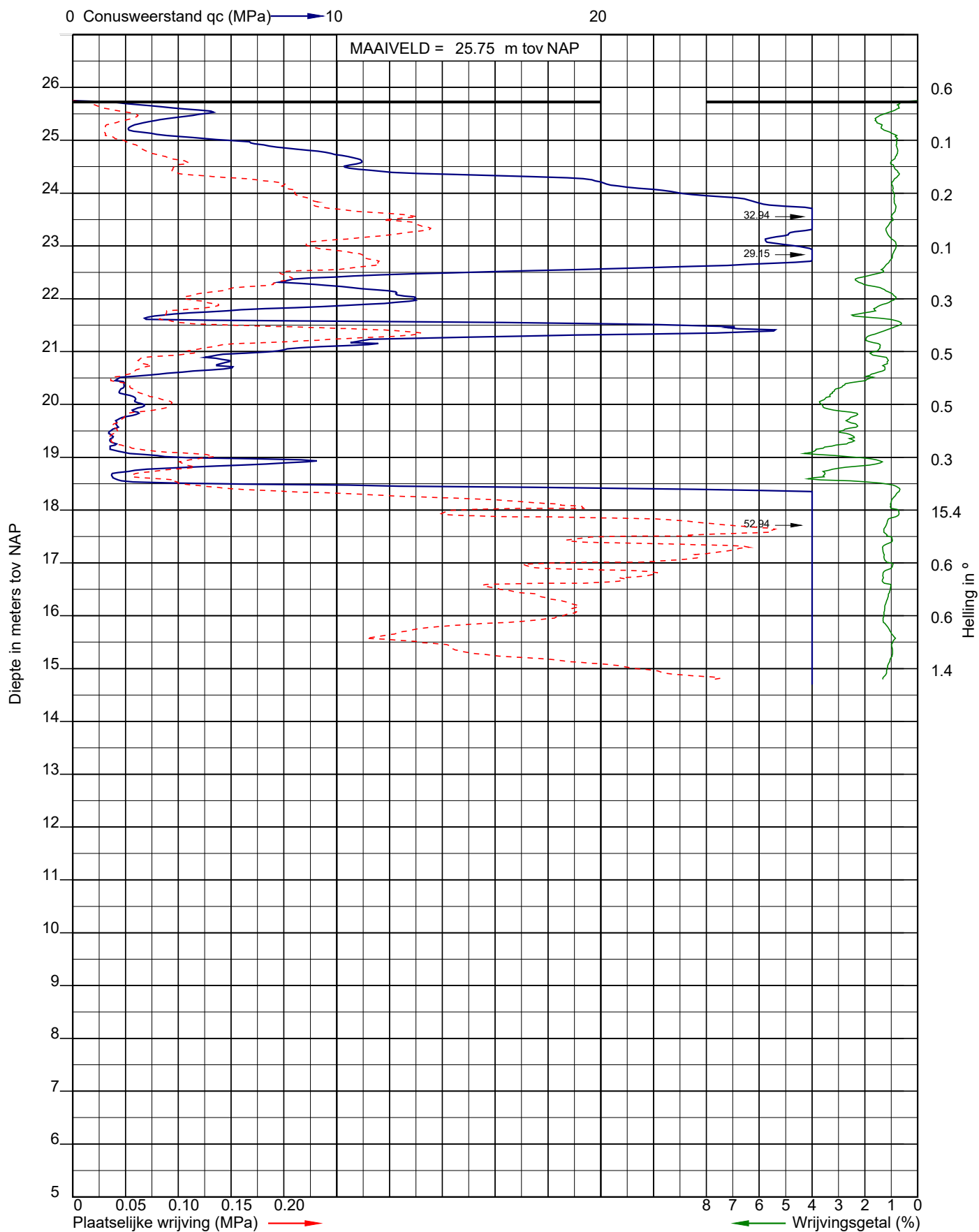
Uitvoeringsdatum: 21-12-2020
 Norm: NEN-EN-ISO 22476-1, toepassingsklasse: 3
 Conusnummer: 070161

X: 182362,674
 Y: 385406,952

DKM025



Project: 54 woningen aan de Katoenstraat te Deurne
Opdracht: 02P016410
Betreft: Sondeergrafiek



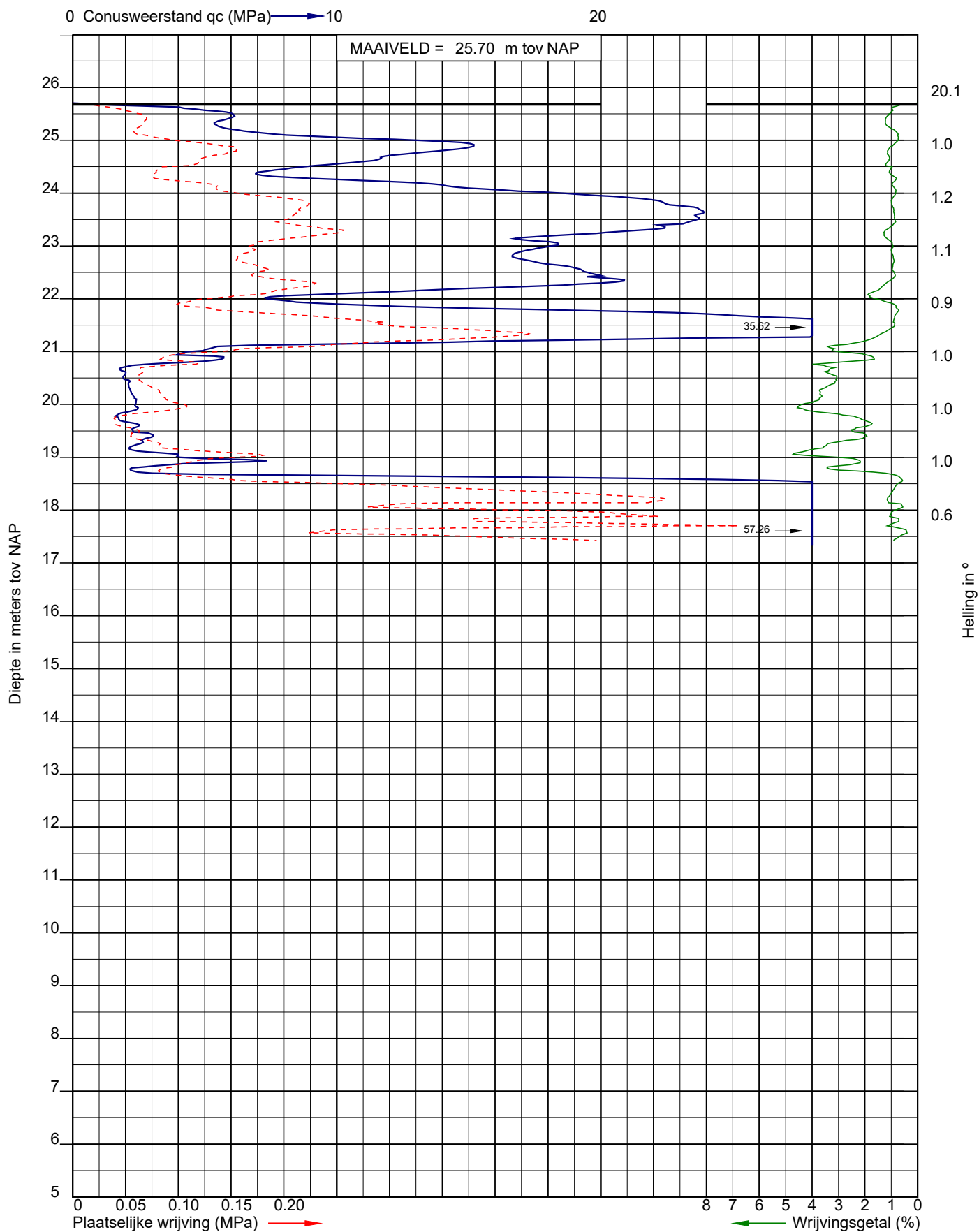
Uitvoeringsdatum: 21-12-2020
Norm: NEN-EN-ISO 22476-1, toepassingsklasse: 3
Conusnummer: 070161

X: 182379,436
Y: 385402,300

DKM027



Project: 54 woningen aan de Katoenstraat te Deurne
Opdracht: 02P016410
Betreft: Sondeergrafiek



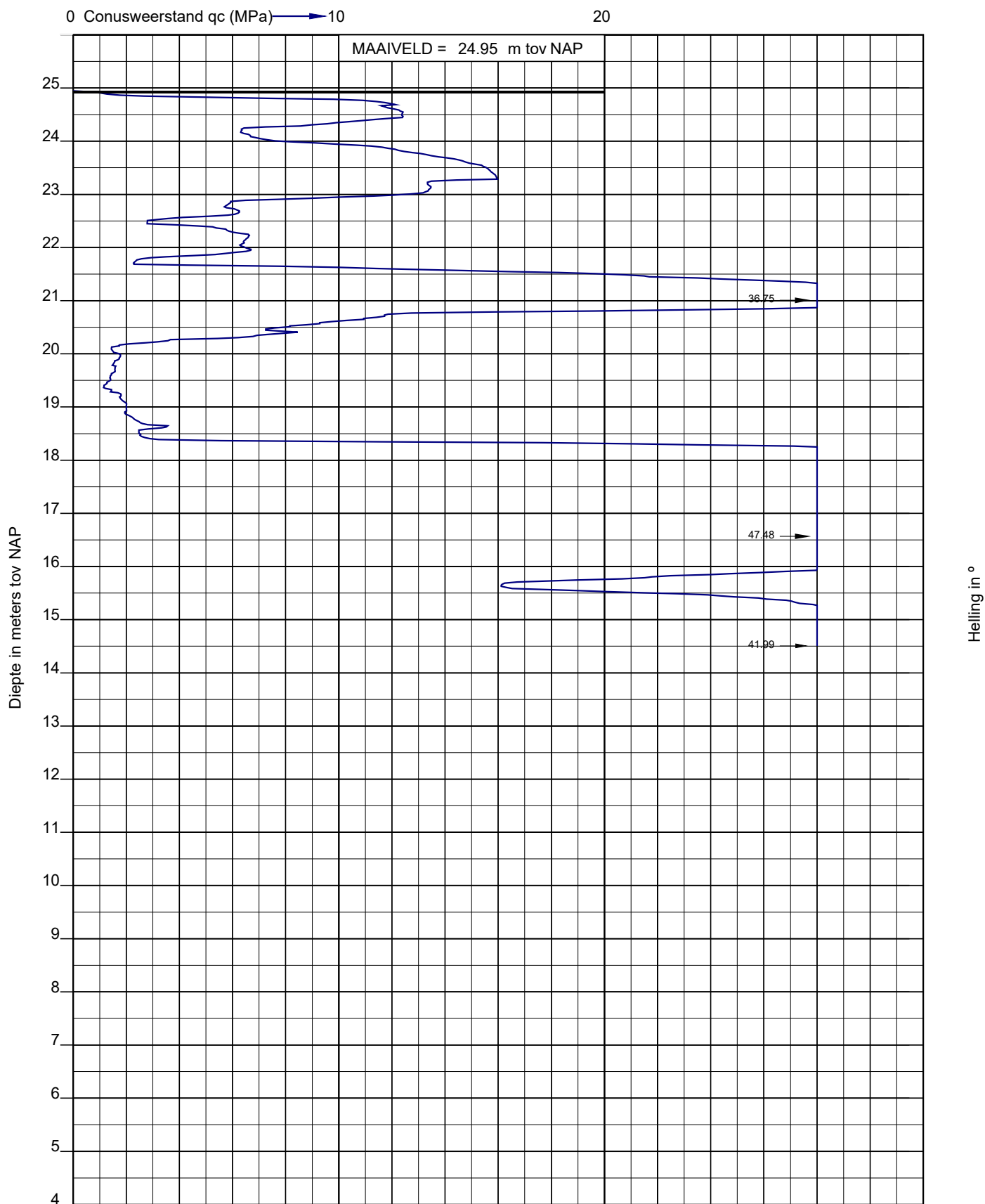
Uitvoeringsdatum: 21-12-2020
Norm: NEN-EN-ISO 22476-1, toepassingsklasse: 3
Conusnummer: 070161

X: 182400,685
Y: 385396,828

DKM029

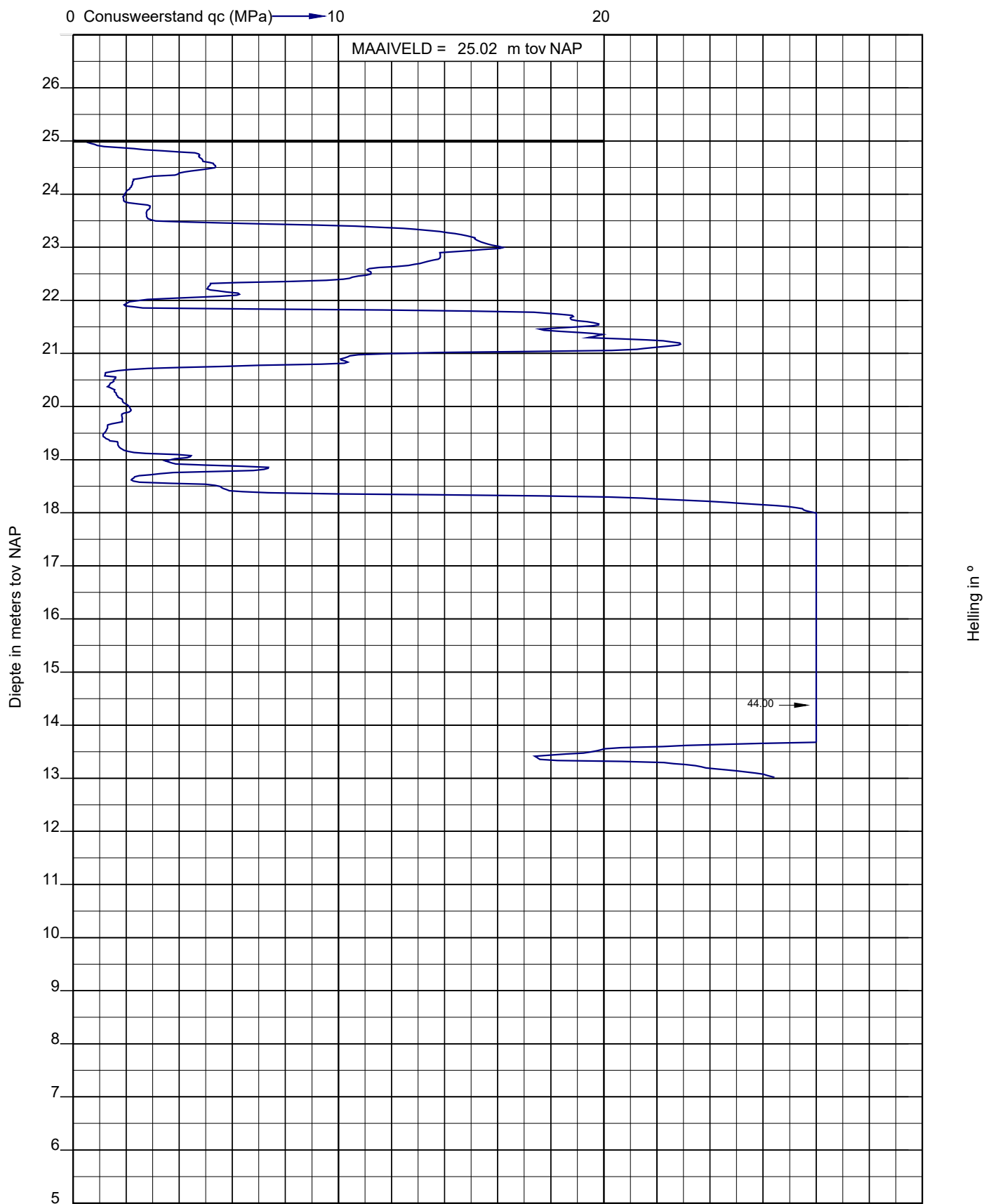


Project: 54 woningen aan de Katoenstraat te Deurne
 Opdracht: 02P016410
 Betreft: Sondeergrafiek



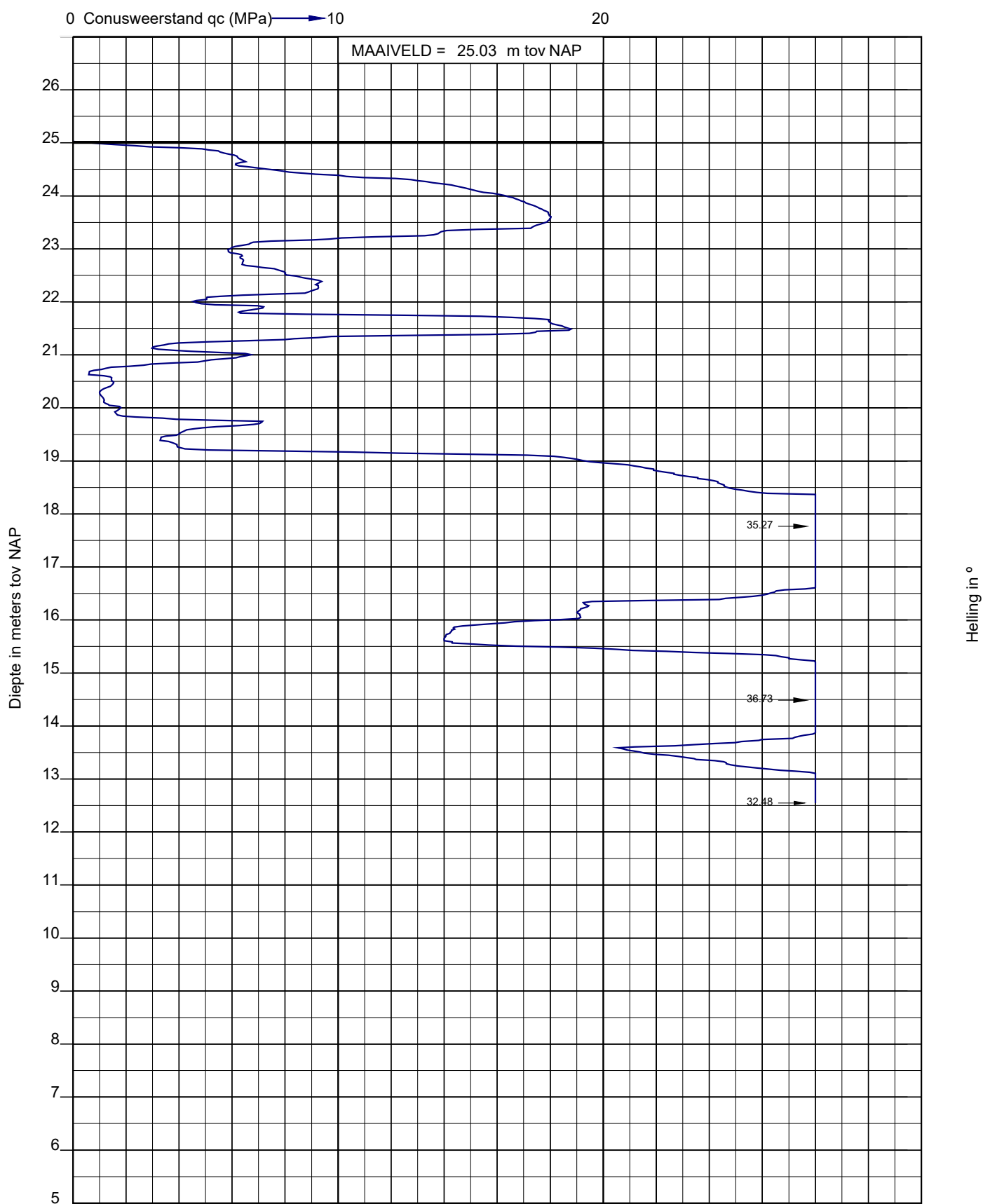


Project: 54 woningen aan de Katoenstraat te Deurne
 Opdracht: 02P016410
 Betreft: Sondeergrafiek



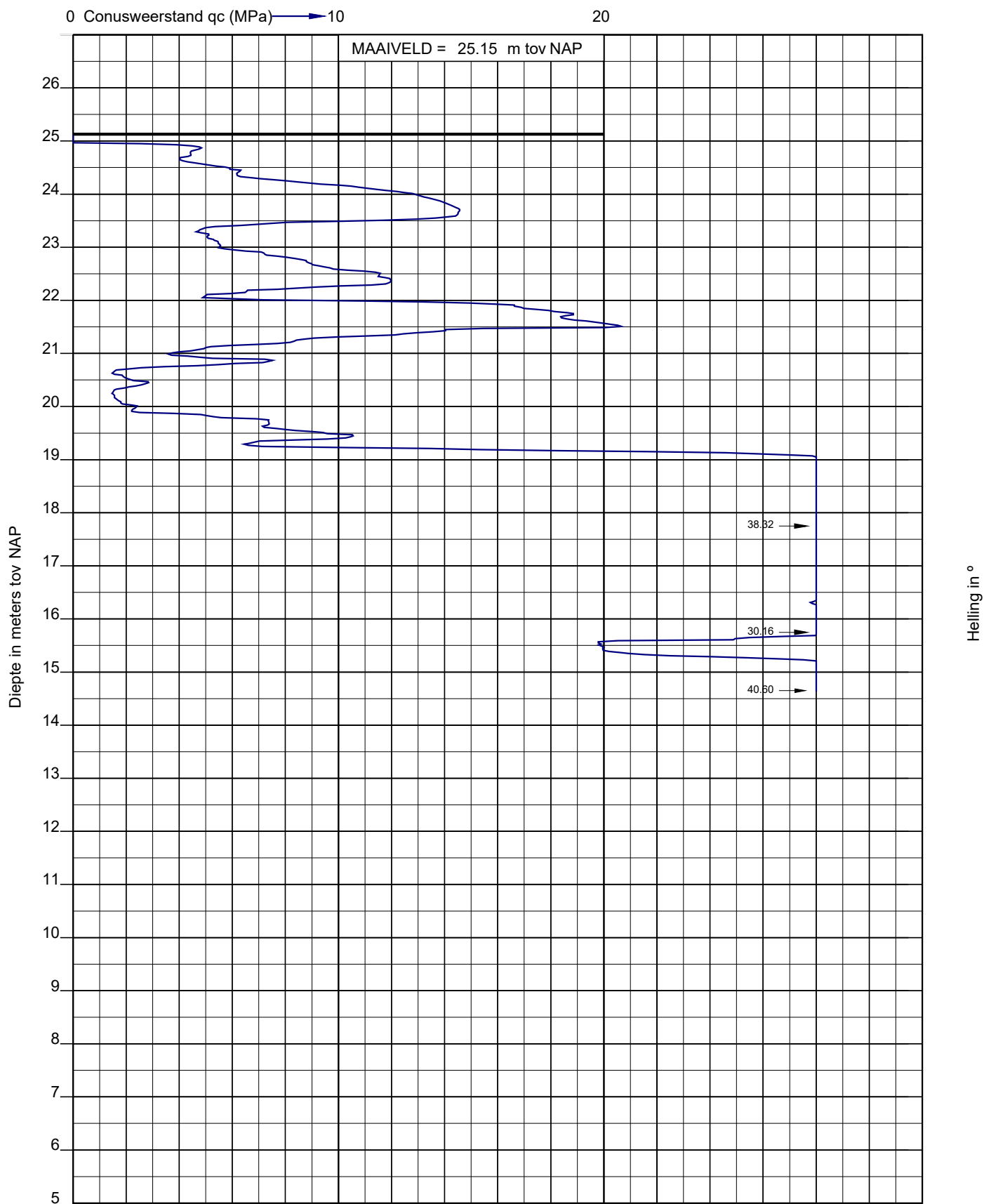


Project: 54 woningen aan de Katoenstraat te Deurne
 Opdracht: 02P016410
 Betreft: Sondeergrafiek



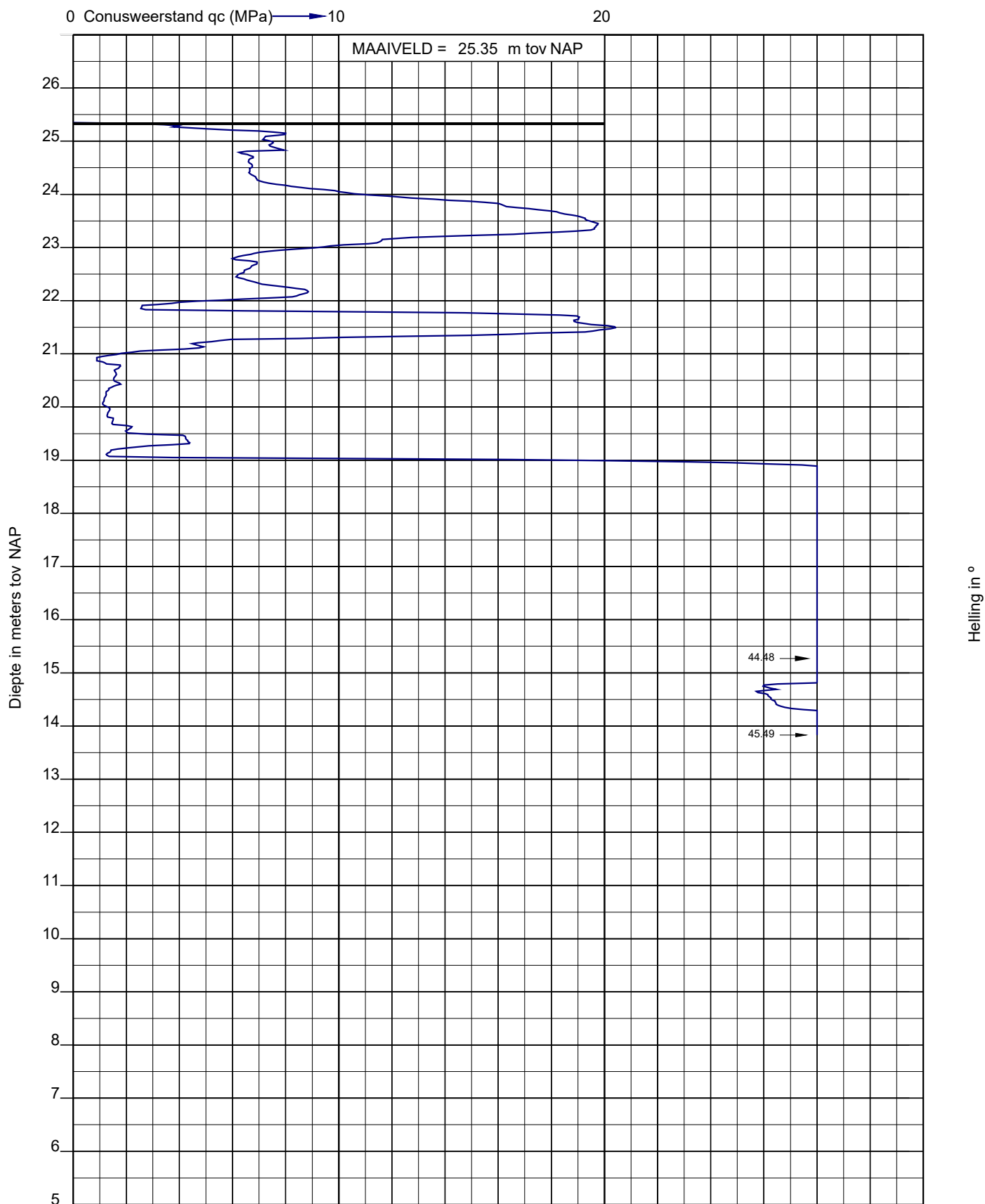


Project: 54 woningen aan de Katoenstraat te Deurne
 Opdracht: 02P016410
 Betreft: Sondeergrafiek



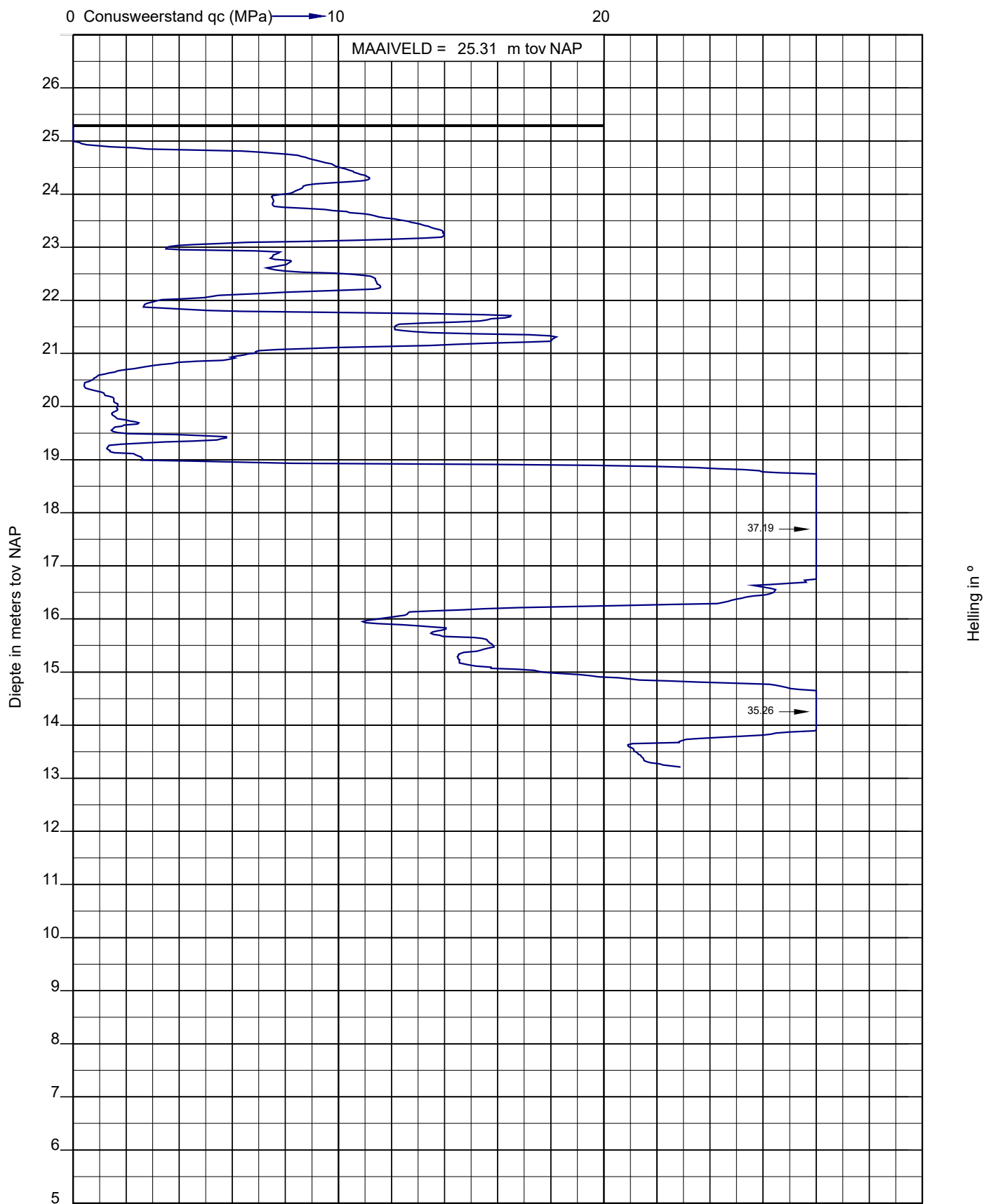


Project: 54 woningen aan de Katoenstraat te Deurne
Opdracht: 02P016410
Betreft: Sondeergrafiek



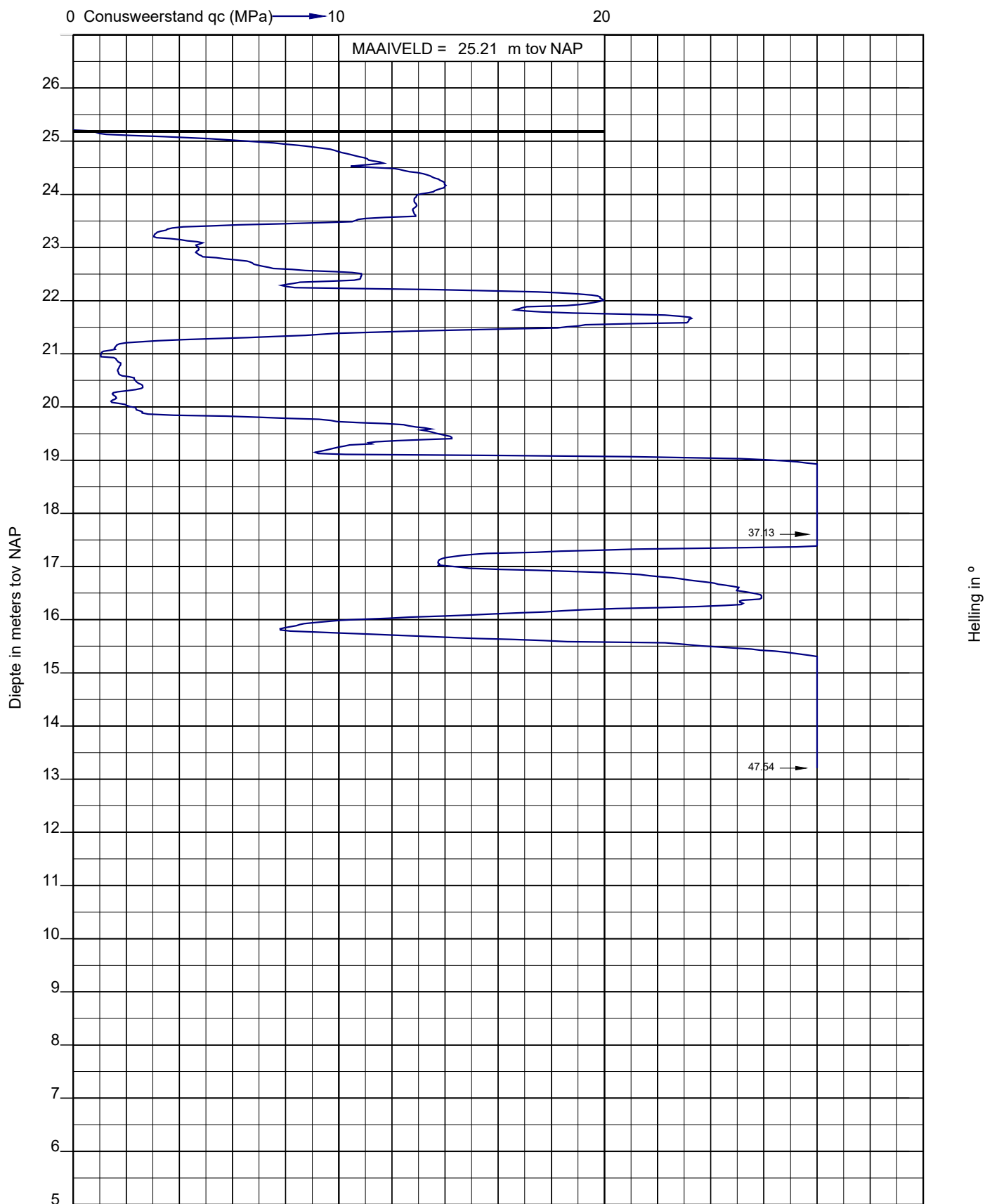


Project: 54 woningen aan de Katoenstraat te Deurne
 Opdracht: 02P016410
 Betreft: Sondeergrafiek



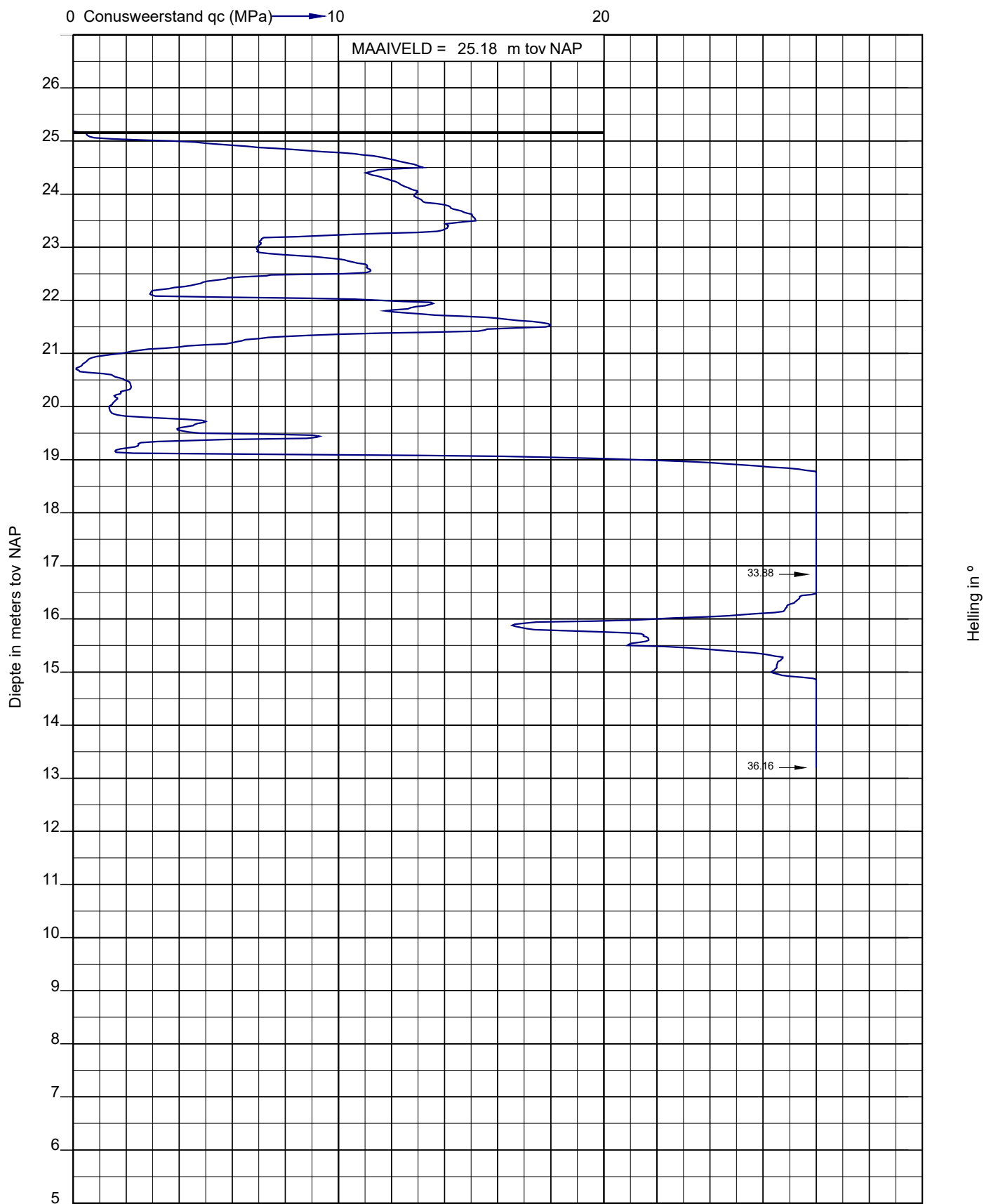


Project: 54 woningen aan de Katoenstraat te Deurne
 Opdracht: 02P016410
 Betreft: Sondeergrafiek



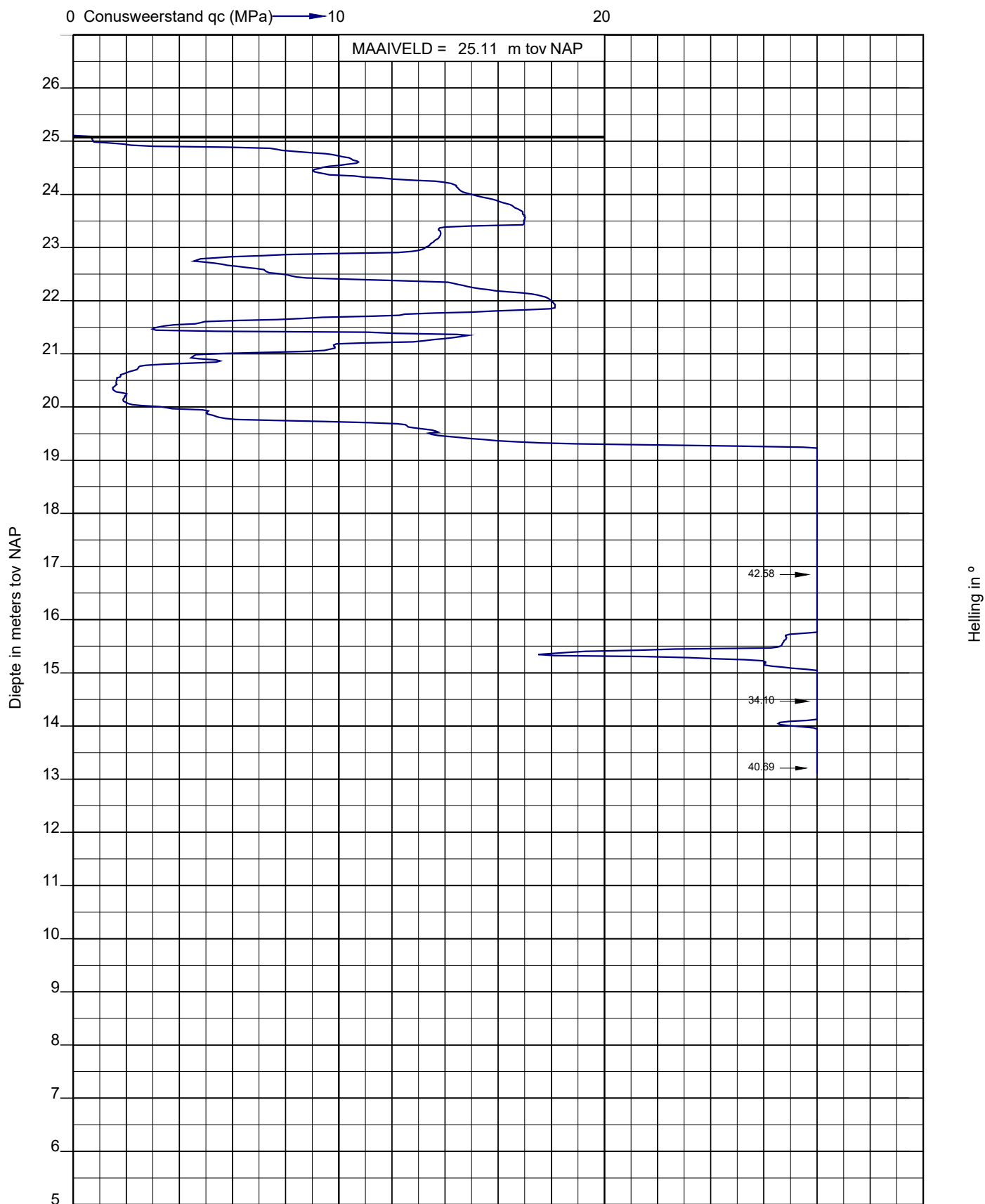


Project: 54 woningen aan de Katoenstraat te Deurne
 Opdracht: 02P016410
 Betreft: Sondeergrafiek



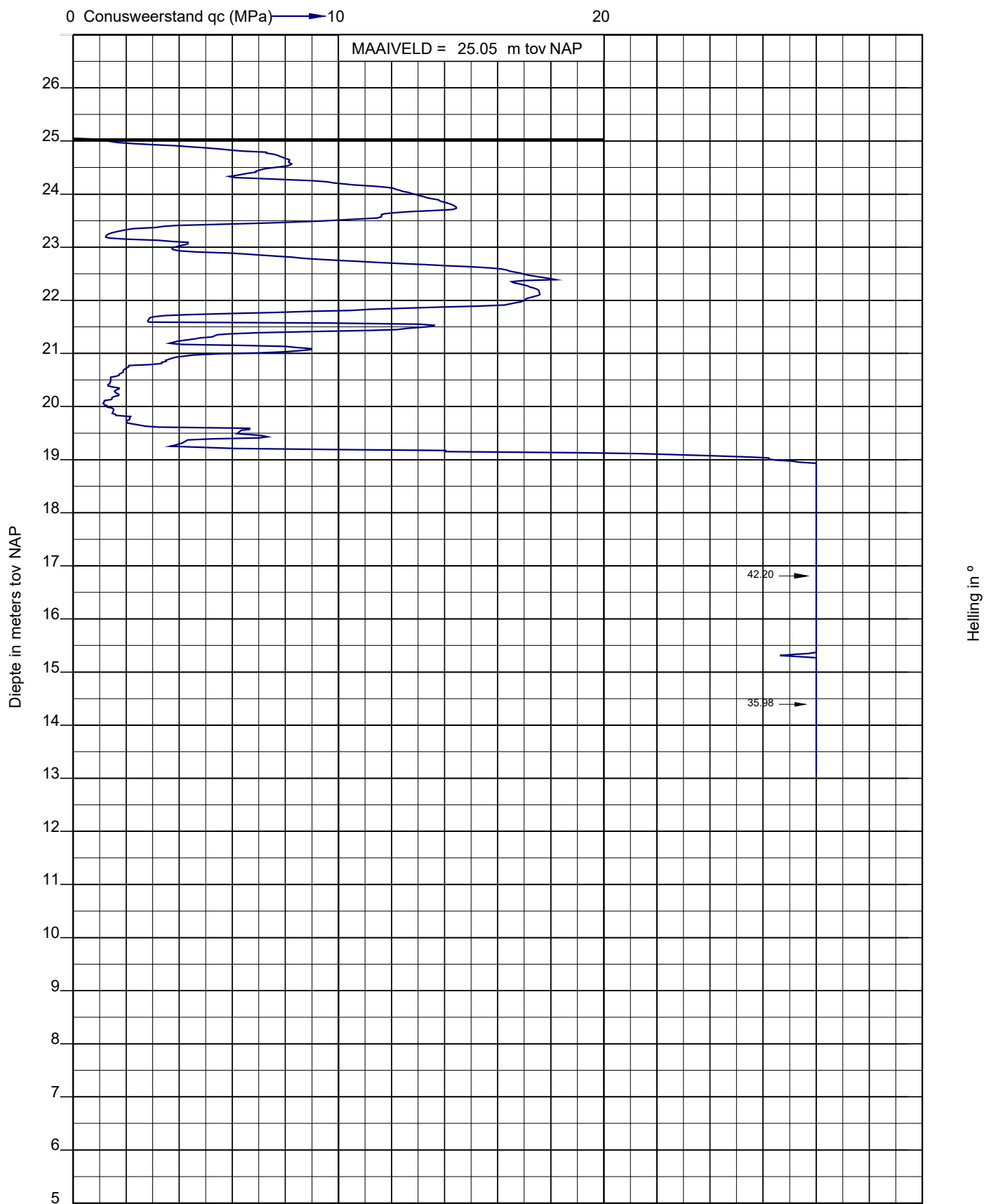


Project: 54 woningen aan de Katoenstraat te Deurne
 Opdracht: 02P016410
 Betreft: Sondeergrafiek



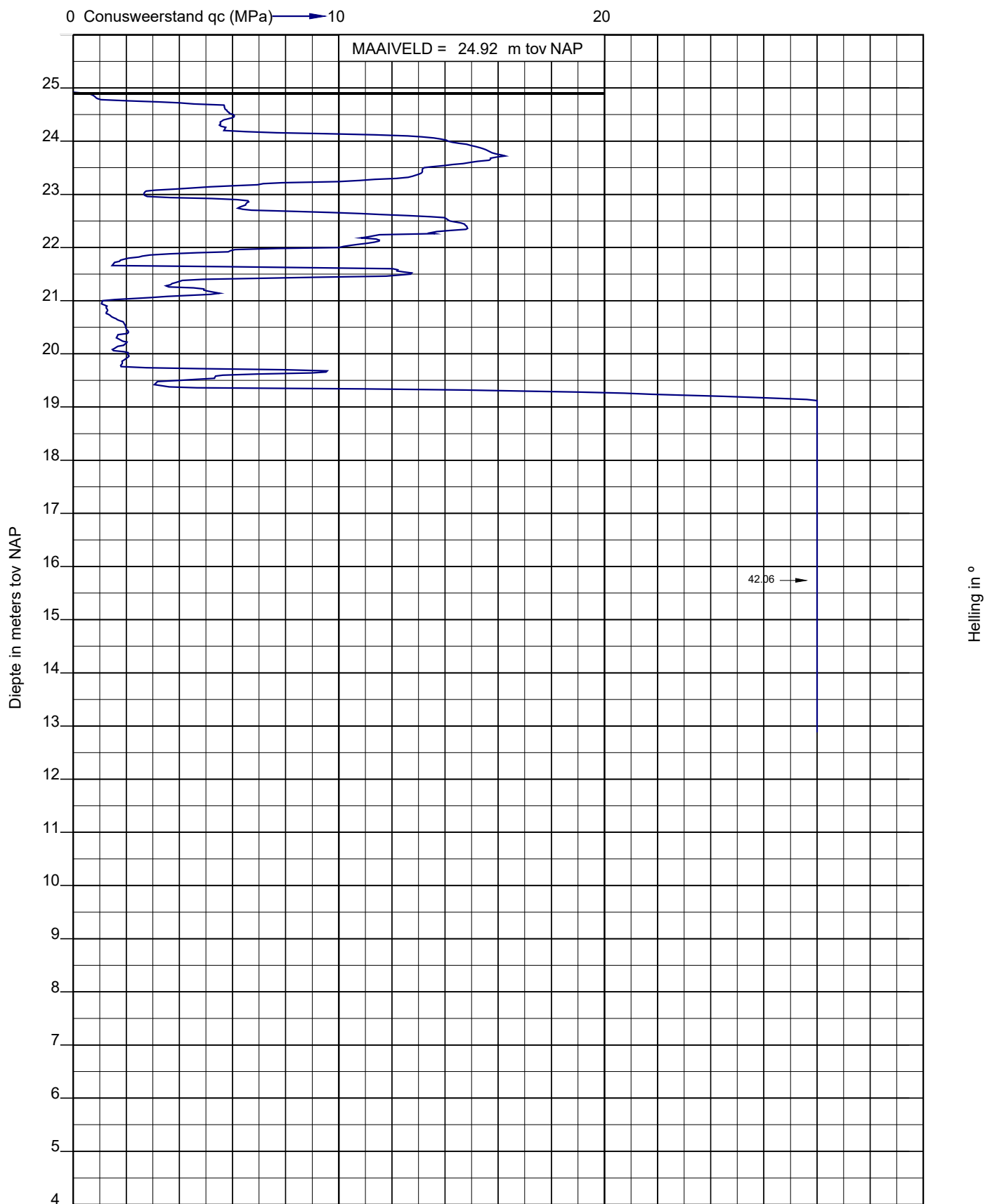


Project: 54 woningen aan de Katoenstraat te Deurne
 Opdracht: 02P016410
 Betreft: Sondeergrafiek



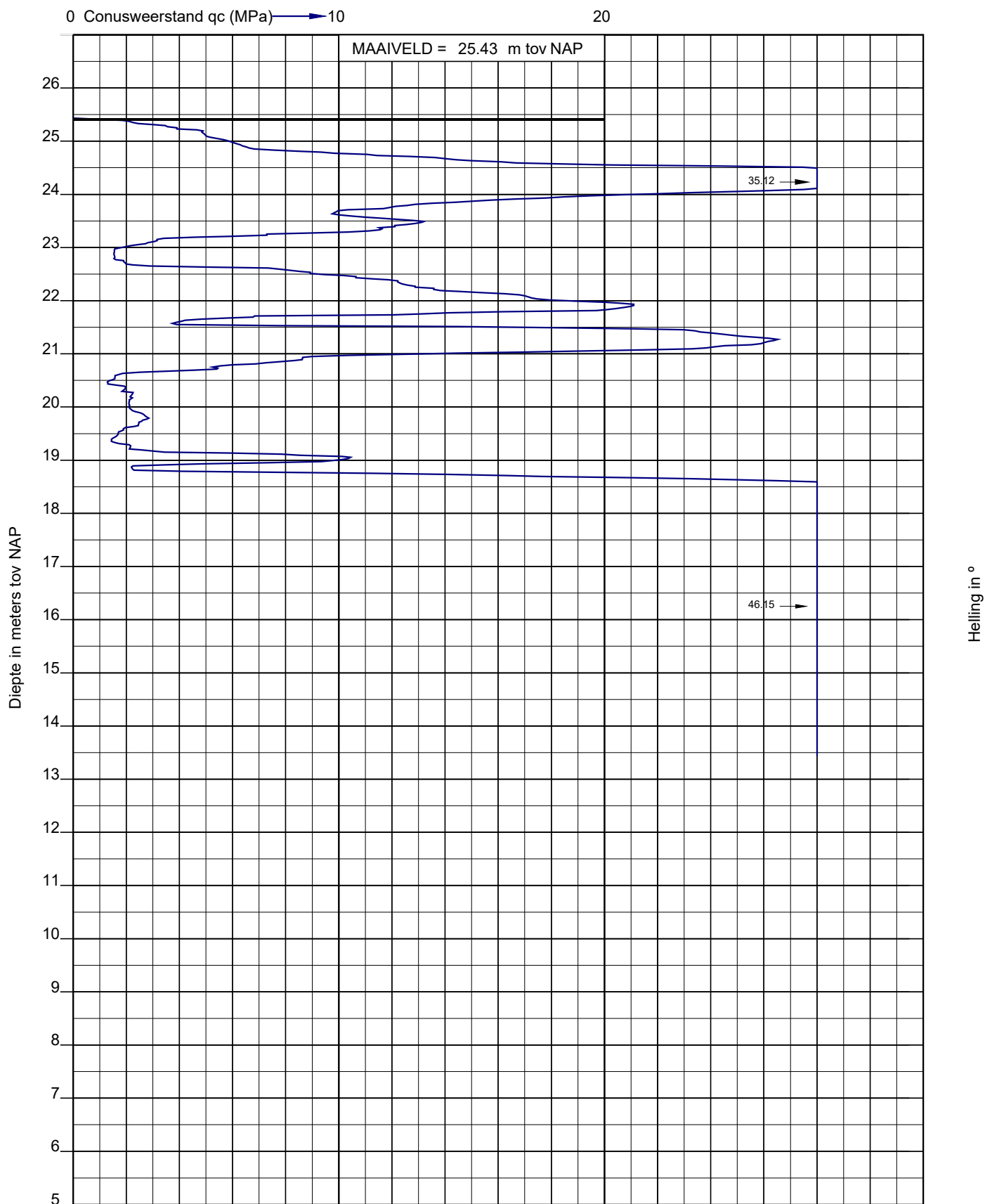


Project: 54 woningen aan de Katoenstraat te Deurne
 Opdracht: 02P016410
 Betreft: Sondeergrafiek



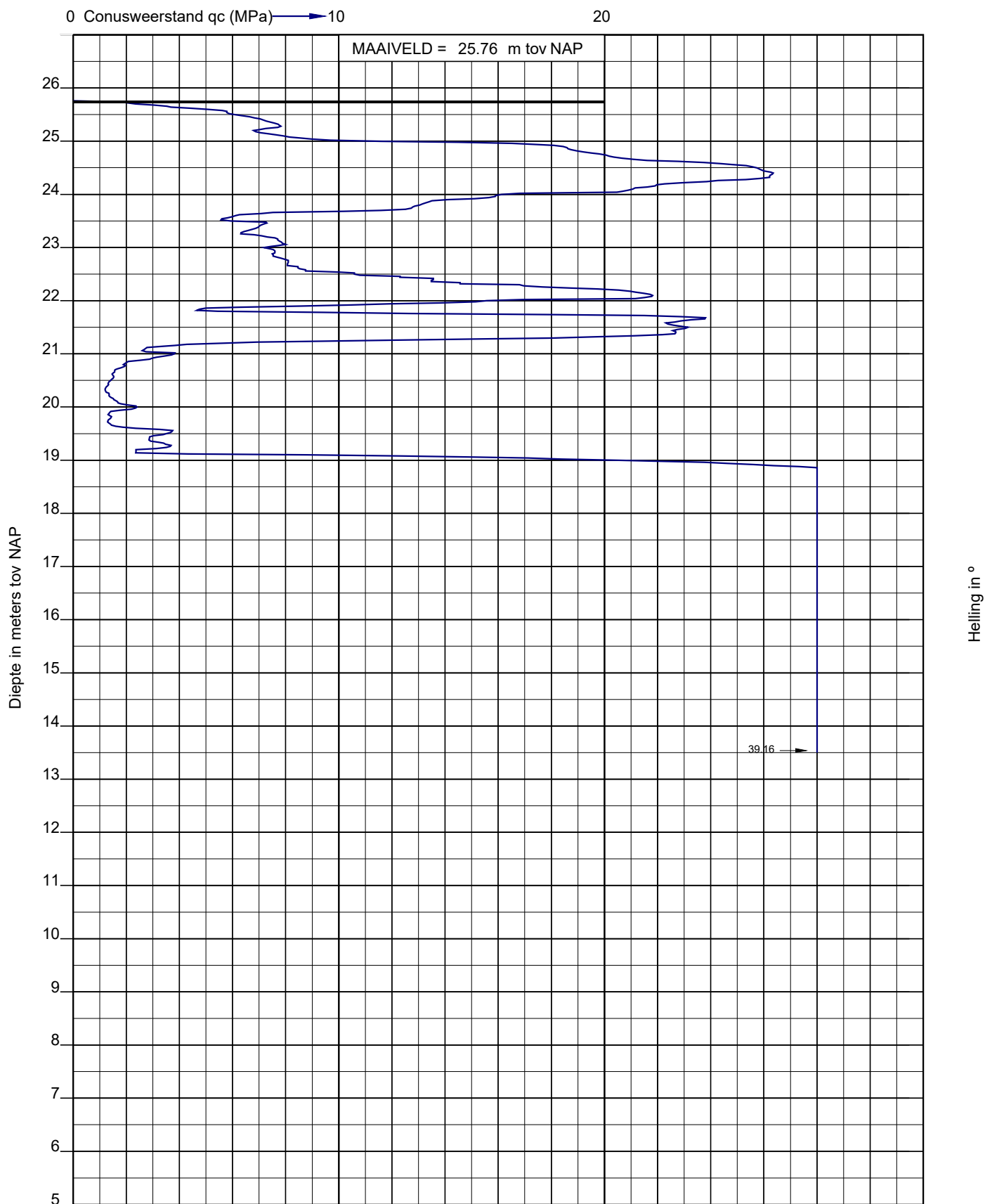


Project: 54 woningen aan de Katoenstraat te Deurne
 Opdracht: 02P016410
 Betreft: Sondeergrafiek



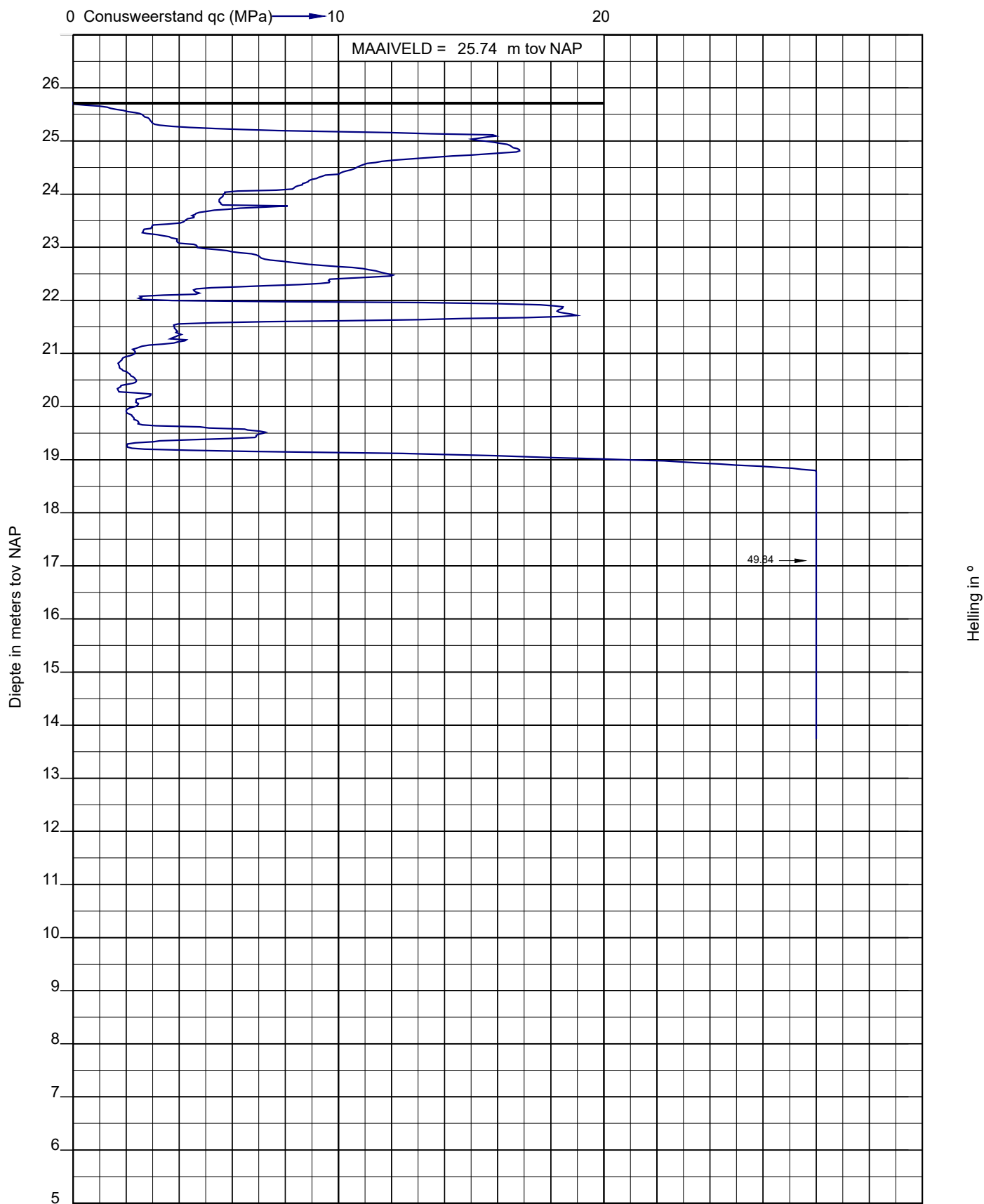


Project: 54 woningen aan de Katoenstraat te Deurne
 Opdracht: 02P016410
 Betreft: Sondeergrafiek



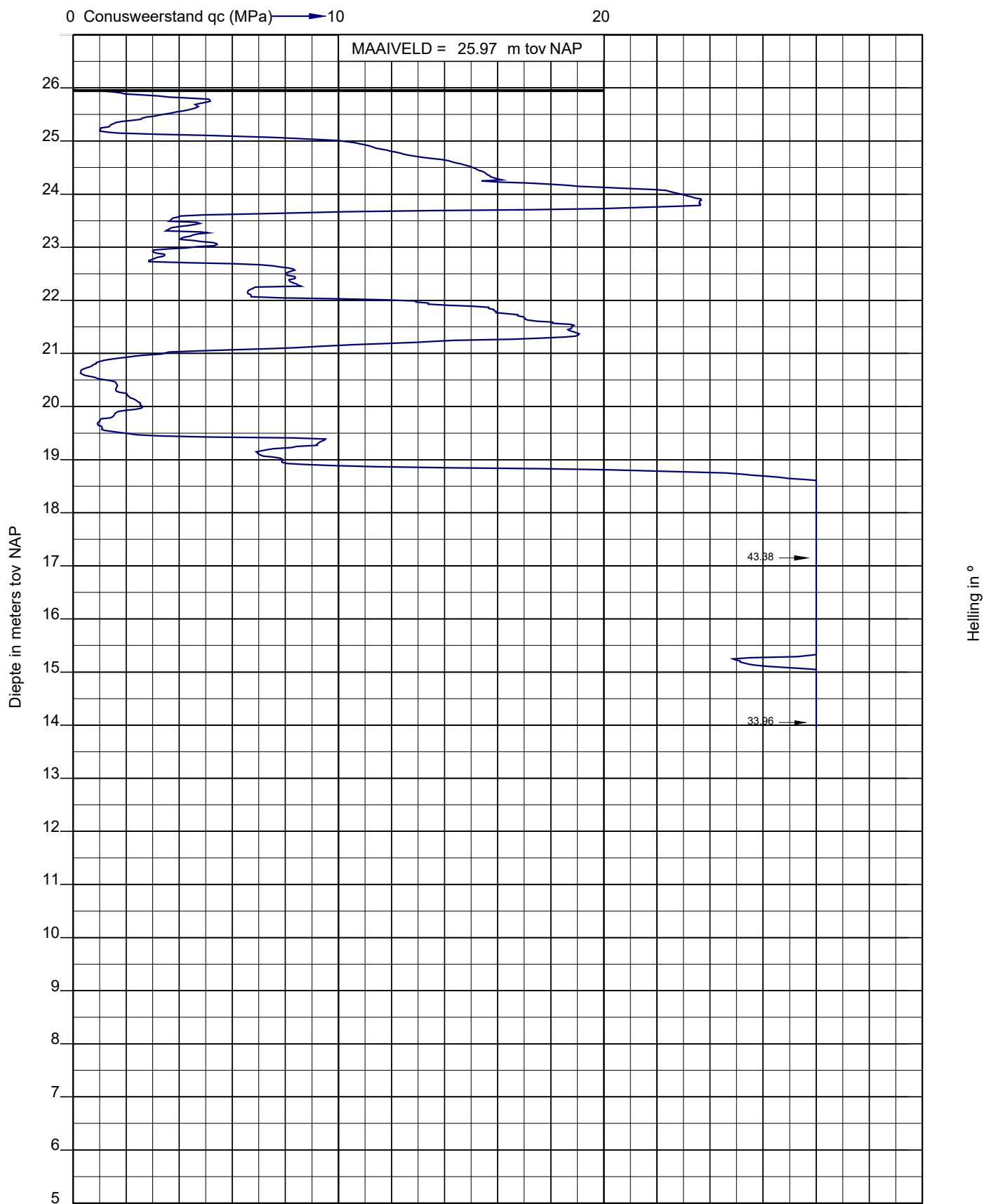


Project: 54 woningen aan de Katoenstraat te Deurne
 Opdracht: 02P016410
 Betreft: Sondeergrafiek



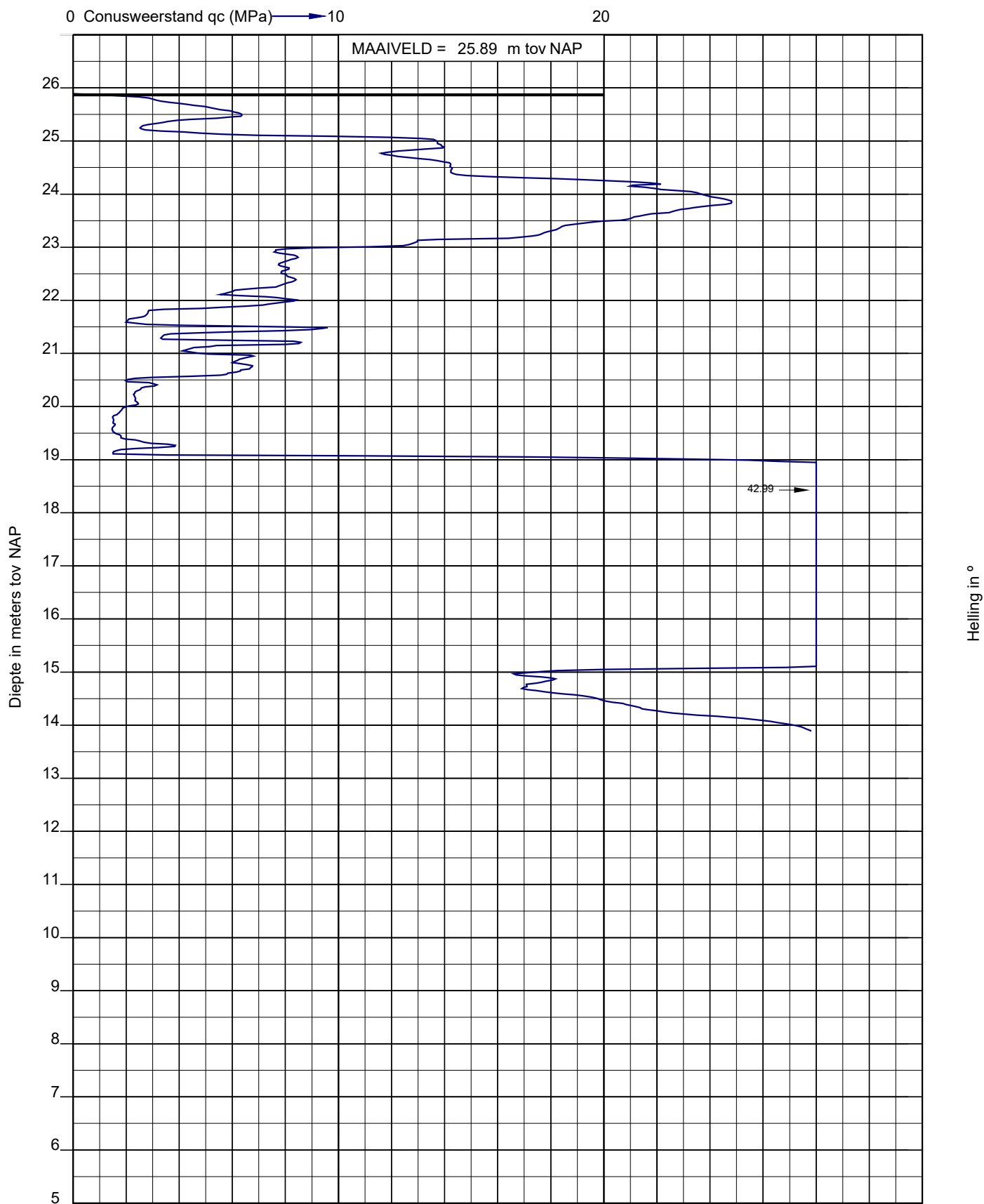


Project: 54 woningen aan de Katoenstraat te Deurne
Opdracht: 02P016410
Betreft: Sondeergrafiek



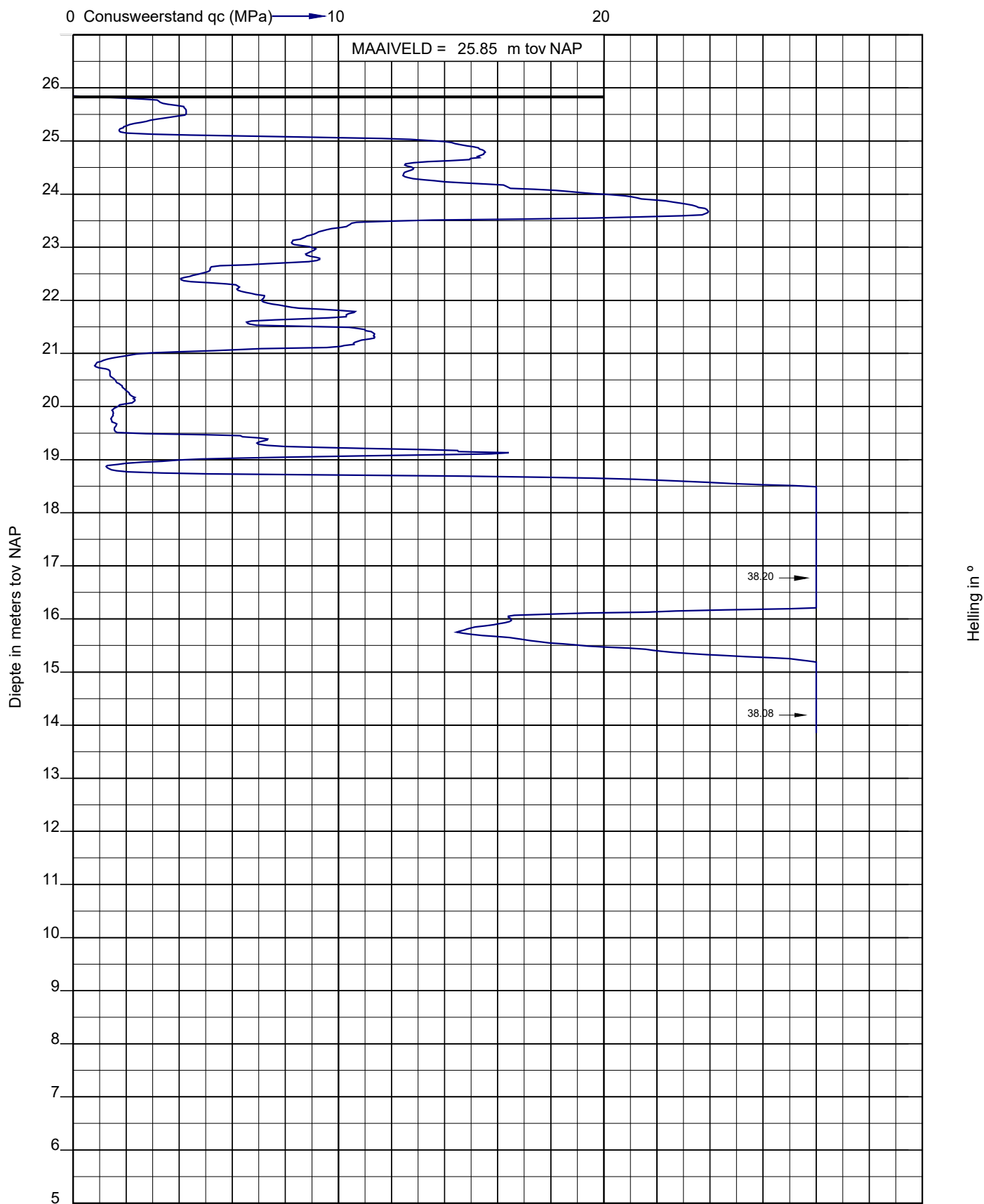


Project: 54 woningen aan de Katoenstraat te Deurne
 Opdracht: 02P016410
 Betreft: Sondeergrafiek



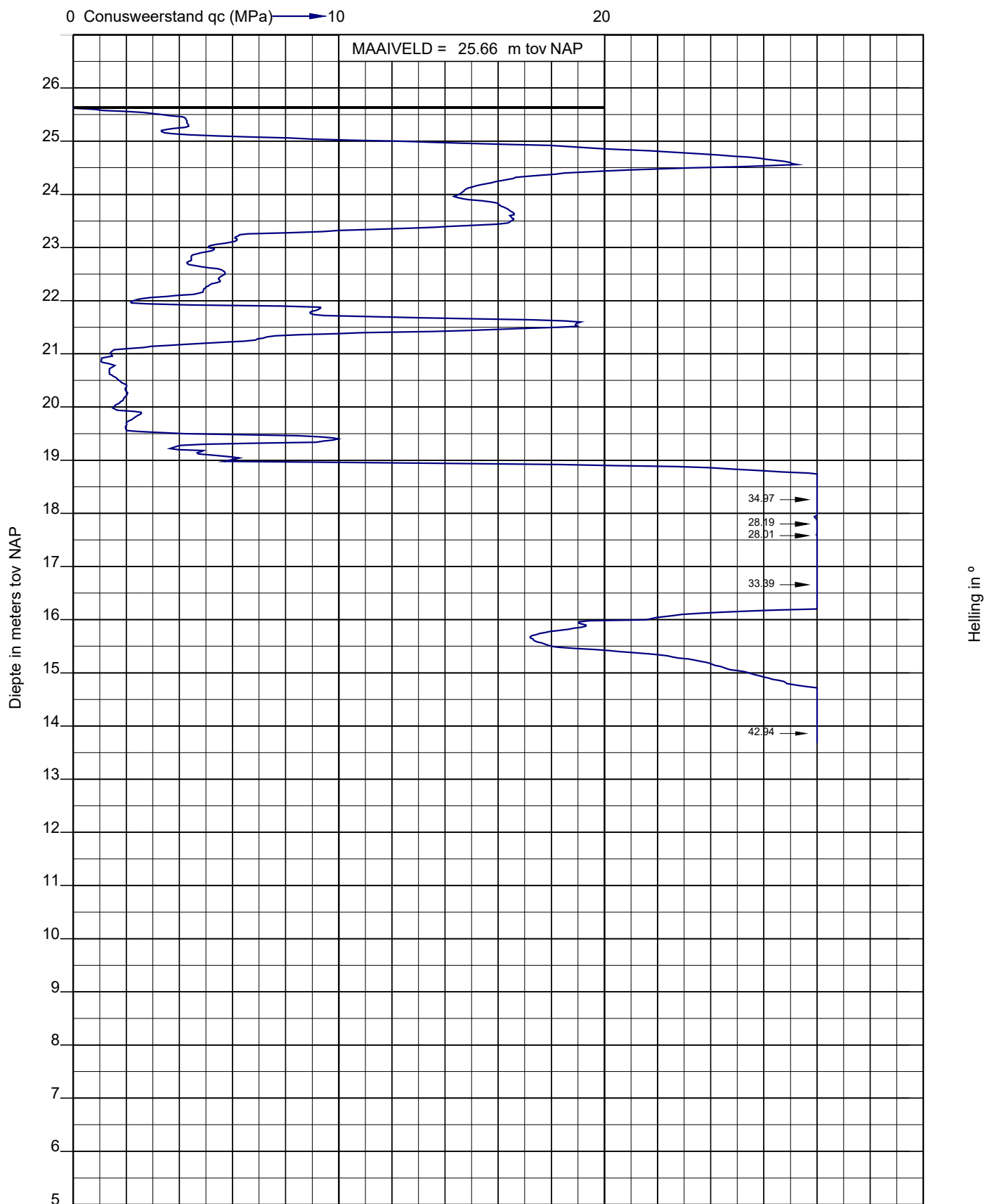


Project: 54 woningen aan de Katoenstraat te Deurne
 Opdracht: 02P016410
 Betreft: Sondeergrafiek



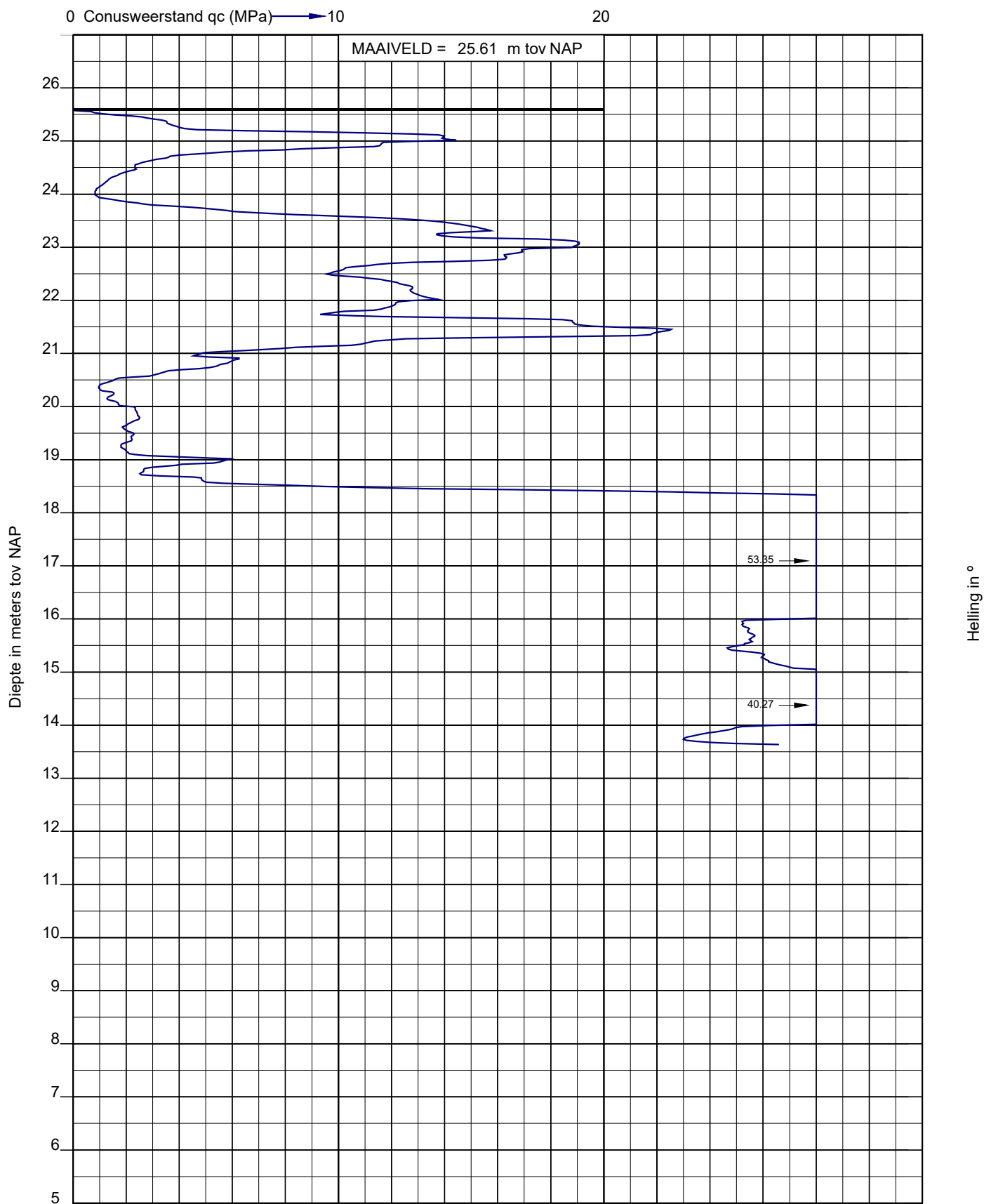


Project: 54 woningen aan de Katoenstraat te Deurne
 Opdracht: 02P016410
 Betreft: Sondeergrafiek



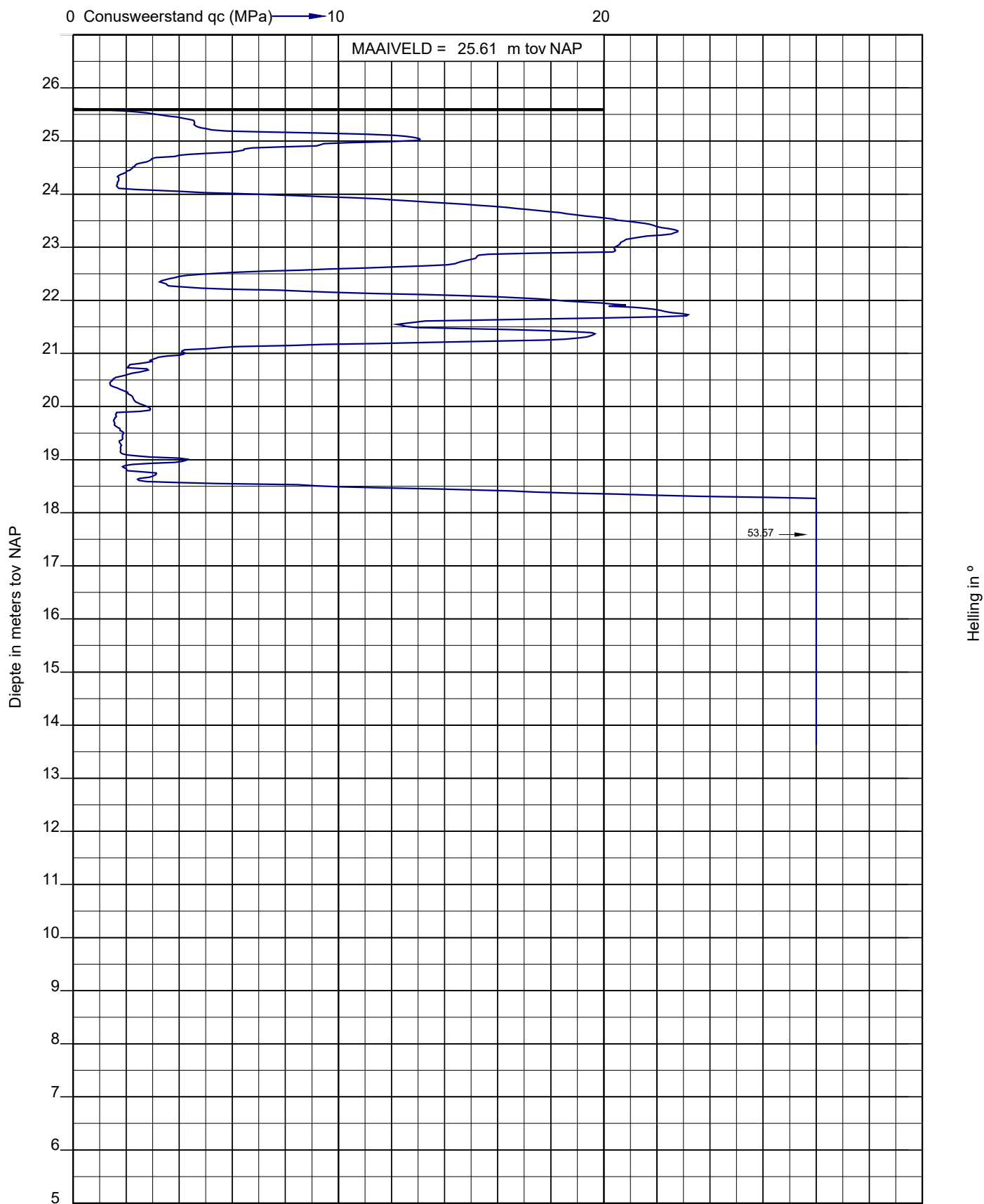


Project: 54 woningen aan de Katoenstraat te Deurne
 Opdracht: 02P016410
 Betreft: Sondeergrafiek



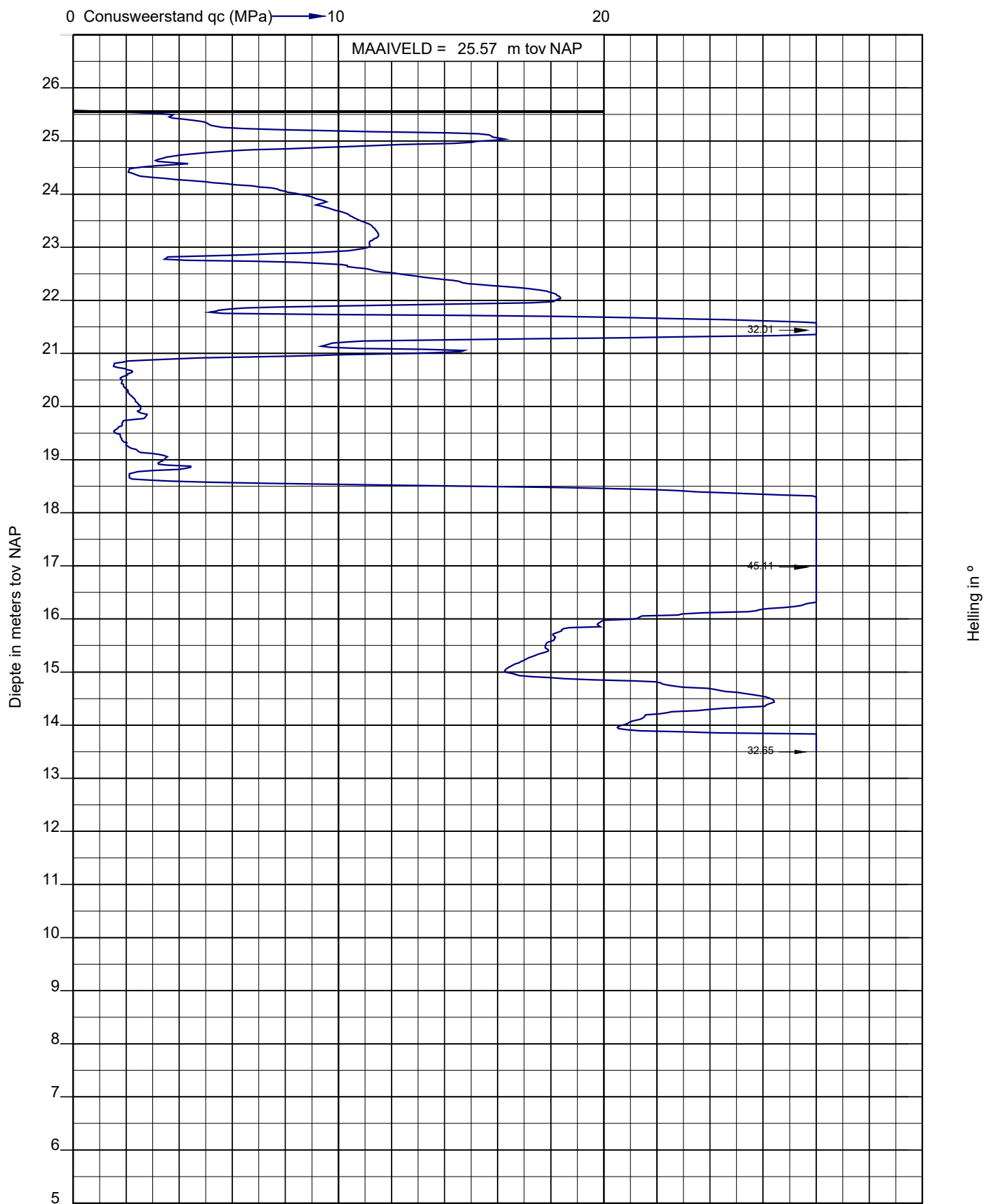


Project: 54 woningen aan de Katoenstraat te Deurne
 Opdracht: 02P016410
 Betreft: Sondeergrafiek



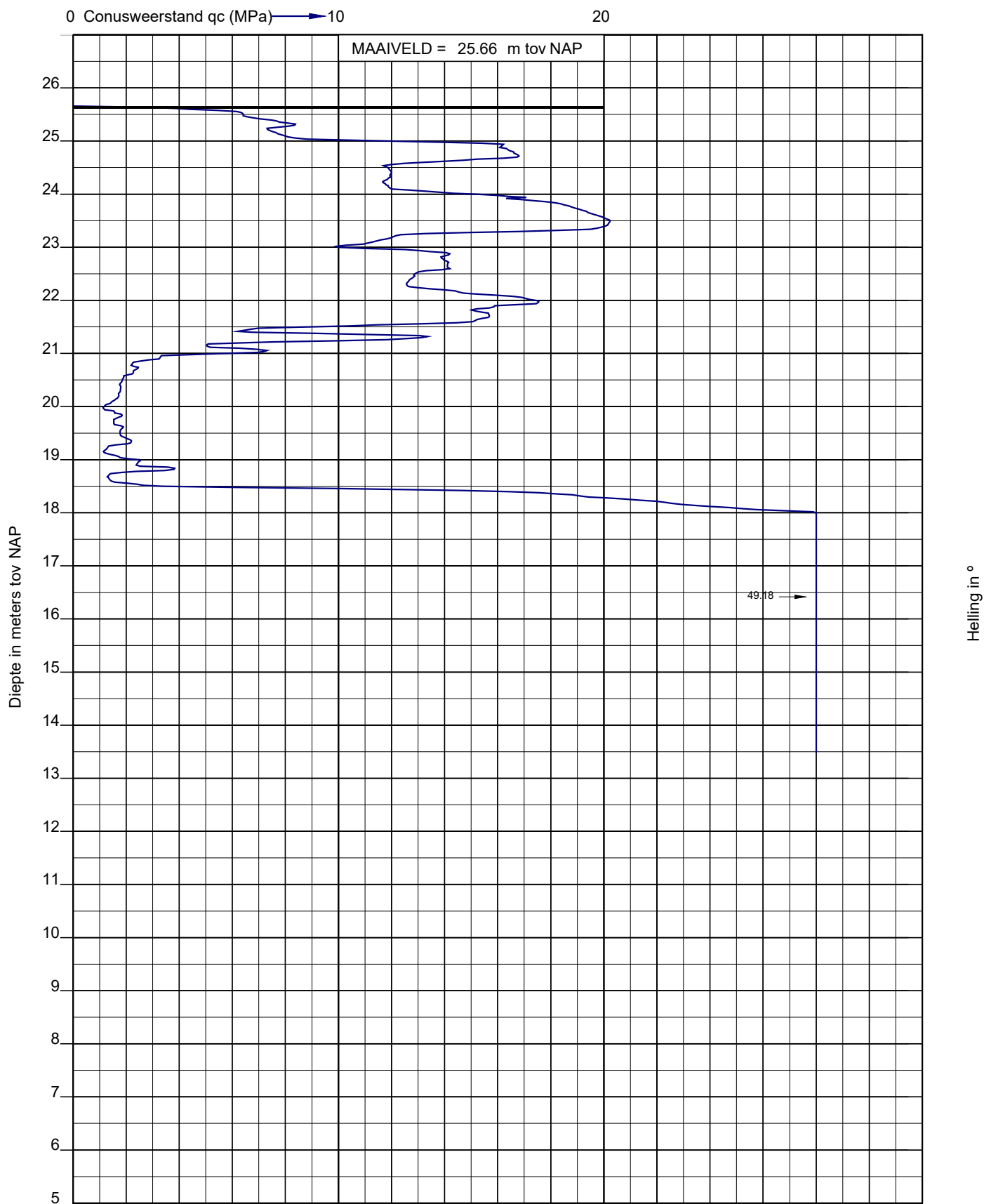


Project: 54 woningen aan de Katoenstraat te Deurne
 Opdracht: 02P016410
 Betreft: Sondeergrafiek



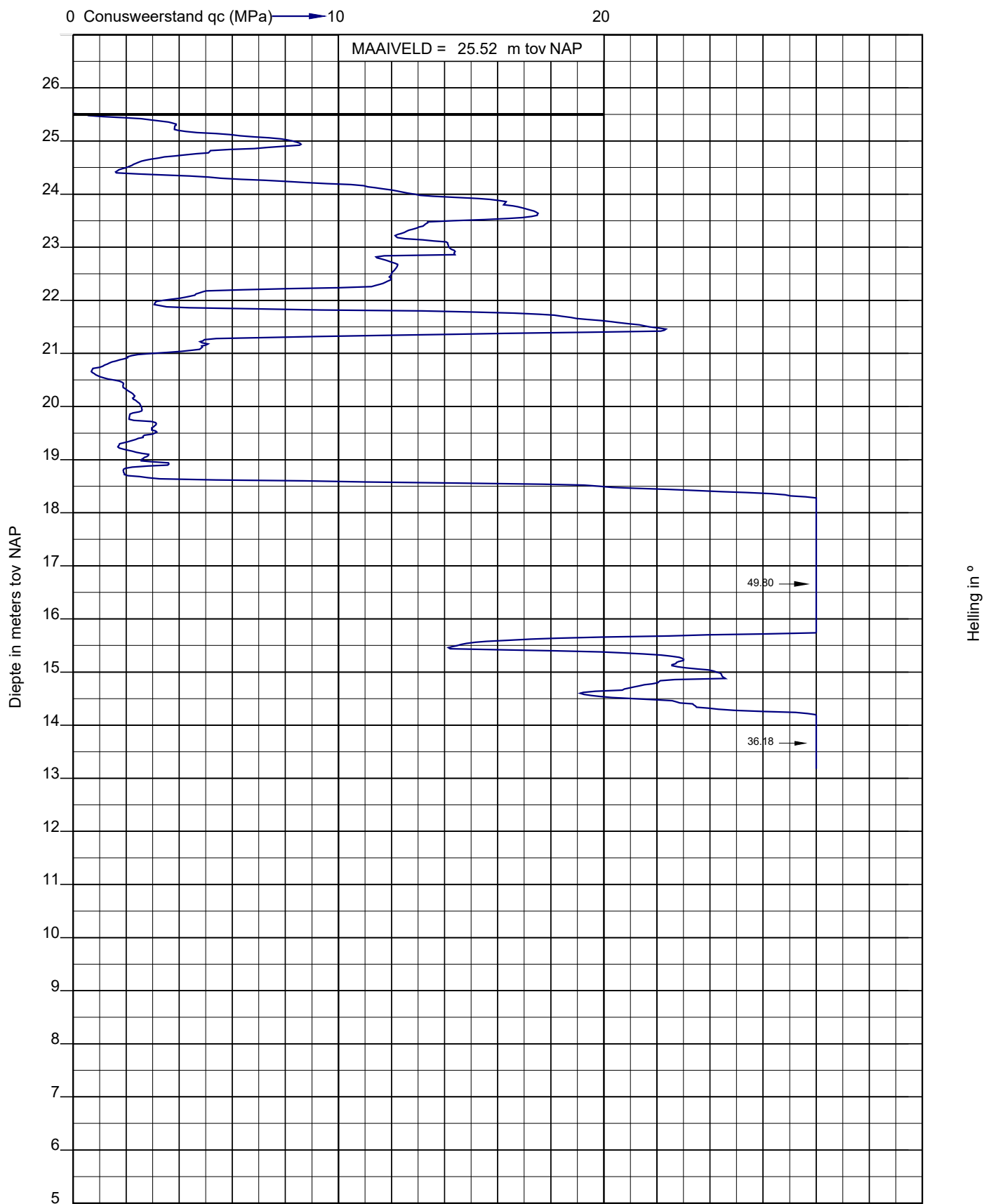


Project: 54 woningen aan de Katoenstraat te Deurne
 Opdracht: 02P016410
 Betreft: Sondeergrafiek



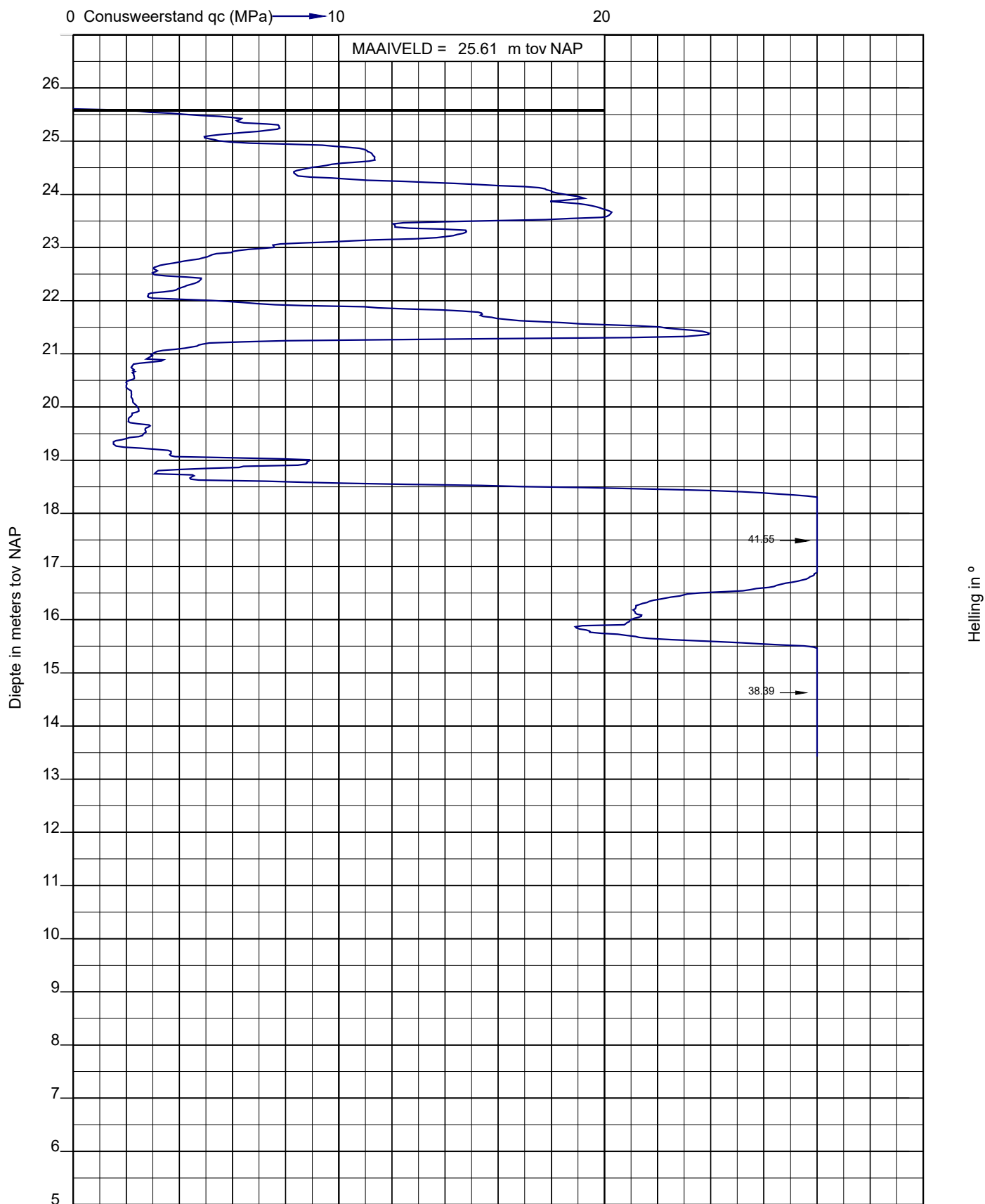


Project: 54 woningen aan de Katoenstraat te Deurne
Opdracht: 02P016410
Betreft: Sondeergrafiek

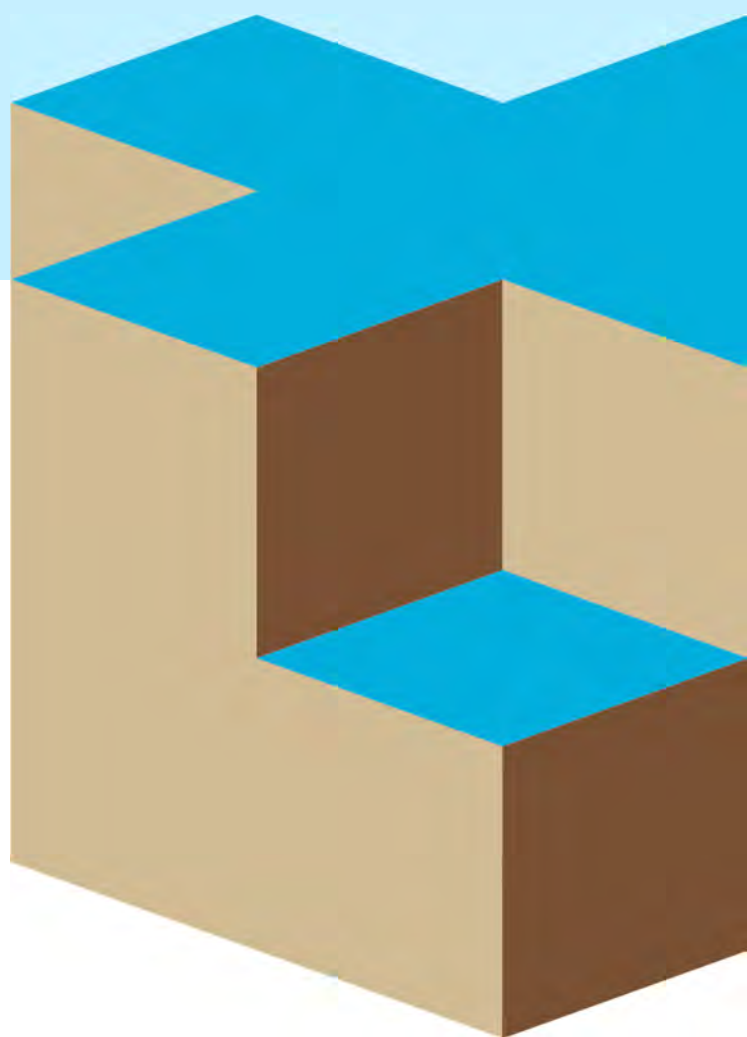




Project: 54 woningen aan de Katoenstraat te Deurne
 Opdracht: 02P016410
 Betreft: Sondeergrafiek



BIJLAGE D





Project: 54 woningen aan de Katoenstraat te Deurne
Opdracht: 02P016410
Betreft: Boorprofiel

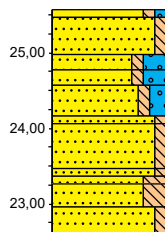
Boring: HB001

Uitvoering op: 21-12-2020
Uitvoering door: AYS
Uitvoering nabij: DKM023

Boornorm: NEN-EN-ISO 22475-1

Identificatie conform NEN 5104

x-coördinaat [m RD]: 182346,02
y-coördinaat [m RD]: 385382,40
Maaiveldhoogte[m]: 25,57 . N.A.P.



0,00	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak grindig, matig wortelhoudend, donkerbruin
0,10	
0,60	Zand, matig fijn, zwak siltig, matig baksteenhoudend, zwak puinhoudend, donkerbruin
0,80	
1,00	Zand, matig grof, zwak siltig, sterk grindig, bruinzwart
1,40	Zand, matig grof, zwak siltig, sterk grindig, sterk baksteenhoudend, matig puinhoudend, bruin
1,50	Zand, matig grof, zwak siltig, matig grindig, sterk roesthoudend, bruin
2,10	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak roesthoudend, donker geelbruin
2,20	Zand, matig fijn, zwak siltig, beigegeel
2,30	
2,60	Zand, matig fijn, zwak siltig, matig roesthoudend, beige wit
3,00	Zand, matig fijn, sterk siltig, zwak roesthoudend, wit
	Zand, matig fijn, sterk siltig, wit
	Zand, matig fijn, zwak siltig, wit

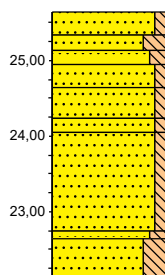
Boring: HB002

Uitvoering op: 21-12-2020
Uitvoering door: AYS
Uitvoering nabij: DM028

Boornorm: NEN-EN-ISO 22475-1

Identificatie conform NEN 5104

x-coördinaat [m RD]: 182389,79
y-coördinaat [m RD]: 385404,93
Maaiveldhoogte[m]: 25,64 . N.A.P.



0,00	
0,30	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak wortelhoudend, zwart
0,50	Zand, matig grof, sterk siltig, zwak roesthoudend, licht beigebruin
0,70	
1,00	Zand, matig grof, matig siltig, zwak roesthoudend, bruin
1,40	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak roesthoudend, donkerbruin
1,60	Zand, matig grof, zwak siltig, sterk roesthoudend, matig baksteenhoudend, donkerbruin
	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak roesthoudend, bruin
	Zand, matig fijn, zwak siltig, lichtbruin
2,90	
3,00	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak roesthoudend, bruin
3,50	Zand, matig fijn, sterk siltig, zwak roesthoudend, grijsbruin



Project: 54 woningen aan de Katoenstraat te Deurne
Opdracht: 02P016410
Betreft: Boorprofiel

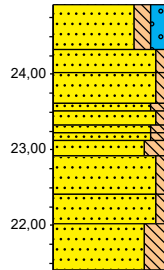
Boring: HB003

Uitvoering op: 22-12-2020
Uitvoering door: AYS
Uitvoering nabij: DM015

Boornorm: NEN-EN-ISO 22475-1

Identificatie conform NEN 5104

x-coördinaat [m RD]: 182426,69
y-coördinaat [m RD]: 385321,75
Maaiveldhoogte[m]: 24,92 . N.A.P.



0,00	Zand, matig grof, matig siltig, matig grindig, zwak roesthoudend, bruin
0,60	
0,90	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak roesthoudend, licht beigebruin
1,30	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak roesthoudend, beigewit
1,40	
1,60	Zand, matig fijn, matig siltig, sterk roesthoudend, grijswit
1,70	
1,80	
2,00	Zand, matig fijn, zwak siltig, beige
2,50	Zand, matig fijn, matig siltig, sterk roesthoudend, licht oranjebruin
2,90	Zand, matig fijn, matig siltig, uiterst roesthoudend, oranje
2,90	Zand, matig fijn, sterk siltig, sterk roesthoudend, grijsoranje
3,50	Zand, matig fijn, zwak siltig, matig roesthoudend, beige
3,50	Zand, matig fijn, zwak siltig, uiterst roesthoudend, bruinoranje
3,50	Zand, matig fijn, sterk siltig, sterk roesthoudend, grijsoranje

Boring: HB004

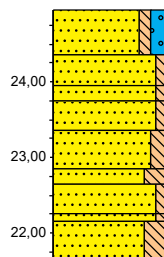
Uitvoering op: 22-12-2020
Uitvoering door: AYS
Uitvoering nabij: DM001

Boornorm: NEN-EN-ISO 22475-1

Grondwaterstand [cm-mv]: 325

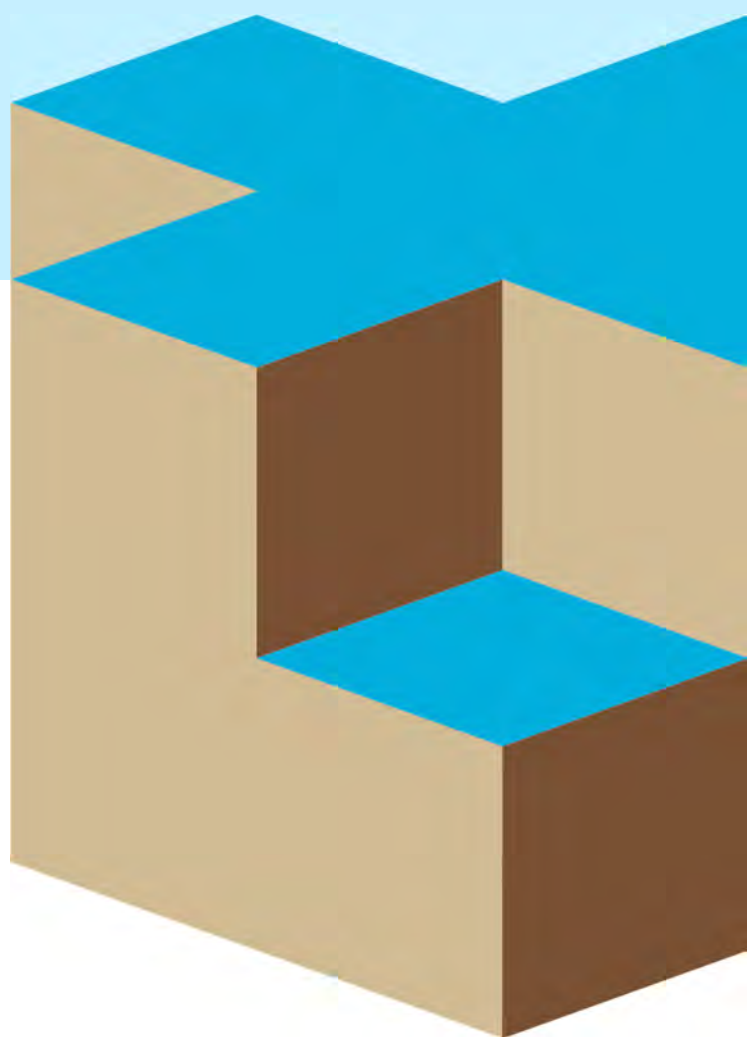
Identificatie conform NEN 5104

x-coördinaat [m RD]: 182322,07
y-coördinaat [m RD]: 385404,29
Maaiveldhoogte[m]: 24,95 . N.A.P.



0,00	Zand, matig grof, zwak siltig, matig grindig, matig puinhoudend, donkerbruin
0,60	
1,00	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak roesthoudend, matig puinhoudend, zwak baksteenhoudend, bruin
1,20	Zand, matig grof, zwak siltig, matig roesthoudend, licht beigebruin
1,60	Zand, matig fijn, zwak siltig, bruinwit
2,10	Zand, matig fijn, matig siltig, sterk roesthoudend, bruinoranje
2,30	Zand, matig fijn, sterk siltig, zwak roesthoudend, witgrijs
2,70	Zand, matig fijn, zwak siltig, matig roesthoudend, beigewit
2,80	
3,30	Zand, matig fijn, zwak siltig, sterk roesthoudend, licht grijsbruin
3,30	Zand, matig fijn, sterk siltig, matig roesthoudend, grijs

BIJLAGE E





LEGENDA TEKENINGEN EN VERKLARING AFKORTINGEN

SONDERING

▼	D	Sondering zonder kleefmeting
	DKM	Sondering met kleefmeting
	DKMP	Sondering met kleef- en waterspanningsmeting
	DM	Mechanische sondering
	DKMS	Seismische sondering met kleefmeting
	DKMPS	Seismische sondering met kleef- en waterspanningsmeting
	DMA	Magnetometer sondering
	Ma	Magnetometer (zonder conusweerstand)
	DB	Bolsondering
	DT	T-bar sondering
	FVT	Field vane test
	HPT	Hydraulic profiling tool
	DS	Slagsondering
	HM	Handsondering
	SPT	Standaard penetratie test
	DKM-EC	Geleidbaarheidssondering met kleefmeting
	DKMP-EC	Geleidbaarheidssondering met kleef- en waterspanningsmeting

▽ Niet uitgevoerd ▼ fase 2 ▼ fase 3 ▼ fase 4

BORING

●	HB	Handboring
	B	Mechanische boring

○ Niet uitgevoerd

PEILBUIS

●	Bpb	Mechanische boring met peilbuis
	HBpb	Handboring met peilbuis
	PB	Gedrukte peilbuis

MONITORING

⊕	WSM	Waterspanningsmeter
▭	IMB	Inclinometerbuis
	IMS	Inclinometer SAAF
⊠	ZB	Zakbaak
⚙	DFB	Deformatiebout
⚙	SCM	Scheurmeter
⚙	EXM	Extensometer
⚙	TM	Tiltmeter
⚙	TRM	Trillingmeter
⊗	PDPs	Plaatdrukproef (statisch)
	PDPd	Plaatdrukproef (dynamisch)
⊗	PP	Pompput
⊗	PRP	Proefgat
⊗	PRS	Proefsleuf

ALGEMEEN

⚙	Meetpunt: brug, dorpel, kolk, meetbout, put, weg, water
→	Foto
▨	Bestaande bebouwing
↔	0-Punt lokaal assenstelsel



VERKLARING CODERING BORINGEN

(conform NEN 5104)

GRIND

	grind, siltig
	grind, zwak zandig
	grind, matig zandig
	grind, sterk zandig
	grind, uiterst zandig

ZAND

	zand, kleiig
	zand, zwak siltig
	zand, matig siltig
	zand, sterk siltig
	zand, uiterst siltig

VEEN

	veen, mineraalarm
	veen, zwak kleiig
	veen, sterk kleiig
	veen, zwak zandig
	veen, sterk zandig

LEEM

	leem, zwak zandig
	leem, sterk zandig

SLIB

	slib
--	------

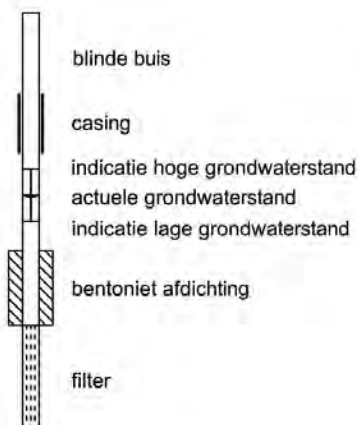
KLEI

	klei, zwak siltig
	klei, matig siltig
	klei, sterk siltig
	klei, uiterst siltig
	klei, zwak zandig
	klei, matig zandig
	klei, sterk zandig

TOEVOEGINGEN

	zwak humeus
	matig humeus
	sterk humeus
	zwak grindig
	matig grindig
	sterk grindig

PEILBUIS



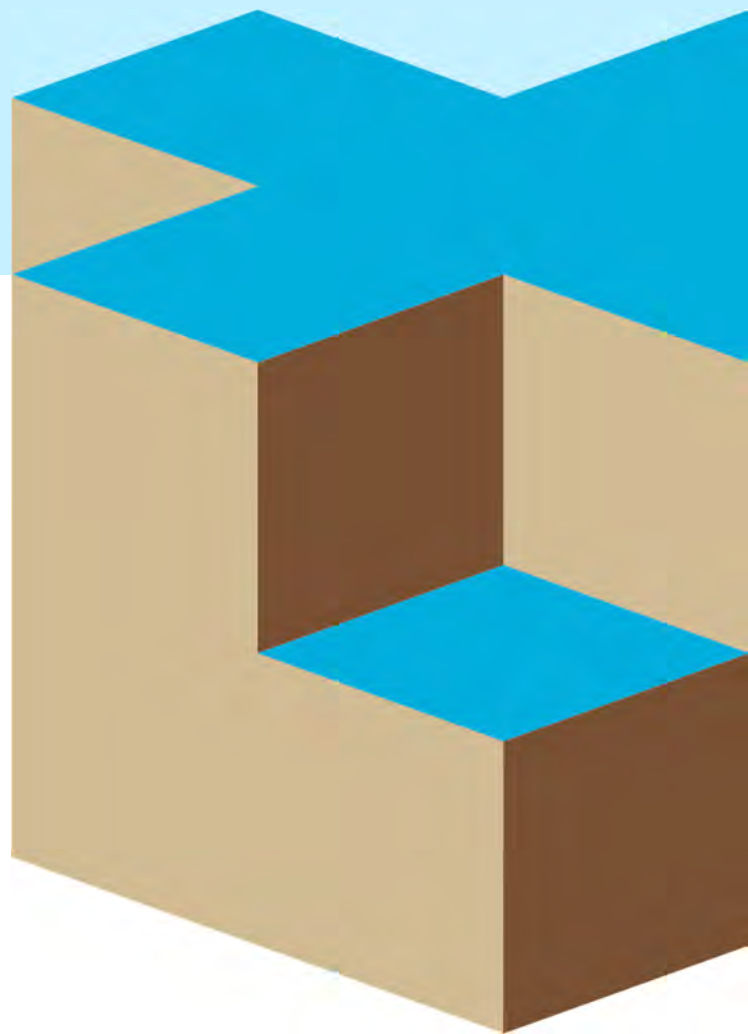
GRONDMONSTERS

	geroerd monster
	ongeroerd monster

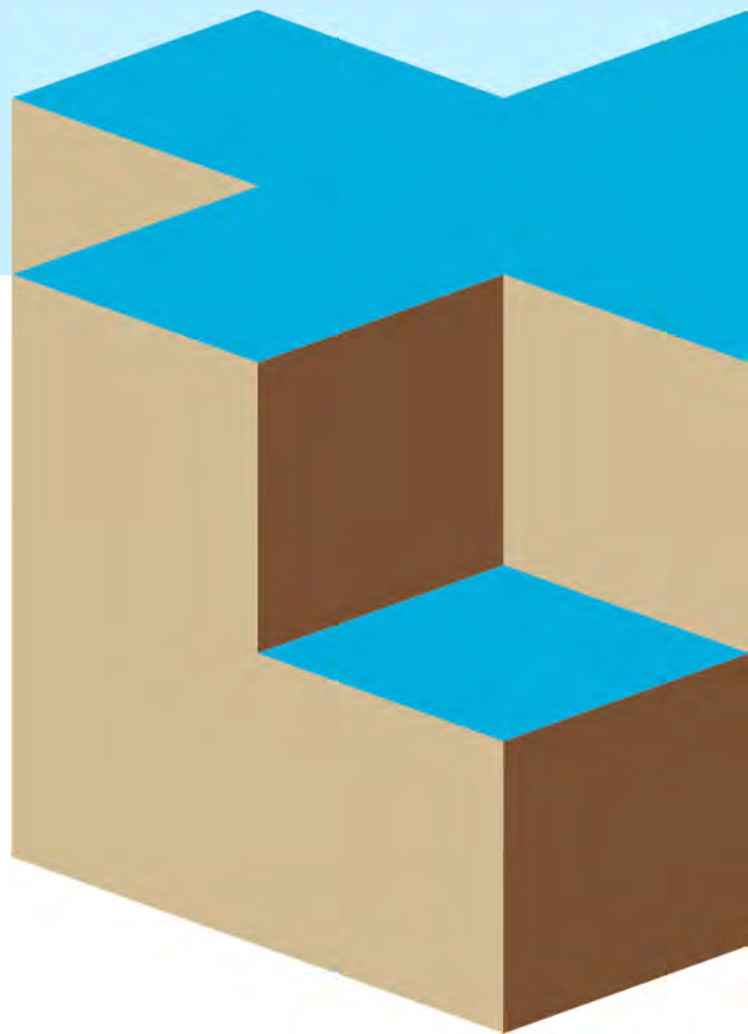
OVERIG

	bijzonder bestanddeel
	indicatie hoge grondwaterstand
	actuele grondwaterstand
	indicatie lage grondwaterstand

BIJLAGE F



BIJLAGE F1





Opdracht : 02P016410

ST7-01

Omschrijving : 54 woningen aan de Katoenstraat te Deurne - woningen aanlegniveau NAP +25,25 m

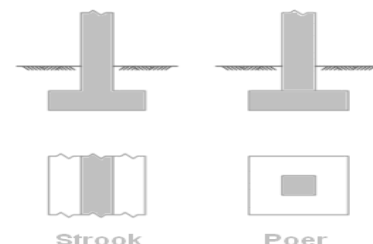
Uitgangspunten berekening fundering op staal

Belastingen

Verticaal, centrisch

Constructie fundering

Funderingstype : stroken en poeren
Funderingsafmetingen : zie reketabellen
Aanlegniveau fundering : 25,25 m + NAP
Gronddekking : t = 0,10 m, 0,20 m, 0,30 m, 0,40 m



Grondwaterstand (aanname)

Voor berekening draagkracht : 24,00 m + NAP
Voor berekening zetting : 20,00 m + NAP

Bodemopbouw en grondparameters

Laag nr.	Grondsoort	Onderzijde laag [m tov NAP]	Laagdikte [m]	γ_k [kN/m ³]	$\gamma_{sat;k}$ [kN/m ³]	ϕ_k [°]	c'_k [kN/m ²]	$c_{u;k}$ [kN/m ²]	$C_{c;k}$ [-]
1	zand	25,25	0,40	17,0	19,0	30,0	0,00	0,00	0,03
2	zand	21,30	3,95	18,0	20,0	32,5	0,00	0,00	0,01
3	leem	21,10	0,20	19,0	19,0	27,5	0,00	0,00	0,14
4	zand	20,50	0,60	18,0	20,0	32,5	0,00	0,00	0,01
5	leem	18,10	2,40	19,0	19,0	27,5	0,00	0,00	0,14
6	zand	--	--	18,0	20,0	32,5	0,00	0,00	0,01

Voor de berekening van de draagkracht is aangenomen dat er binnen het invloedsgebied van de fundering geen sprake is van bodemlagen waarin als gevolg van de belasting, wateroverspanningen aanwezig zijn. Met andere woorden er is sprake van een zogenaamde "gedraineerde situatie".

Partiële factoren voor grondparameters

$$\gamma_{\phi'} = 1,15$$

$$\gamma_{\gamma} = 1,10$$

$$\gamma_{c'} = 1,60$$



Opdracht : 02P016410

ST7-02

Omschrijving : 54 woningen aan de Katoenstraat te Deurne - woningen aanlegniveau NAP +25,25 m

Uitgangspunten berekening fundering op staal

Berekening draagkracht

De draagkracht van de ondergrond wordt berekend op basis van evenwichtsvergelijkingen.

De van toepassing zijnde evenwichtsvergelijking, is afhankelijk van de bodemopbouw, de bodemeigenschappen en het al dan niet aanwezig zijn van wateroverspanningen binnen de invloedsdiepte van de fundering.

Onder de gegeven uitgangspunten geldt dat de volgende evenwichtsvergelijking van toepassing is.

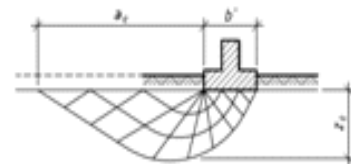
1) Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau (i)

In dit geval is gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau maatgevend.

**Resultaten berekening fundering op staal****Draagkracht volgens gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau**

Tussen het aanlegniveau en de invloedsdiepte van de fundering bevinden zich bodemlagen met relatief beperkte inwendige wrijvingshoekverschillen ($\phi_{\max} - \phi_{\min} \leq 6^\circ$).

Aangenomen dat er geen sprake is van bodemlagen met wateroverspanningen, is de draagkracht berekend op basis van de gedraineerde evenwichtsvergelijking (i).



Strookafmeting B [m]	Maximale funderingsdruk aanlegniveau $\sigma'_{\max;d}$ [kN/m ²]				Draagkracht op aanlegniveau R_d [kN/m]			
	t : 0,1 m	0,2 m	0,3 m	0,4 m	t : 0,1 m	0,2 m	0,3 m	0,4 m
0,40	81	107	132	157	33	43	53	63
0,50	95	121	146	171	48	60	73	86
0,60	109	135	160	185	66	81	96	111
0,70	123	149	174	199	86	104	122	140
0,80	137	162	187	213	109	130	150	170
0,90	149	174	199	225	134	157	179	202
1,00	159	185	210	236	159	185	210	236
1,10	170	195	220	246	187	215	243	270
1,20	179	205	230	256	215	246	276	307 *

* voor deze situatie is een voorbeeldberekening toegevoegd.

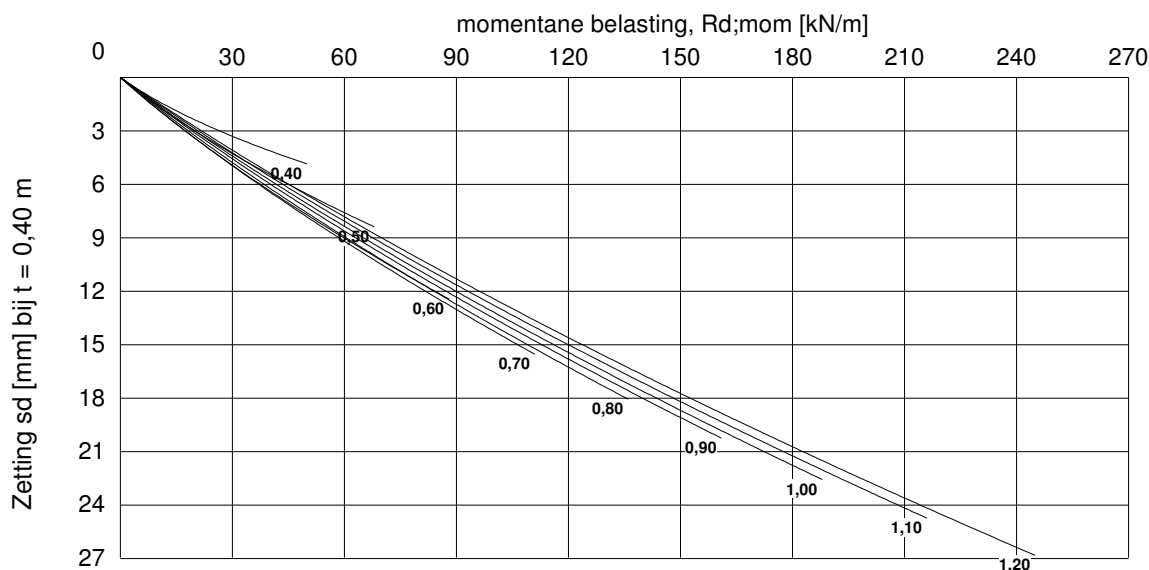
Poerafmeting B * L [m * m]	Maximale funderingsdruk aanlegniveau $\sigma'_{\max;d}$ [kN/m ²]				Draagkracht op aanlegniveau R_d [kN]			
	t : 0,1 m	0,2 m	0,3 m	0,4 m	t : 0,1 m	0,2 m	0,3 m	0,4 m
0,40 * 0,40	77	114	152	190	12	18	24	30
0,50 * 0,50	87	124	162	200	22	31	40	50
0,60 * 0,60	96	134	172	209	35	48	62	75
0,70 * 0,70	106	144	181	219	52	70	89	107
0,80 * 0,80	115	153	191	228	74	98	122	146
0,90 * 0,90	124	162	199	237	100	131	161	192
1,00 * 1,00	132	169	207	245	132	169	207	245
1,10 * 1,10	139	176	214	252	168	213	259	305
1,20 * 1,20	146	183	221	259	210	264	318	372 *

* voor deze situatie is een voorbeeldberekening toegevoegd.



Resultaten berekening fundering op staal

Zetting stroken



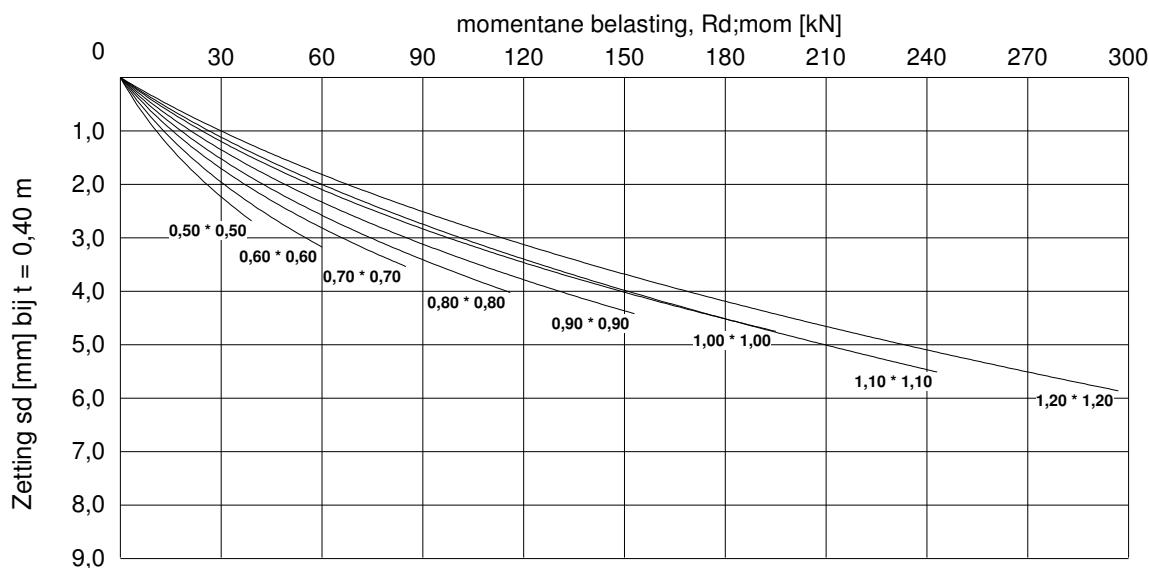
Beddingscoëfficiënt stroken

Strookafmeting B [m]	Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,1$ m [kN/m ³]		Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,2$ m [kN/m ³]		Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,3$ m [kN/m ³]		Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,4$ m [kN/m ³]	
	$k_{v,rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$	$k_{v,rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$	$k_{v,rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$	$k_{v,rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$
0,40	19000	14000	20000	15000	19000	14000	19000	15000
0,50	16000	12000	17000	13000	12000	9000	12000	9000
0,60	15000	11000	10000	8000	11000	8000	9000	7000
0,70	10000	7000	8000	6000	8000	6000	8000	6000
0,80	7000	5000	7000	5000	7000	5000	7000	5000
0,90	7000	5000	6000	5000	6000	5000	7000	5000
1,00	6000	4500	6000	4500	6000	4500	6000	4500
1,10	6000	4500	6000	4500	6000	4500	6000	4500
1,20	5000	4000	5000	4000	6000	4500	6000	4500



Resultaten berekening fundering op staal

Zetting poeren



Beddingscoëfficiënt poeren

Poerafmeting $B * L$ [m * m]	Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,1$ m [kN/m^3]		Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,2$ m [kN/m^3]		Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,3$ m [kN/m^3]		Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,4$ m [kN/m^3]	
	$k_{v,rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$	$k_{v,rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$	$k_{v,rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$	$k_{v,rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$
0,40 * 0,40	44000	34000	48000	37000	49000	38000	52000	40000
0,50 * 0,50	36000	28000	38000	29000	41000	31000	43000	33000
0,60 * 0,60	31000	24000	34000	26000	36000	28000	39000	30000
0,70 * 0,70	29000	22000	32000	24000	34000	26000	36000	28000
0,80 * 0,80	27000	21000	30000	23000	31000	24000	33000	26000
0,90 * 0,90	26000	20000	28000	21000	30000	23000	32000	24000
1,00 * 1,00	25000	19000	27000	21000	29000	22000	30000	23000
1,10 * 1,10	24000	18000	26000	20000	28000	21000	27000	21000
1,20 * 1,20	23000	18000	25000	19000	25000	19000	26000	20000

**Voorbeeldberekening - strook****Uitgangspunten berekeningen strook**

breedte	B	=	1,20 m
dikte	d	=	0,20 m
gronddekking	t	=	0,40 m

Beschrijving berekeningen

Voor de berekening van de draagkracht is aangenomen dat er binnen het invloedsgebied van de fundering geen sprake is van bodemlagen waarin als gevolg van de belasting, wateroverspanningen aanwezig zijn. Met andere woorden er is sprake van een zogenaamde "gedraineerde situatie".

In het voorbeeld wordt de navolgende berekening uitgevoerd:

- gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau

$$R_d = \sigma'_{\max;d} \cdot A'$$

R_d : rekenwaarde weerstand tegen de belasting loodrecht op het funderingsoppervlak in kN

$\sigma'_{\max;d}$: rekenwaarde funderingsdruk op effectief funderingsoppervlak in kN/m²

A' : effectief funderingsoppervlak in m²

voor de gedraineerde toestand

$$\sigma'_{\max;d} = \underbrace{c'_{\text{gem;d}} N_c s_c i_c b_c \lambda_c}_{\text{bijdrage cohesie}} + \underbrace{\sigma'_{v;z;d} N_q s_q i_q b_q \lambda_q}_{\text{bijdrage gronddekking}} + \underbrace{0,5 \gamma'_{\text{gem;d}} b' N_\gamma s_\gamma i_\gamma b_\gamma \lambda_\gamma}_{\text{bijdrage gewicht bodem waarop wordt aangelegd}}$$

$$A' = b' \cdot l'$$

Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau**Tussenresultaten**

effectieve breedte	b'	=	1,20 m
effectieve lengte	l'	=	1,00 m
effectieve funderingsoppervlak	A'	=	1,20 m ²

effectieve hoek van inwendige wrijving	ϕ'_k	=	32,5 °
invloedsdiepte conform tabel 6.a	z_e	=	2,1 m
gewogen effectieve cohesie	$c'_{\text{gem;d}}$	=	0,0 kPa
verticale korrelspanning aanlegniveau	$\sigma'_{v;z;0;d}$	=	6,2 kN/m ² (bij t = 0,40 m)
gewogen effectief volumiek gewicht	$\gamma'_{\text{gem;d}}$	=	15,0 kN/m ³
rekenwaarde effectieve wrijvingshoek	$\phi'_{\text{gem;d}}$	=	29,0 °

draagkrachtfactoren	$N_c = 27,8$	$N_q = 16,4$	$N_\gamma = 17,1$
vormfactoren	$s_c = 1,0$	$s_q = 1,0$	$s_\gamma = 1,0$
factor helling aanlegniveau	$b_c = 1,0$	$b_q = 1,0$	$b_\gamma = 1,0$
factor helling maaiveld	$\lambda_c = 1,0$	$\lambda_q = 1,0$	$\lambda_\gamma = 1,0$

Resultaten (gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau)

funderingsdruk	$\sigma'_{\max;d}$	=	0 + 101 + 154 = 256 kN/m ²
rekenwaarde maximale draagkracht	R_d	=	307 kN/m

**Voorbeeldberekening - poer****Uitgangspunten berekeningen poer**

breedte	B	=	1,20 m
lengte	L	=	1,20 m
dikte	d	=	0,20 m
gronddekking	t	=	0,40 m

Beschrijving berekeningen

Voor de berekening van de draagkracht is aangenomen dat er binnen het invloedsgebied van de fundering geen sprake is van bodemlagen waarin als gevolg van de belasting, wateroverspanningen aanwezig zijn. Met andere woorden er is sprake van een zogenaamde "gedraineerde situatie".

In het voorbeeld wordt de navolgende berekening uitgevoerd:

- gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau

$$R_d = \sigma'_{\max;d} \cdot A'$$

R_d : rekenwaarde weerstand tegen de belasting loodrecht op het funderingsoppervlak in kN

$\sigma'_{\max;d}$: rekenwaarde funderingsdruk op effectief funderingsoppervlak in kN/m²

A' : effectief funderingsoppervlak in m²

voor de gedraineerde toestand

$$\sigma'_{\max;d} = \underbrace{c'_{\text{gem;d}} N_c s_c i_c b_c \lambda_c}_{\text{bijdrage cohesie}} + \underbrace{\sigma'_{v;z;0;d} N_q s_q i_q b_q \lambda_q}_{\text{bijdrage gronddekking}} + \underbrace{0,5 \gamma'_{\text{gem;d}} b' N_\gamma s_\gamma i_\gamma b_\gamma \lambda_\gamma}_{\text{bijdrage gewicht bodem waarop wordt aangelegd}}$$

$$A' = b' \cdot l'$$

Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau**Tussenresultaten**

effectieve breedte	b'	=	1,20 m
effectieve lengte	l'	=	1,20 m
effectieve funderingsoppervlak	A'	=	1,44 m ²

effectieve hoek van inwendige wrijving	ϕ'_k	=	32,5 °
invloedsdiepte conform tabel 6.a	z_e	=	2,1 m
gewogen effectieve cohesie	$c'_{\text{gem;d}}$	=	0,0 kPa
verticale korrelspanning aanlegniveau	$\sigma'_{v;z;0;d}$	=	6,2 kN/m ² (bij t = 0,40 m)
gewogen effectief volumiek gewicht	$\gamma'_{\text{gem;d}}$	=	15,0 kN/m ³
rekenwaarde effectieve wrijvingshoek	$\phi'_{\text{gem;d}}$	=	29,0 °

draagkrachtfactoren	$N_c = 27,8$	$N_q = 16,4$	$N_\gamma = 17,1$
vormfactoren	$s_c = 1,5$	$s_q = 1,5$	$s_\gamma = 0,7$
factor helling aanlegniveau	$b_c = 1,0$	$b_q = 1,0$	$b_\gamma = 1,0$
factor helling maaiveld	$\lambda_c = 1,0$	$\lambda_q = 1,0$	$\lambda_\gamma = 1,0$

Resultaten (gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau)

funderingsdruk	$\sigma'_{\max;d}$	=	0 + 151 + 108 = 259 kN/m ²
rekenwaarde maximale draagkracht	R_d	=	372 kN



Toelichting

Toelichting bodemopbouw en grondparameters

subscript, k	: representatieve / karakteristieke waarde	
subscript, d	: rekenwaarde (design)	
volumiek gewicht bij natuurlijk vochtgehalte	: γ	[par. 2.4]
verzadigd volumiek gewicht	: γ_{sat}	[par. 2.4]
effectieve hoek van inwendige wrijving	: ϕ'	
cohesie	: c'	[par. 2.4]
ongedraineerde schuifsterkte	: c_u	
primaire samendrukkingsindex	: C_c	[par. 2.4]
secundaire samendrukkingsindex	: C_α	[par. 2.4]
poriëngetal	: e	[par. 2.4]
dikte laag, j	: d_j	[par. 2.4]

Partiële factoren voor grondparameters

[par. 1.6]

voor de hoek van inwendige wrijving ($\tan \phi'$)	: γ_ϕ	[A.3.2, tabel A.4a]
voor volumiek gewicht	: γ_γ	[A.3.2, tabel A.4a]
voor de effectieve cohesie	: $\gamma_{c'}$	[A.3.2, tabel A.4a]

Toelichting berekening weerstand

rekenwaarde maximale draagkracht	: $R_d = \sigma'_{\text{max}} * A'$	[par. 6.5]
maximale funderingsdruk	: $\sigma'_{\text{max}} = c'_{\text{gem}} N_c s_c i_c b_c \lambda_c + \sigma'_{v,z} N_q s_q i_q b_q \lambda_q + 0,5 \gamma'_{\text{gem}} b' N_\gamma s_\gamma i_\gamma b_\gamma \lambda_\gamma$	[par. 6.5]
effectief funderingsoppervlak	: $A' = b' * l'$	
effectieve breedte	: b'	
effectieve lengte	: l'	
gewogen effectieve cohesie	: c'_{gem}	
verticale korrelspanning aanlegniveau	: $\sigma'_{v,z}$	
gewogen effectief volumiek gewicht	: γ'_{gem}	
draagkrachtfactoren	: $N_c; N_q; N_\gamma$	
vormfactoren	: $s_c; s_q; s_\gamma$	
factor helling belasting	: $i_c; i_q; i_\gamma$	
factor helling maaiveld	: $\lambda_c; \lambda_q; \lambda_\gamma$	
factor helling aanlegniveau	: $b_c; b_q; b_\gamma$	

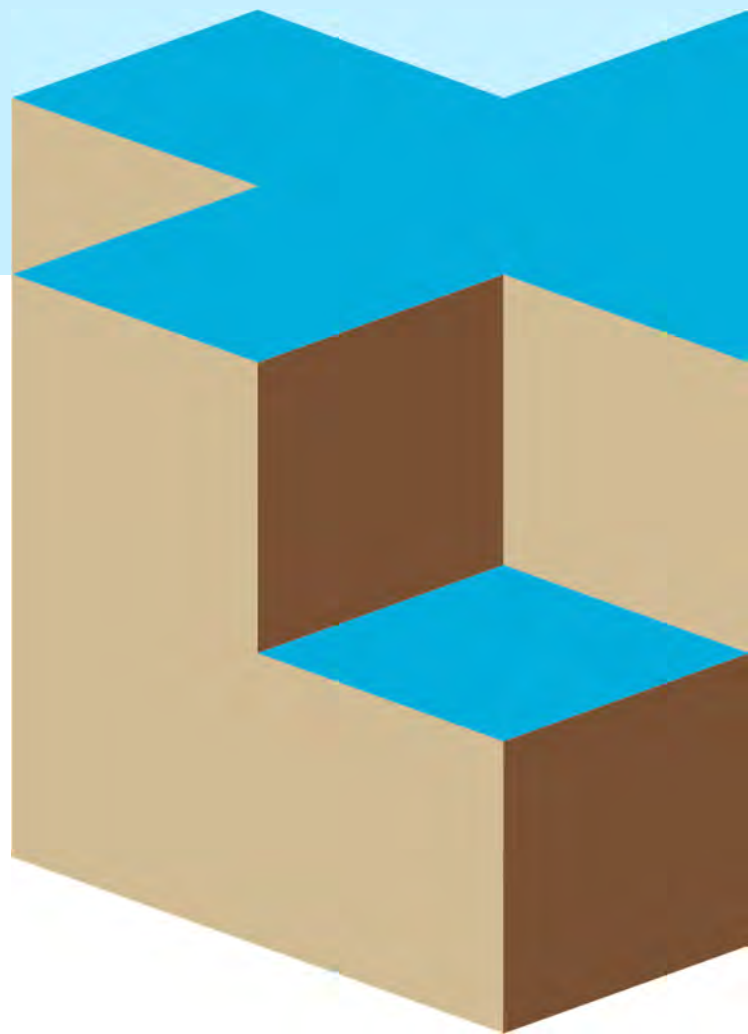
Toelichting berekening zetting

totale zetting	: $s = s_1 + s_2$	[par. 6.6.2]
primaire zetting	: $s_1 = \sum C_c / (1+e) * d_j * \log((\sigma'_{v,z;0} + \Delta \sigma'_{v,z}) / \sigma'_{v,z;0})$	[par. 6.6.2]
secundaire zetting	: $s_2 = \sum C_\alpha * d_j * \log(t_\infty / t_1)$	[par. 6.6.2]

Bron

Eurocode 7-1 (NEN 9997 - 1 + C2 : 2017)

BIJLAGE F2





Opdracht : 02P016410

ST7-01

Omschrijving : 54 woningen aan de Katoenstraat te Deurne - woningen aanlegniveau NAP +25,10 m

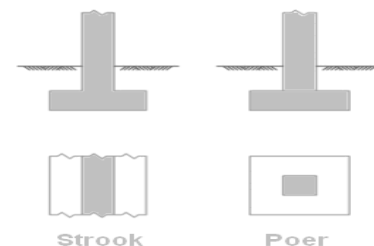
Uitgangspunten berekening fundering op staal

Belastingen

Verticaal, centrisch

Constructie fundering

Funderingstype : stroken en poeren
Funderingsafmetingen : zie rekentabellen
Aanlegniveau fundering : 25,10 m + NAP
Gronddekking : t = 0,10 m, 0,20 m, 0,30 m, 0,40 m



Grondwaterstand (aanname)

Voor berekening draagkracht : 24,00 m + NAP
Voor berekening zetting : 20,00 m + NAP

Bodemopbouw en grondparameters

Laag nr.	Grondsoort	Onderzijde laag [m tov NAP]	Laagdikte [m]	γ_k [kN/m ³]	$\gamma_{sat;k}$ [kN/m ³]	ϕ_k [°]	c'_k [kN/m ²]	$c_{u;k}$ [kN/m ²]	$C_{c;k}$ [-]
1	zand	25,10	0,40	17,0	19,0	30,0	0,00	0,00	0,03
2	zand	23,10	2,00	18,0	20,0	32,5	0,00	0,00	0,01
3	leem	22,60	0,50	19,0	19,0	27,5	0,00	0,00	0,14
4	zand	20,70	1,90	18,0	20,0	32,5	0,00	0,00	0,01
5	leem	19,20	1,50	19,0	19,0	27,5	0,00	0,00	0,14
6	zand	--	--	18,0	20,0	32,5	0,00	0,00	0,01

Voor de berekening van de draagkracht is aangenomen dat er binnen het invloedsgebied van de fundering geen sprake is van bodemlagen waarin als gevolg van de belasting, wateroverspanningen aanwezig zijn. Met andere woorden er is sprake van een zogenaamde "gedraineerde situatie".

Partiële factoren voor grondparameters

$\gamma_{\phi'}$ = 1,15

γ_{γ} = 1,10

$\gamma_{c'}$ = 1,60



Opdracht : 02P016410

ST7-02

Omschrijving : 54 woningen aan de Katoenstraat te Deurne - woningen aanlegniveau NAP +25,10 m

Uitgangspunten berekening fundering op staal

Berekening draagkracht

De draagkracht van de ondergrond wordt berekend op basis van evenwichtsvergelijkingen.

De van toepassing zijnde evenwichtsvergelijking, is afhankelijk van de bodemopbouw, de bodemeigenschappen en het al dan niet aanwezig zijn van wateroverspanningen binnen de invloedsdiepte van de fundering.

Onder de gegeven uitgangspunten geldt dat de volgende evenwichtsvergelijking van toepassing is.

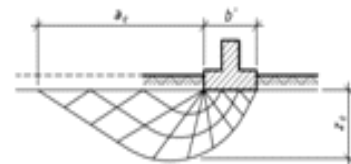
1) Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau (i)

In dit geval is gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau maatgevend.

**Resultaten berekening fundering op staal****Draagkracht volgens gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau**

Tussen het aanlegniveau en de invloedsdiepte van de fundering bevinden zich bodemlagen met relatief beperkte inwendige wrijvingshoekverschillen ($\phi_{\max} - \phi_{\min} \leq 6^\circ$).

Aangenomen dat er geen sprake is van bodemlagen met wateroverspanningen, is de draagkracht berekend op basis van de gedraineerde evenwichtsvergelijking (i).



Strookafmeting B [m]	Maximale funderingsdruk aanlegniveau $\sigma'_{\max;d}$ [kN/m ²]				Draagkracht op aanlegniveau R_d [kN/m]			
	t : 0,1 m	0,2 m	0,3 m	0,4 m	t : 0,1 m	0,2 m	0,3 m	0,4 m
0,40	81	107	132	157	33	43	53	63
0,50	95	121	146	171	48	60	73	86
0,60	109	135	160	185	66	81	96	111
0,70	123	148	173	199	86	104	121	139
0,80	135	160	185	211	108	128	148	169
0,90	146	171	196	222	131	154	177	199
1,00	156	181	206	232	156	181	206	232
1,10	165	190	216	241	182	210	237	265
1,20	174	199	225	250	209	239	270	300 *

* voor deze situatie is een voorbeeldberekening toegevoegd.

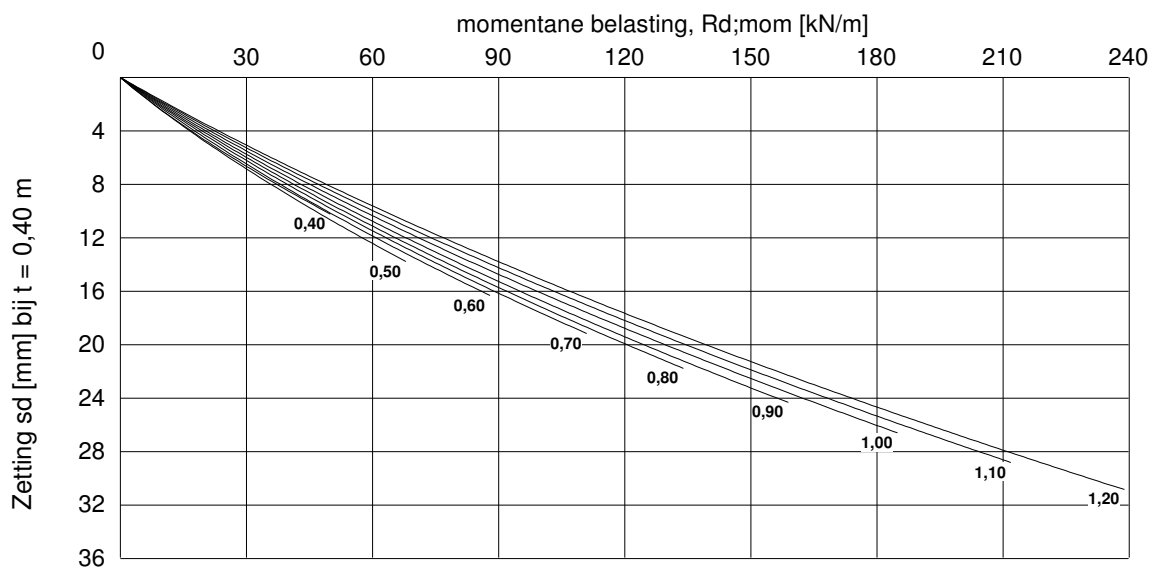
Poerafmeting B * L [m * m]	Maximale funderingsdruk aanlegniveau $\sigma'_{\max;d}$ [kN/m ²]				Draagkracht op aanlegniveau R_d [kN]			
	t : 0,1 m	0,2 m	0,3 m	0,4 m	t : 0,1 m	0,2 m	0,3 m	0,4 m
0,40 * 0,40	77	114	152	190	12	18	24	30
0,50 * 0,50	87	124	162	200	22	31	40	50
0,60 * 0,60	96	134	172	209	35	48	62	75
0,70 * 0,70	106	143	181	219	52	70	89	107
0,80 * 0,80	114	152	189	227	73	97	121	145
0,90 * 0,90	122	159	197	235	99	129	160	190
1,00 * 1,00	129	166	204	242	129	166	204	242
1,10 * 1,10	135	173	211	248	164	209	255	301
1,20 * 1,20	142	179	217	254	204	258	312	366 *

* voor deze situatie is een voorbeeldberekening toegevoegd.



Resultaten berekening fundering op staal

Zetting stroken



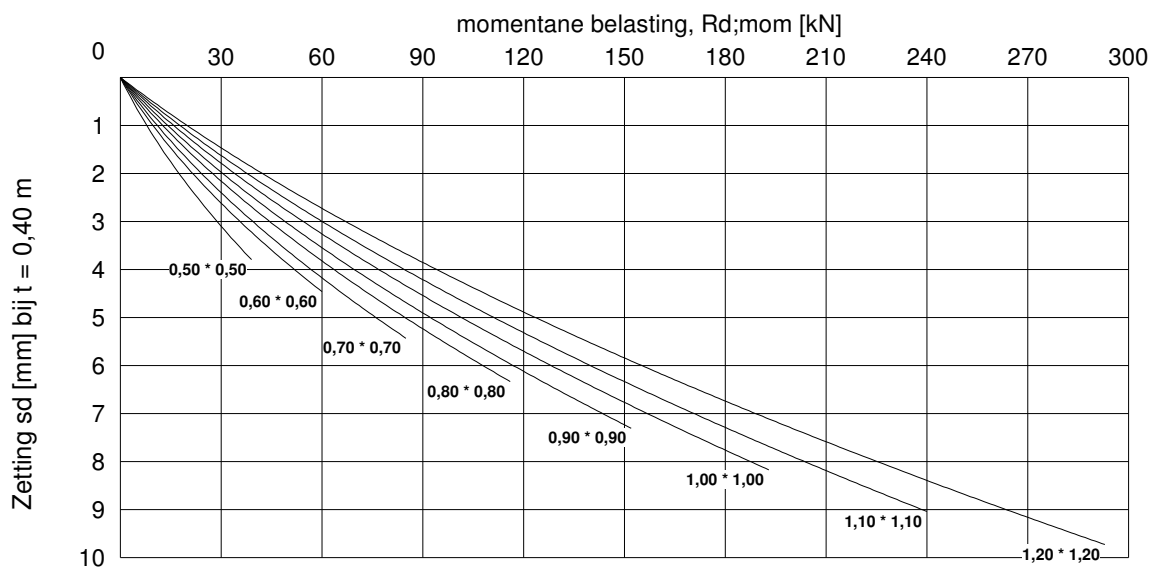
Beddingscoëfficiënt stroken

Strookafmeting B [m]	Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,1$ m [kN/m ³]		Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,2$ m [kN/m ³]		Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,3$ m [kN/m ³]		Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,4$ m [kN/m ³]	
	$k_{v,rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$	$k_{v,rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$	$k_{v,rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$	$k_{v,rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$
0,40	11000	8000	11000	8000	11000	9000	9000	7000
0,50	9000	7000	8000	6000	8000	6000	7000	6000
0,60	7000	5000	7000	5000	7000	5000	7000	5000
0,70	6000	5000	6000	4500	6000	4500	6000	4500
0,80	5000	4000	5000	4000	6000	4500	6000	4500
0,90	5000	4000	5000	4000	5000	4000	5000	4000
1,00	5000	3500	5000	4000	5000	4000	5000	4000
1,10	4500	3500	4500	3500	5000	3500	5000	4000
1,20	4500	3500	4500	3500	4500	3500	5000	3500



Resultaten berekening fundering op staal

Zetting poeren



Beddingscoëfficiënt poeren

Poerafmeting $B * L$ [m * m]	Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,1$ m [kN/m ³]		Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,2$ m [kN/m ³]		Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,3$ m [kN/m ³]		Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,4$ m [kN/m ³]	
	$k_{V;rep;stat}$	$k_{V;d;stat}$	$k_{V;rep;stat}$	$k_{V;d;stat}$	$k_{V;rep;stat}$	$k_{V;d;stat}$	$k_{V;rep;stat}$	$k_{V;d;stat}$
0,40 * 0,40	44000	34000	48000	37000	36000	28000	38000	29000
0,50 * 0,50	36000	28000	28000	21000	29000	22000	31000	24000
0,60 * 0,60	23000	18000	25000	19000	26000	20000	28000	21000
0,70 * 0,70	21000	16000	22000	17000	23000	17000	24000	18000
0,80 * 0,80	18000	14000	19000	15000	20000	16000	21000	16000
0,90 * 0,90	17000	13000	18000	14000	18000	14000	19000	15000
1,00 * 1,00	15000	12000	16000	12000	17000	13000	18000	13000
1,10 * 1,10	14000	11000	15000	11000	16000	12000	16000	13000
1,20 * 1,20	13000	10000	14000	11000	15000	11000	15000	12000

**Voorbeeldberekening - strook****Uitgangspunten berekeningen strook**

breedte	B	=	1,20 m
dikte	d	=	0,20 m
gronddekking	t	=	0,40 m

Beschrijving berekeningen

Voor de berekening van de draagkracht is aangenomen dat er binnen het invloedsgebied van de fundering geen sprake is van bodemlagen waarin als gevolg van de belasting, wateroverspanningen aanwezig zijn. Met andere woorden er is sprake van een zogenaamde "gedraineerde situatie".

In het voorbeeld wordt de navolgende berekening uitgevoerd:

- gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau

$$R_d = \sigma'_{\max;d} \cdot A'$$

R_d : rekenwaarde weerstand tegen de belasting loodrecht op het funderingsoppervlak in kN

$\sigma'_{\max;d}$: rekenwaarde funderingsdruk op effectief funderingsoppervlak in kN/m²

A' : effectief funderingsoppervlak in m²

voor de gedraineerde toestand

$$\sigma'_{\max;d} = \underbrace{c'_{\text{gem;d}} N_c s_c i_c b_c \lambda_c}_{\text{bijdrage cohesie}} + \underbrace{\sigma'_{v;z;d} N_q s_q i_q b_q \lambda_q}_{\text{bijdrage gronddekking}} + \underbrace{0,5 \gamma'_{\text{gem;d}} b' N_\gamma s_\gamma i_\gamma b_\gamma \lambda_\gamma}_{\text{bijdrage gewicht bodem waarop wordt aangelegd}}$$

$$A' = b' \cdot l'$$

Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau**Tussenresultaten**

effectieve breedte	b'	=	1,20 m
effectieve lengte	l'	=	1,00 m
effectieve funderingsoppervlak	A'	=	1,20 m ²

effectieve hoek van inwendige wrijving	ϕ'_k	=	32,5 °
invloedsdiepte conform tabel 6.a	z_e	=	2,1 m
gewogen effectieve cohesie	$c'_{\text{gem;d}}$	=	0,0 kPa
verticale korrelspanning aanlegniveau	$\sigma'_{v;z;0;d}$	=	6,2 kN/m ² (bij t = 0,40 m)
gewogen effectief volumiek gewicht	$\gamma'_{\text{gem;d}}$	=	14,5 kN/m ³
rekenwaarde effectieve wrijvingshoek	$\phi'_{\text{gem;d}}$	=	29,0 °

draagkrachtfactoren	$N_c = 27,8$	$N_q = 16,4$	$N_\gamma = 17,1$
vormfactoren	$s_c = 1,0$	$s_q = 1,0$	$s_\gamma = 1,0$
factor helling aanlegniveau	$b_c = 1,0$	$b_q = 1,0$	$b_\gamma = 1,0$
factor helling maaiveld	$\lambda_c = 1,0$	$\lambda_q = 1,0$	$\lambda_\gamma = 1,0$

Resultaten (gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau)

funderingsdruk	$\sigma'_{\max;d}$	=	0 + 101 + 149 = 250 kN/m ²
rekenwaarde maximale draagkracht	R_d	=	300 kN/m

**Voorbeeldberekening - poer****Uitgangspunten berekeningen poer**

breedte	B	=	1,20 m
lengte	L	=	1,20 m
dikte	d	=	0,20 m
gronddekking	t	=	0,40 m

Beschrijving berekeningen

Voor de berekening van de draagkracht is aangenomen dat er binnen het invloedsgebied van de fundering geen sprake is van bodemlagen waarin als gevolg van de belasting, wateroverspanningen aanwezig zijn. Met andere woorden er is sprake van een zogenaamde "gedraineerde situatie".

In het voorbeeld wordt de navolgende berekening uitgevoerd:

- gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau

$$R_d = \sigma'_{\max;d} \cdot A'$$

R_d : rekenwaarde weerstand tegen de belasting loodrecht op het funderingsoppervlak in kN

$\sigma'_{\max;d}$: rekenwaarde funderingsdruk op effectief funderingsoppervlak in kN/m²

A' : effectief funderingsoppervlak in m²

voor de gedraineerde toestand

$$\sigma'_{\max;d} = \underbrace{c'_{\text{gem;d}} N_c s_c i_c b_c \lambda_c}_{\text{bijdrage cohesie}} + \underbrace{\sigma'_{v;z;0;d} N_q s_q i_q b_q \lambda_q}_{\text{bijdrage gronddekking}} + \underbrace{0,5 \gamma'_{\text{gem;d}} b' N_\gamma s_\gamma i_\gamma b_\gamma \lambda_\gamma}_{\text{bijdrage gewicht bodem waarop wordt aangelegd}}$$

$$A' = b' \cdot l'$$

Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau**Tussenresultaten**

effectieve breedte	b'	=	1,20 m
effectieve lengte	l'	=	1,20 m
effectieve funderingsoppervlak	A'	=	1,44 m ²

effectieve hoek van inwendige wrijving	ϕ'_k	=	32,5 °
invloedsdiepte conform tabel 6.a	z_e	=	2,1 m
gewogen effectieve cohesie	$c'_{\text{gem;d}}$	=	0,0 kPa
verticale korrelspanning aanlegniveau	$\sigma'_{v;z;0;d}$	=	6,2 kN/m ² (bij t = 0,40 m)
gewogen effectief volumiek gewicht	$\gamma'_{\text{gem;d}}$	=	14,5 kN/m ³
rekenwaarde effectieve wrijvingshoek	$\phi'_{\text{gem;d}}$	=	29,0 °

draagkrachtfactoren	$N_c = 27,8$	$N_q = 16,4$	$N_\gamma = 17,1$
vormfactoren	$s_c = 1,5$	$s_q = 1,5$	$s_\gamma = 0,7$
factor helling aanlegniveau	$b_c = 1,0$	$b_q = 1,0$	$b_\gamma = 1,0$
factor helling maaiveld	$\lambda_c = 1,0$	$\lambda_q = 1,0$	$\lambda_\gamma = 1,0$

Resultaten (gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau)

funderingsdruk	$\sigma'_{\max;d}$	=	0 + 150 + 104 = 254 kN/m ²
rekenwaarde maximale draagkracht	R_d	=	366 kN



Toelichting

Toelichting bodemopbouw en grondparameters

subscript, k	: representatieve / karakteristieke waarde	
subscript, d	: rekenwaarde (design)	
volumiek gewicht bij natuurlijk vochtgehalte	: γ	[par. 2.4]
verzadigd volumiek gewicht	: γ_{sat}	[par. 2.4]
effectieve hoek van inwendige wrijving	: ϕ'	
cohesie	: c'	[par. 2.4]
ongedraineerde schuifsterkte	: c_u	
primaire samendrukkingsindex	: C_c	[par. 2.4]
secundaire samendrukkingsindex	: C_α	[par. 2.4]
poriëngetal	: e	[par. 2.4]
dikte laag, j	: d_j	[par. 2.4]

Partiële factoren voor grondparameters

voor de hoek van inwendige wrijving ($\tan \phi'$)	: γ_ϕ	[A.3.2, tabel A.4a]
voor volumiek gewicht	: γ_γ	[A.3.2, tabel A.4a]
voor de effectieve cohesie	: $\gamma_{c'}$	[A.3.2, tabel A.4a]

Toelichting berekening weerstand

rekenwaarde maximale draagkracht	: $R_d = \sigma'_{\text{max}} * A'$	[par. 6.5]
maximale funderingsdruk	: $\sigma'_{\text{max}} = c'_{\text{gem}} N_c s_c i_c b_c \lambda_c + \sigma'_{v,z} N_q s_q i_q b_q \lambda_q + 0,5 \gamma'_{\text{gem}} b' N_\gamma s_\gamma i_\gamma b_\gamma \lambda_\gamma$	[par. 6.5]
effectief funderingsoppervlak	: $A' = b' * l'$	
effectieve breedte	: b'	
effectieve lengte	: l'	
gewogen effectieve cohesie	: c'_{gem}	
verticale korrelspanning aanlegniveau	: $\sigma'_{v,z}$	
gewogen effectief volumiek gewicht	: γ'_{gem}	
draagkrachtfactoren	: $N_c; N_q; N_\gamma$	
vormfactoren	: $s_c; s_q; s_\gamma$	
factor helling belasting	: $i_c; i_q; i_\gamma$	
factor helling maaiveld	: $\lambda_c; \lambda_q; \lambda_\gamma$	
factor helling aanlegniveau	: $b_c; b_q; b_\gamma$	

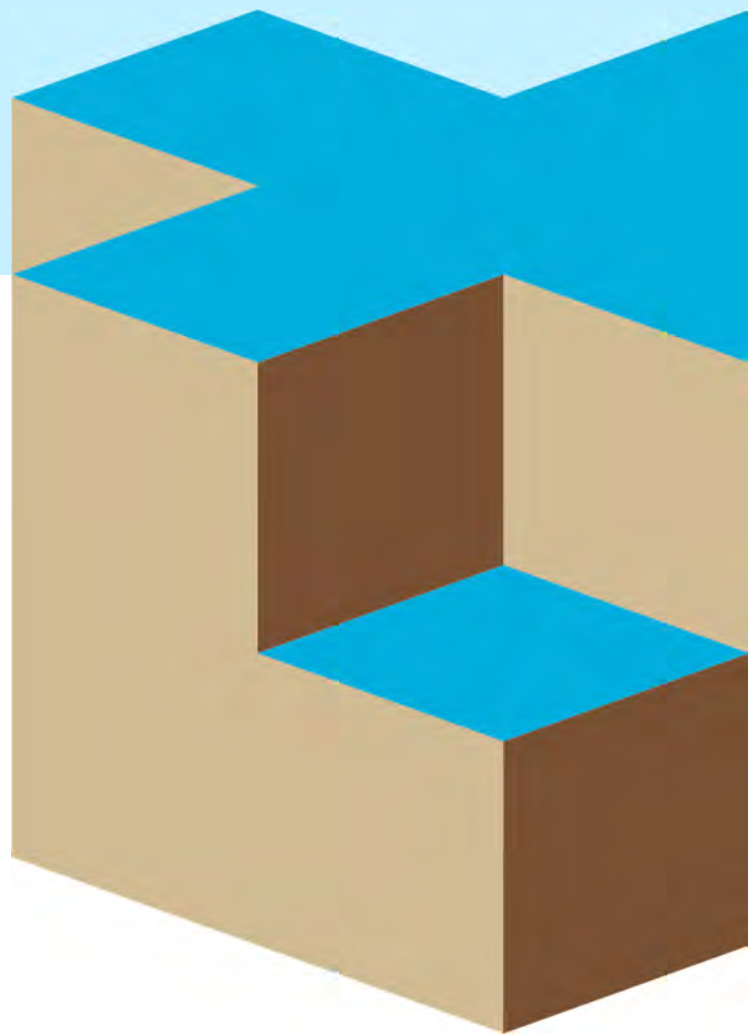
Toelichting berekening zetting

totale zetting	: $s = s_1 + s_2$	[par. 6.6.2]
primaire zetting	: $s_1 = \sum C_c / (1+e) * d_j * \log((\sigma'_{v,z;0} + \Delta \sigma'_{v,z}) / \sigma'_{v,z;0})$	[par. 6.6.2]
secundaire zetting	: $s_2 = \sum C_\alpha * d_j * \log(t_\infty / t_1)$	[par. 6.6.2]

Bron

Eurocode 7-1 (NEN 9997 - 1 + C2 : 2017)

BIJLAGE F3





Opdracht : 02P016410

ST7-01

Omschrijving : 54 woningen aan de Katoenstraat te Deurne - woningen aanlegniveau NAP +24,80 m

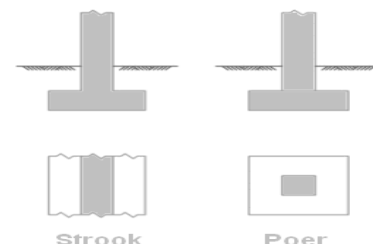
Uitgangspunten berekening fundering op staal

Belastingen

Verticaal, centrisch

Constructie fundering

Funderingstype : stroken en poeren
Funderingsafmetingen : zie rekentabellen
Aanlegniveau fundering : 24,80 m + NAP
Gronddekking : $t = 0,10 \text{ m}, 0,20 \text{ m}, 0,30 \text{ m}, 0,40 \text{ m}$



Grondwaterstand (aanname)

Voor berekening draagkracht : 24,00 m + NAP
Voor berekening zetting : 20,00 m + NAP

Bodemopbouw en grondparameters

Laag nr.	Grondsoort	Onderzijde laag [m tov NAP]	Laagdikte [m]	γ_k [kN/m ³]	$\gamma_{\text{sat};k}$ [kN/m ³]	ϕ_k [°]	c'_k [kN/m ²]	$c_{u;k}$ [kN/m ²]	$C_{c;k}$ [-]
1	zand	24,80	0,40	17,0	19,0	30,0	0,00	0,00	0,03
2	zand	23,10	1,70	18,0	20,0	32,5	0,00	0,00	0,01
3	leem	23,00	0,10	19,0	19,0	27,5	0,00	0,00	0,14
4	zand	20,80	2,20	18,0	20,0	32,5	0,00	0,00	0,01
5	leem	19,50	1,30	19,0	19,0	27,5	0,00	0,00	0,14
6	zand	--	--	18,0	20,0	32,5	0,00	0,00	0,01

Voor de berekening van de draagkracht is aangenomen dat er binnen het invloedsgebied van de fundering geen sprake is van bodemlagen waarin als gevolg van de belasting, wateroverspanningen aanwezig zijn. Met andere woorden er is sprake van een zogenaamde "gedraineerde situatie".

Partiële factoren voor grondparameters

$$\gamma_{\phi'} = 1,15$$

$$\gamma_{\gamma} = 1,10$$

$$\gamma_{c'} = 1,60$$



Opdracht : 02P016410

ST7-02

Omschrijving : 54 woningen aan de Katoenstraat te Deurne - woningen aanlegniveau NAP +24,80 m

Uitgangspunten berekening fundering op staal

Berekening draagkracht

De draagkracht van de ondergrond wordt berekend op basis van evenwichtsvergelijkingen.

De van toepassing zijnde evenwichtsvergelijking, is afhankelijk van de bodemopbouw, de bodemeigenschappen en het al dan niet aanwezig zijn van wateroverspanningen binnen de invloedsdiepte van de fundering.

Onder de gegeven uitgangspunten geldt dat de volgende evenwichtsvergelijking van toepassing is.

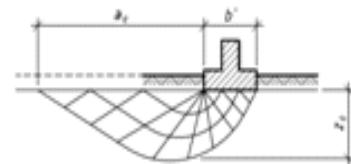
1) Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau (i)

In dit geval is gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau maatgevend.

**Resultaten berekening fundering op staal****Draagkracht volgens gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau**

Tussen het aanlegniveau en de invloedsdiepte van de fundering bevinden zich bodemlagen met relatief beperkte inwendige wrijvingshoekverschillen ($\phi_{\max} - \phi_{\min} \leq 6^\circ$).

Aangenomen dat er geen sprake is van bodemlagen met wateroverspanningen, is de draagkracht berekend op basis van de gedraineerde evenwichtsvergelijking (i).



Strookafmeting B [m]	Maximale funderingsdruk aanlegniveau $\sigma'_{\max;d}$ [kN/m ²]				Draagkracht op aanlegniveau R_d [kN/m]			
	t : 0,1 m	0,2 m	0,3 m	0,4 m	t : 0,1 m	0,2 m	0,3 m	0,4 m
0,40	81	107	132	157	33	43	53	63
0,50	95	120	146	171	48	60	73	86
0,60	107	132	158	183	64	79	95	110
0,70	117	143	168	193	82	100	118	135
0,80	127	152	178	203	102	122	142	162
0,90	136	161	187	212	122	145	168	191
1,00	145	170	195	221	145	170	195	221
1,10	152	177	202	228	167	195	223	250
1,20	159	184	210	235	191	221	251	282 *

* voor deze situatie is een voorbeeldberekening toegevoegd.

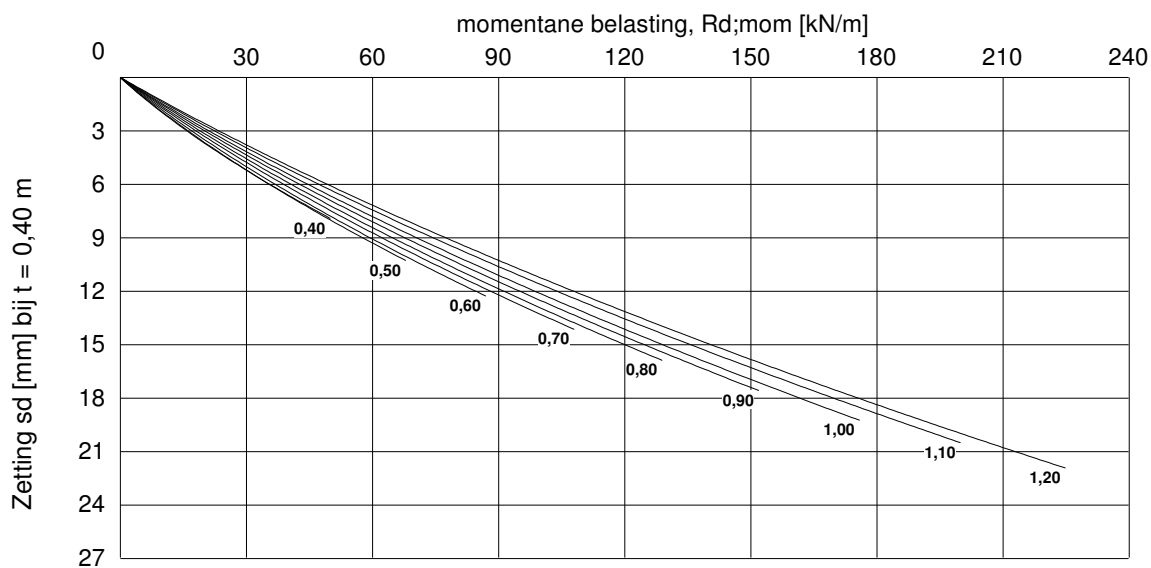
Poerafmeting B * L [m * m]	Maximale funderingsdruk aanlegniveau $\sigma'_{\max;d}$ [kN/m ²]				Draagkracht op aanlegniveau R_d [kN]			
	t : 0,1 m	0,2 m	0,3 m	0,4 m	t : 0,1 m	0,2 m	0,3 m	0,4 m
0,40 * 0,40	77	114	152	190	12	18	24	30
0,50 * 0,50	86	124	162	199	22	31	40	50
0,60 * 0,60	95	132	170	208	34	48	61	75
0,70 * 0,70	102	140	177	215	50	68	87	105
0,80 * 0,80	109	146	184	222	70	94	118	142
0,90 * 0,90	115	153	190	228	93	124	154	185
1,00 * 1,00	121	159	196	234	121	159	196	234
1,10 * 1,10	126	164	201	239	153	198	243	289
1,20 * 1,20	131	169	206	243	189	243	296	350 *

* voor deze situatie is een voorbeeldberekening toegevoegd.



Resultaten berekening fundering op staal

Zetting stroken



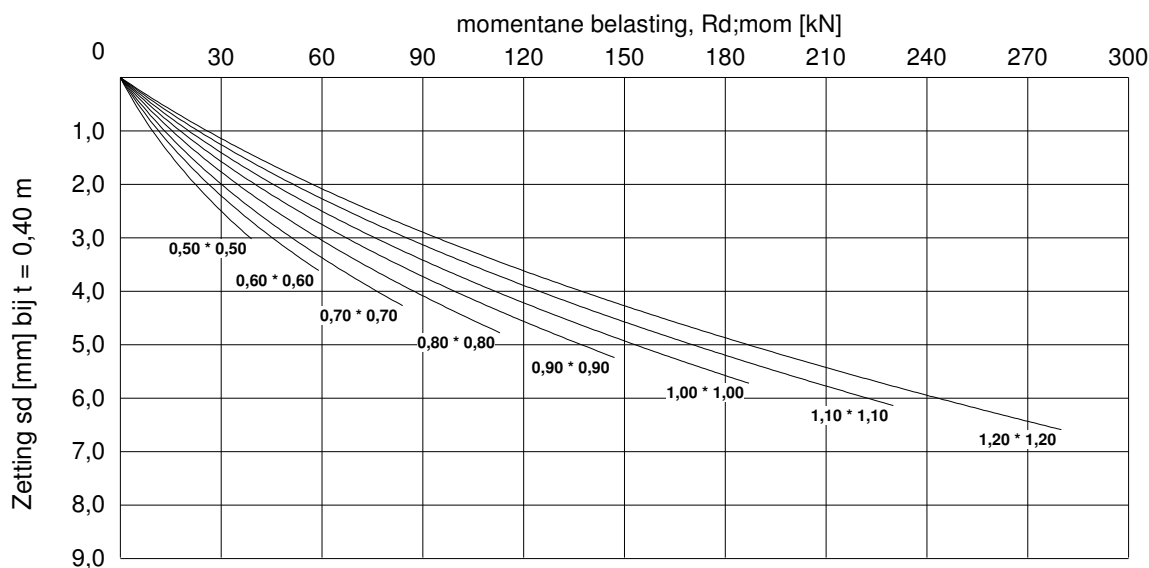
Beddingscoëfficiënt stroken

Strookafmeting B [m]	Beddingscoëfficiënt bij t = 0,1 m [kN/m ³]		Beddingscoëfficiënt bij t = 0,2 m [kN/m ³]		Beddingscoëfficiënt bij t = 0,3 m [kN/m ³]		Beddingscoëfficiënt bij t = 0,4 m [kN/m ³]	
	$k_{v,rep;stat}$	$k_{v,d;stat}$	$k_{v,rep;stat}$	$k_{v,d;stat}$	$k_{v,rep;stat}$	$k_{v,d;stat}$	$k_{v,rep;stat}$	$k_{v,d;stat}$
0,40	15000	12000	16000	12000	17000	13000	12000	9000
0,50	14000	11000	10000	8000	10000	8000	10000	8000
0,60	9000	7000	8000	6000	9000	7000	9000	7000
0,70	8000	6000	8000	6000	8000	6000	8000	6000
0,80	7000	5000	7000	6000	7000	6000	8000	6000
0,90	7000	5000	7000	5000	7000	5000	7000	5000
1,00	6000	5000	7000	5000	7000	5000	7000	5000
1,10	6000	5000	6000	5000	6000	5000	7000	5000
1,20	6000	4500	6000	4500	6000	5000	6000	5000



Resultaten berekening fundering op staal

Zetting poeren



Beddingscoëfficiënt poeren

Poerafmeting B * L [m * m]	Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,1$ m [kN/m ³]		Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,2$ m [kN/m ³]		Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,3$ m [kN/m ³]		Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,4$ m [kN/m ³]	
	$k_{V,rep;stat}$	$k_{V;d;stat}$	$k_{V,rep;stat}$	$k_{V;d;stat}$	$k_{V,rep;stat}$	$k_{V;d;stat}$	$k_{V,rep;stat}$	$k_{V;d;stat}$
0,40 * 0,40	45000	34000	48000	37000	45000	35000	46000	35000
0,50 * 0,50	33000	25000	35000	27000	36000	28000	38000	30000
0,60 * 0,60	28000	22000	30000	23000	32000	24000	34000	26000
0,70 * 0,70	25000	19000	27000	21000	28000	22000	30000	23000
0,80 * 0,80	23000	18000	24000	19000	26000	20000	27000	21000
0,90 * 0,90	21000	16000	23000	17000	24000	19000	26000	20000
1,00 * 1,00	20000	15000	21000	16000	23000	18000	24000	19000
1,10 * 1,10	19000	15000	20000	16000	22000	17000	23000	18000
1,20 * 1,20	18000	14000	19000	15000	21000	16000	22000	17000

**Voorbeeldberekening - strook****Uitgangspunten berekeningen strook**

breedte	B	=	1,20 m
dikte	d	=	0,20 m
gronddekking	t	=	0,40 m

Beschrijving berekeningen

Voor de berekening van de draagkracht is aangenomen dat er binnen het invloedsgebied van de fundering geen sprake is van bodemlagen waarin als gevolg van de belasting, wateroverspanningen aanwezig zijn. Met andere woorden er is sprake van een zogenaamde "gedraineerde situatie".

In het voorbeeld wordt de navolgende berekening uitgevoerd:

- gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau

$$R_d = \sigma'_{\max;d} \cdot A'$$

R_d : rekenwaarde weerstand tegen de belasting loodrecht op het funderingsoppervlak in kN

$\sigma'_{\max;d}$: rekenwaarde funderingsdruk op effectief funderingsoppervlak in kN/m²

A' : effectief funderingsoppervlak in m²

voor de gedraineerde toestand

$$\sigma'_{\max;d} = \underbrace{c'_{\text{gem;d}} N_c s_c i_c b_c \lambda_c}_{\text{bijdrage cohesie}} + \underbrace{\sigma'_{v;z;d} N_q s_q i_q b_q \lambda_q}_{\text{bijdrage gronddekking}} + \underbrace{0,5 \gamma'_{\text{gem;d}} b' N_\gamma s_\gamma i_\gamma b_\gamma \lambda_\gamma}_{\text{bijdrage gewicht bodem waarop wordt aangelegd}}$$

$$A' = b' \cdot l'$$

Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau**Tussenresultaten**

effectieve breedte	b'	=	1,20 m
effectieve lengte	l'	=	1,00 m
effectieve funderingsoppervlak	A'	=	1,20 m ²

effectieve hoek van inwendige wrijving	ϕ'_k	=	32,4 °
invloedsdiepte conform tabel 6.a	z_e	=	2,1 m
gewogen effectieve cohesie	$c'_{\text{gem;d}}$	=	0,0 kPa
verticale korrelspanning aanlegniveau	$\sigma'_{v;z;0;d}$	=	6,2 kN/m ² (bij t = 0,40 m)
gewogen effectief volumiek gewicht	$\gamma'_{\text{gem;d}}$	=	13,2 kN/m ³
rekenwaarde effectieve wrijvingshoek	$\phi'_{\text{gem;d}}$	=	28,9 °

draagkrachtfactoren	$N_c = 27,7$	$N_q = 16,3$	$N_\gamma = 16,9$
vormfactoren	$s_c = 1,0$	$s_q = 1,0$	$s_\gamma = 1,0$
factor helling aanlegniveau	$b_c = 1,0$	$b_q = 1,0$	$b_\gamma = 1,0$
factor helling maaiveld	$\lambda_c = 1,0$	$\lambda_q = 1,0$	$\lambda_\gamma = 1,0$

Resultaten (gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau)

funderingsdruk	$\sigma'_{\max;d}$	=	0 + 101 + 134 = 235 kN/m ²
rekenwaarde maximale draagkracht	R_d	=	282 kN/m

**Voorbeeldberekening - poer****Uitgangspunten berekeningen poer**

breedte	B	=	1,20 m
lengte	L	=	1,20 m
dikte	d	=	0,20 m
gronddekking	t	=	0,40 m

Beschrijving berekeningen

Voor de berekening van de draagkracht is aangenomen dat er binnen het invloedsgebied van de fundering geen sprake is van bodemlagen waarin als gevolg van de belasting, wateroverspanningen aanwezig zijn. Met andere woorden er is sprake van een zogenaamde "gedraineerde situatie".

In het voorbeeld wordt de navolgende berekening uitgevoerd:

- gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau

$$R_d = \sigma'_{\max;d} \cdot A'$$

R_d : rekenwaarde weerstand tegen de belasting loodrecht op het funderingsoppervlak in kN

$\sigma'_{\max;d}$: rekenwaarde funderingsdruk op effectief funderingsoppervlak in kN/m²

A' : effectief funderingsoppervlak in m²

voor de gedraineerde toestand

$$\sigma'_{\max;d} = \underbrace{c'_{\text{gem;d}} N_c s_c i_c b_c \lambda_c}_{\text{bijdrage cohesie}} + \underbrace{\sigma'_{v;z;0;d} N_q s_q i_q b_q \lambda_q}_{\text{bijdrage gronddekking}} + \underbrace{0,5 \gamma'_{\text{gem;d}} b' N_\gamma s_\gamma i_\gamma b_\gamma \lambda_\gamma}_{\text{bijdrage gewicht bodem waarop wordt aangelegd}}$$

$$A' = b' \cdot l'$$

Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau**Tussenresultaten**

effectieve breedte	b'	=	1,20 m
effectieve lengte	l'	=	1,20 m
effectieve funderingsoppervlak	A'	=	1,44 m ²

effectieve hoek van inwendige wrijving	ϕ'_k	=	32,4 °
invloedsdiepte conform tabel 6.a	z_e	=	2,1 m
gewogen effectieve cohesie	$c'_{\text{gem;d}}$	=	0,0 kPa
verticale korrelspanning aanlegniveau	$\sigma'_{v;z;0;d}$	=	6,2 kN/m ² (bij t = 0,40 m)
gewogen effectief volumiek gewicht	$\gamma'_{\text{gem;d}}$	=	13,2 kN/m ³
rekenwaarde effectieve wrijvingshoek	$\phi'_{\text{gem;d}}$	=	28,9 °

draagkrachtfactoren	$N_c = 27,7$	$N_q = 16,3$	$N_\gamma = 16,9$
vormfactoren	$s_c = 1,5$	$s_q = 1,5$	$s_\gamma = 0,7$
factor helling aanlegniveau	$b_c = 1,0$	$b_q = 1,0$	$b_\gamma = 1,0$
factor helling maaiveld	$\lambda_c = 1,0$	$\lambda_q = 1,0$	$\lambda_\gamma = 1,0$

Resultaten (gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau)

funderingsdruk	$\sigma'_{\max;d}$	=	0 + 149 + 94 = 243 kN/m ²
rekenwaarde maximale draagkracht	R_d	=	350 kN



Toelichting

Toelichting bodemopbouw en grondparameters

subscript, k	: representatieve / karakteristieke waarde	
subscript, d	: rekenwaarde (design)	
volumiek gewicht bij natuurlijk vochtgehalte	: γ	[par. 2.4]
verzadigd volumiek gewicht	: γ_{sat}	[par. 2.4]
effectieve hoek van inwendige wrijving	: ϕ'	
cohesie	: c'	[par. 2.4]
ongedraineerde schuifsterkte	: c_u	
primaire samendrukkingsindex	: C_c	[par. 2.4]
secundaire samendrukkingsindex	: C_α	[par. 2.4]
poriëngetal	: e	[par. 2.4]
dikte laag, j	: d_j	[par. 2.4]

Partiële factoren voor grondparameters

[par. 1.6]

voor de hoek van inwendige wrijving ($\tan \phi'$)	: γ_ϕ	[A.3.2, tabel A.4a]
voor volumiek gewicht	: γ_γ	[A.3.2, tabel A.4a]
voor de effectieve cohesie	: $\gamma_{c'}$	[A.3.2, tabel A.4a]

Toelichting berekening weerstand

rekenwaarde maximale draagkracht	: $R_d = \sigma'_{\text{max}} * A'$	[par. 6.5]
maximale funderingsdruk	: $\sigma'_{\text{max}} = c'_{\text{gem}} N_c s_c i_c b_c \lambda_c + \sigma'_{v;z} N_q s_q i_q b_q \lambda_q + 0,5 \gamma'_{\text{gem}} b' N_\gamma s_\gamma i_\gamma b_\gamma \lambda_\gamma$	[par. 6.5]
effectief funderingsoppervlak	: $A' = b' * l'$	
effectieve breedte	: b'	
effectieve lengte	: l'	
gewogen effectieve cohesie	: c'_{gem}	
verticale korrelspanning aanlegniveau	: $\sigma'_{v;z}$	
gewogen effectief volumiek gewicht	: γ'_{gem}	
draagkrachtfactoren	: $N_c; N_q; N_\gamma$	
vormfactoren	: $s_c; s_q; s_\gamma$	
factor helling belasting	: $i_c; i_q; i_\gamma$	
factor helling maaiveld	: $\lambda_c; \lambda_q; \lambda_\gamma$	
factor helling aanlegniveau	: $b_c; b_q; b_\gamma$	

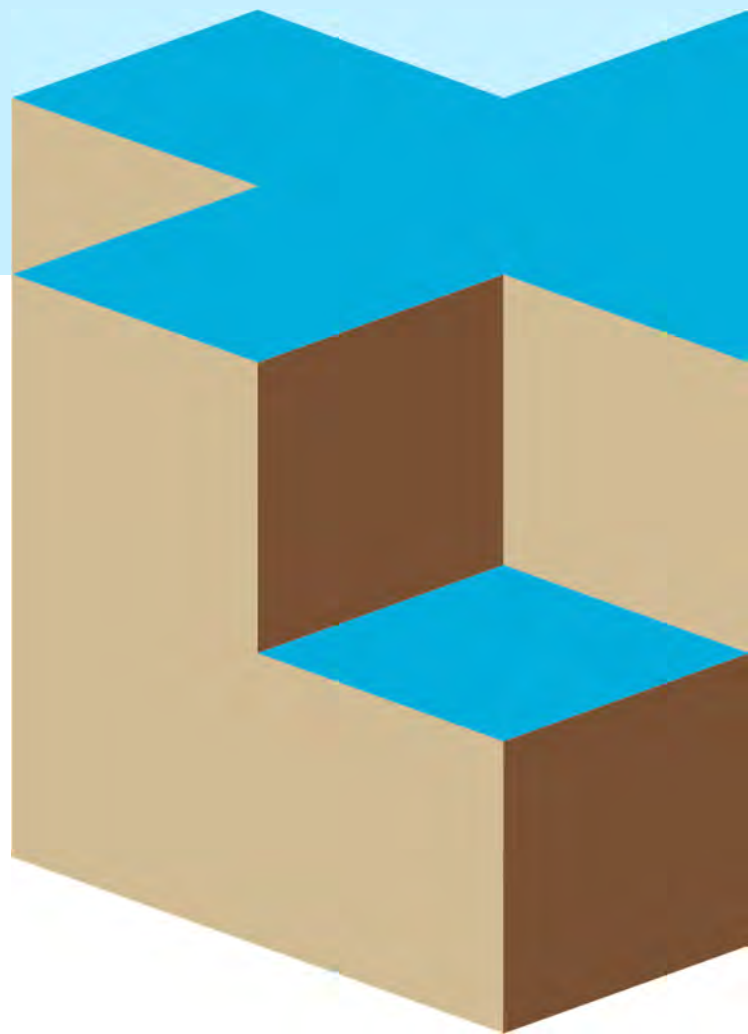
Toelichting berekening zetting

totale zetting	: $s = s_1 + s_2$	[par. 6.6.2]
primaire zetting	: $s_1 = \sum C_c / (1+e) * d_j * \log((\sigma'_{v;z;0} + \Delta \sigma'_{v;z}) / \sigma'_{v;z;0})$	[par. 6.6.2]
secundaire zetting	: $s_2 = \sum C_\alpha * d_j * \log(t_\infty / t_1)$	[par. 6.6.2]

Bron

Eurocode 7-1 (NEN 9997 - 1 + C2 : 2017)

BIJLAGE F4





Opdracht : 02P016410

ST7-01

Omschrijving : 54 woningen aan de Katoenstraat te Deurne - woningen aanlegniveau NAP +24,60 m

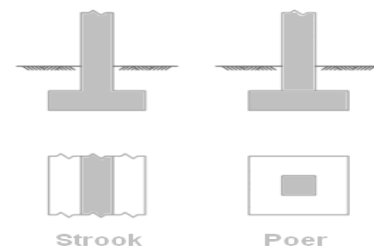
Uitgangspunten berekening fundering op staal

Belastingen

Verticaal, centrisch

Constructie fundering

Funderingstype : stroken en poeren
Funderingsafmetingen : zie reketabellen
Aanlegniveau fundering : 24,60 m + NAP
Gronddekking : $t = 0,10 \text{ m}, 0,20 \text{ m}, 0,30 \text{ m}, 0,40 \text{ m}$



Grondwaterstand (aanname)

Voor berekening draagkracht : 24,00 m + NAP
Voor berekening zetting : 20,00 m + NAP

Bodemopbouw en grondparameters

Laag nr.	Grondsoort	Onderzijde laag [m tov NAP]	Laagdikte [m]	γ_k [kN/m ³]	$\gamma_{\text{sat};k}$ [kN/m ³]	ϕ_k [°]	c'_k [kN/m ²]	$c_{u;k}$ [kN/m ²]	$C_{c;k}$ [-]
1	zand	24,60	0,40	17,0	19,0	30,0	0,00	0,00	0,03
2	zand	23,40	1,20	18,0	20,0	32,5	0,00	0,00	0,01
3	leem	23,20	0,20	19,0	19,0	27,5	0,00	0,00	0,14
4	zand	20,80	2,40	18,0	20,0	32,5	0,00	0,00	0,01
5	leem	19,70	1,10	19,0	19,0	27,5	0,00	0,00	0,14
6	zand	--	--	18,0	20,0	32,5	0,00	0,00	0,01

Voor de berekening van de draagkracht is aangenomen dat er binnen het invloedsgebied van de fundering geen sprake is van bodemlagen waarin als gevolg van de belasting, wateroverspanningen aanwezig zijn. Met andere woorden er is sprake van een zogenaamde "gedraineerde situatie".

Partiële factoren voor grondparameters

$$\gamma_{\phi'} = 1,15$$

$$\gamma_{\gamma} = 1,10$$

$$\gamma_{c'} = 1,60$$



Opdracht : 02P016410

ST7-02

Omschrijving : 54 woningen aan de Katoenstraat te Deurne - woningen aanlegniveau NAP +24,60 m

Uitgangspunten berekening fundering op staal

Berekening draagkracht

De draagkracht van de ondergrond wordt berekend op basis van evenwichtsvergelijkingen.

De van toepassing zijnde evenwichtsvergelijking, is afhankelijk van de bodemopbouw, de bodemeigenschappen en het al dan niet aanwezig zijn van wateroverspanningen binnen de invloedsdiepte van de fundering.

Onder de gegeven uitgangspunten geldt dat de volgende evenwichtsvergelijking van toepassing is.

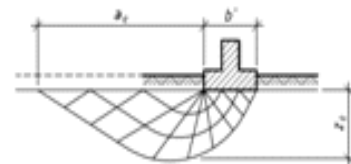
1) Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau (i)

In dit geval is gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau maatgevend.

**Resultaten berekening fundering op staal****Draagkracht volgens gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau**

Tussen het aanlegniveau en de invloedsdiepte van de fundering bevinden zich bodemlagen met relatief beperkte inwendige wrijvingshoekverschillen ($\phi_{\max} - \phi_{\min} \leq 6^\circ$).

Aangenomen dat er geen sprake is van bodemlagen met wateroverspanningen, is de draagkracht berekend op basis van de gedraineerde evenwichtsvergelijking (i).



Strookafmeting B [m]	Maximale funderingsdruk aanlegniveau $\sigma'_{\max;d}$ [kN/m ²]				Draagkracht op aanlegniveau R_d [kN/m]			
	t : 0,1 m	0,2 m	0,3 m	0,4 m	t : 0,1 m	0,2 m	0,3 m	0,4 m
0,40	81	106	131	157	32	42	53	63
0,50	92	117	143	168	46	59	71	84
0,60	102	127	152	178	61	76	91	107
0,70	111	136	161	187	77	95	113	131
0,80	117	142	168	193	94	114	134	154
0,90	123	148	173	198	111	133	156	178
1,00	130	154	179	203	130	154	179	203
1,10	136	161	185	210	150	177	204	231
1,20	143	167	192	216	171	201	230	259 *

* voor deze situatie is een voorbeeldberekening toegevoegd.

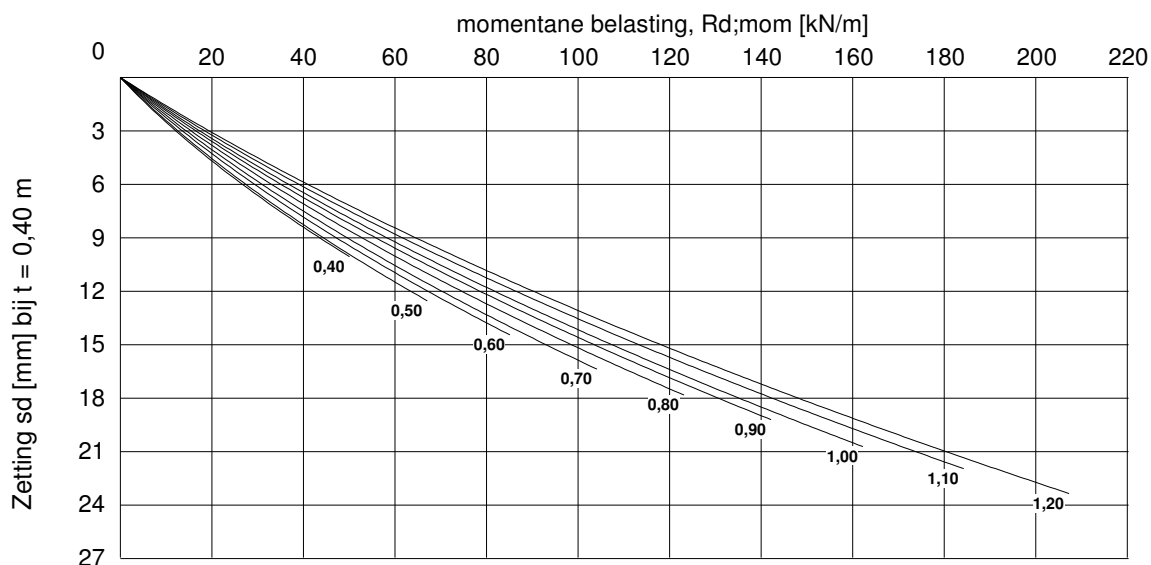
Poerafmeting B * L [m * m]	Maximale funderingsdruk aanlegniveau $\sigma'_{\max;d}$ [kN/m ²]				Draagkracht op aanlegniveau R_d [kN]			
	t : 0,1 m	0,2 m	0,3 m	0,4 m	t : 0,1 m	0,2 m	0,3 m	0,4 m
0,40 * 0,40	76	114	152	189	12	18	24	30
0,50 * 0,50	84	122	160	197	21	30	40	49
0,60 * 0,60	91	129	166	204	33	46	60	73
0,70 * 0,70	97	135	173	210	48	66	85	103
0,80 * 0,80	102	139	176	214	65	89	113	137
0,90 * 0,90	106	142	179	216	86	115	145	175
1,00 * 1,00	110	146	183	219	110	146	183	219
1,10 * 1,10	114	151	187	223	138	182	226	270
1,20 * 1,20	119	155	191	227	171	223	275	328 *

* voor deze situatie is een voorbeeldberekening toegevoegd.



Resultaten berekening fundering op staal

Zetting stroken



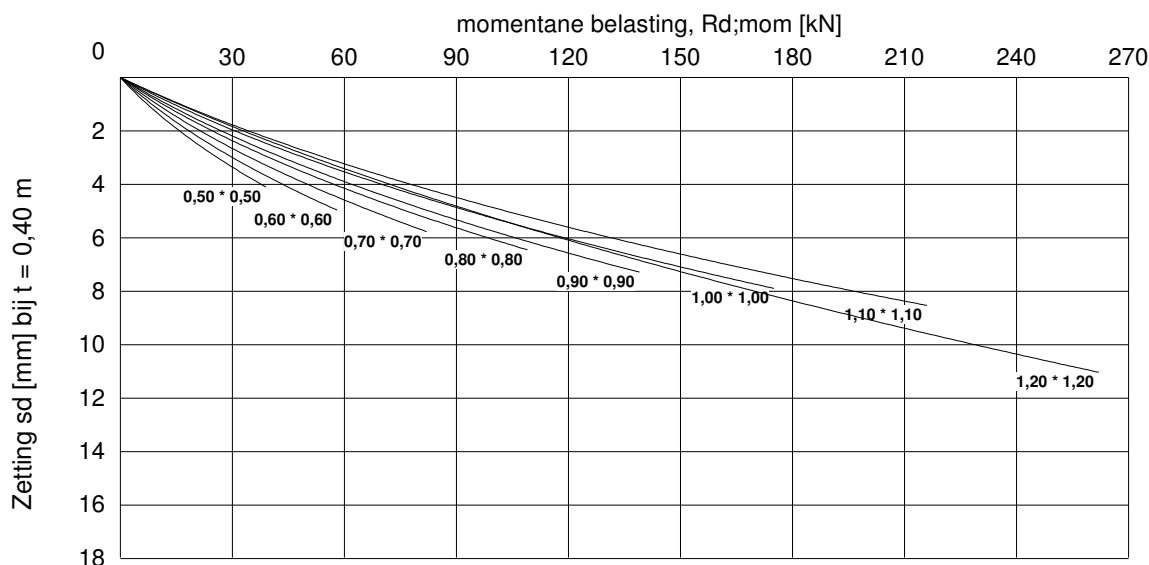
Beddingscoëfficiënt stroken

Strookafmeting B [m]	Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,1$ m [kN/m ³]		Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,2$ m [kN/m ³]		Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,3$ m [kN/m ³]		Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,4$ m [kN/m ³]	
	$k_{v,rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$	$k_{v,rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$	$k_{v,rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$	$k_{v,rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$
0,40	11000	9000	12000	9000	9000	7000	9000	7000
0,50	10000	8000	8000	6000	8000	6000	8000	6000
0,60	7000	5000	7000	5000	7000	5000	7000	6000
0,70	6000	5000	6000	5000	7000	5000	7000	5000
0,80	6000	4500	6000	4500	6000	5000	6000	5000
0,90	6000	4500	6000	4500	6000	4500	6000	4500
1,00	5000	4000	6000	4500	6000	4500	6000	4500
1,10	5000	4000	5000	4000	5000	4000	6000	4500
1,20	5000	4000	5000	4000	5000	4000	5000	4000



Resultaten berekening fundering op staal

Zetting poeren



Beddingscoëfficiënt poeren

Poerafmeting B * L [m * m]	Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,1$ m [kN/m ³]		Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,2$ m [kN/m ³]		Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,3$ m [kN/m ³]		Beddingscoëfficiënt bij $t = 0,4$ m [kN/m ³]	
	$k_{v,rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$	$k_{v,rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$	$k_{v,rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$	$k_{v,rep;stat}$	$k_{v;d;stat}$
0,40 * 0,40	32000	25000	32000	25000	34000	26000	36000	28000
0,50 * 0,50	24000	19000	26000	20000	27000	21000	28000	22000
0,60 * 0,60	21000	16000	22000	17000	23000	18000	24000	19000
0,70 * 0,70	18000	14000	19000	15000	20000	16000	21000	17000
0,80 * 0,80	16000	12000	17000	13000	19000	14000	20000	15000
0,90 * 0,90	15000	11000	16000	12000	17000	13000	17000	13000
1,00 * 1,00	14000	11000	15000	11000	16000	12000	16000	13000
1,10 * 1,10	13000	10000	14000	11000	15000	11000	15000	12000
1,20 * 1,20	12000	9000	13000	10000	14000	11000	12000	9000

**Voorbeeldberekening - strook****Uitgangspunten berekeningen strook**

breedte	B	=	1,20 m
dikte	d	=	0,20 m
gronddekking	t	=	0,40 m

Beschrijving berekeningen

Voor de berekening van de draagkracht is aangenomen dat er binnen het invloedsgebied van de fundering geen sprake is van bodemlagen waarin als gevolg van de belasting, wateroverspanningen aanwezig zijn. Met andere woorden er is sprake van een zogenaamde "gedraineerde situatie".

In het voorbeeld wordt de navolgende berekening uitgevoerd:

- gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau

$$R_d = \sigma'_{\max;d} \cdot A'$$

R_d : rekenwaarde weerstand tegen de belasting loodrecht op het funderingsoppervlak in kN

$\sigma'_{\max;d}$: rekenwaarde funderingsdruk op effectief funderingsoppervlak in kN/m²

A' : effectief funderingsoppervlak in m²

voor de gedraineerde toestand

$$\sigma'_{\max;d} = \underbrace{c'_{\text{gem;d}} N_c s_c i_c b_c \lambda_c}_{\text{bijdrage cohesie}} + \underbrace{\sigma'_{v,z;d} N_q s_q i_q b_q \lambda_q}_{\text{bijdrage gronddekking}} + \underbrace{0,5 \gamma'_{\text{gem;d}} b' N_\gamma s_\gamma i_\gamma b_\gamma \lambda_\gamma}_{\text{bijdrage gewicht bodem waarop wordt aangelegd}}$$

$$A' = b' \cdot l'$$

Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau**Tussenresultaten**

effectieve breedte	b'	=	1,20 m
effectieve lengte	l'	=	1,00 m
effectieve funderingsoppervlak	A'	=	1,20 m ²

effectieve hoek van inwendige wrijving	ϕ'_k	=	32,1 °
invloedsdiepte conform tabel 6.a	z_e	=	2,1 m
gewogen effectieve cohesie	$c'_{\text{gem;d}}$	=	0,0 kPa
verticale korrelspanning aanlegniveau	$\sigma'_{v,z;0;d}$	=	6,2 kN/m ² (bij t = 0,40 m)
gewogen effectief volumiek gewicht	$\gamma'_{\text{gem;d}}$	=	12,2 kN/m ³
rekenwaarde effectieve wrijvingshoek	$\phi'_{\text{gem;d}}$	=	28,7 °

draagkrachtfactoren	$N_c = 27,1$	$N_q = 15,8$	$N_\gamma = 16,2$
vormfactoren	$s_c = 1,0$	$s_q = 1,0$	$s_\gamma = 1,0$
factor helling aanlegniveau	$b_c = 1,0$	$b_q = 1,0$	$b_\gamma = 1,0$
factor helling maaiveld	$\lambda_c = 1,0$	$\lambda_q = 1,0$	$\lambda_\gamma = 1,0$

Resultaten (gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau)

funderingsdruk	$\sigma'_{\max;d}$	=	0 + 98 + 118 = 216 kN/m ²
rekenwaarde maximale draagkracht	R_d	=	259 kN/m

**Voorbeeldberekening - poer****Uitgangspunten berekeningen poer**

breedte	B	=	1,20 m
lengte	L	=	1,20 m
dikte	d	=	0,20 m
gronddekking	t	=	0,40 m

Beschrijving berekeningen

Voor de berekening van de draagkracht is aangenomen dat er binnen het invloedsgebied van de fundering geen sprake is van bodemlagen waarin als gevolg van de belasting, wateroverspanningen aanwezig zijn. Met andere woorden er is sprake van een zogenaamde "gedraineerde situatie".

In het voorbeeld wordt de navolgende berekening uitgevoerd:

- gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau

$$R_d = \sigma'_{\max;d} \cdot A'$$

R_d : rekenwaarde weerstand tegen de belasting loodrecht op het funderingsoppervlak in kN

$\sigma'_{\max;d}$: rekenwaarde funderingsdruk op effectief funderingsoppervlak in kN/m²

A' : effectief funderingsoppervlak in m²

voor de gedraineerde toestand

$$\sigma'_{\max;d} = c'_{\text{gem;d}} N_c s_c i_c b_c \lambda_c + \sigma'_{v;z;d} N_q s_q i_q b_q \lambda_q + 0,5 \gamma'_{\text{gem;d}} b' N_\gamma s_\gamma i_\gamma b_\gamma \lambda_\gamma$$

bijdrage cohesie bijdrage gronddekking bijdrage gewicht bodem waarop wordt aangelegd

$$A' = b' \cdot l'$$

Gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau**Tussenresultaten**

effectieve breedte	b'	=	1,20 m
effectieve lengte	l'	=	1,20 m
effectieve funderingsoppervlak	A'	=	1,44 m ²

effectieve hoek van inwendige wrijving	ϕ'_k	=	32,1 °
invloedsdiepte conform tabel 6.a	z_e	=	2,1 m
gewogen effectieve cohesie	$c'_{\text{gem;d}}$	=	0,0 kPa
verticale korrelspanning aanlegniveau	$\sigma'_{v;z;0;d}$	=	6,2 kN/m ² (bij t = 0,40 m)
gewogen effectief volumiek gewicht	$\gamma'_{\text{gem;d}}$	=	12,2 kN/m ³
rekenwaarde effectieve wrijvingshoek	$\phi'_{\text{gem;d}}$	=	28,7 °

draagkrachtfactoren	$N_c = 27,1$	$N_q = 15,8$	$N_\gamma = 16,2$
vormfactoren	$s_c = 1,5$	$s_q = 1,5$	$s_\gamma = 0,7$
factor helling aanlegniveau	$b_c = 1,0$	$b_q = 1,0$	$b_\gamma = 1,0$
factor helling maaiveld	$\lambda_c = 1,0$	$\lambda_q = 1,0$	$\lambda_\gamma = 1,0$

Resultaten (gedraineerde evenwichtsvergelijking toegepast op aanlegniveau)

funderingsdruk	$\sigma'_{\max;d}$	=	0 + 145 + 83 = 227 kN/m ²
rekenwaarde maximale draagkracht	R_d	=	328 kN



Toelichting

Toelichting bodemopbouw en grondparameters

subscript, k	: representatieve / karakteristieke waarde	
subscript, d	: rekenwaarde (design)	
volumiek gewicht bij natuurlijk vochtgehalte	: γ	[par. 2.4]
verzadigd volumiek gewicht	: γ_{sat}	[par. 2.4]
effectieve hoek van inwendige wrijving	: ϕ'	
cohesie	: c'	[par. 2.4]
ongedraineerde schuifsterkte	: c_u	
primaire samendrukkingsindex	: C_c	[par. 2.4]
secundaire samendrukkingsindex	: C_α	[par. 2.4]
poriëngetal	: e	[par. 2.4]
dikte laag, j	: d_j	[par. 2.4]

Partiële factoren voor grondparameters

[par. 1.6]

voor de hoek van inwendige wrijving ($\tan \phi'$)	: γ_ϕ	[A.3.2, tabel A.4a]
voor volumiek gewicht	: γ_γ	[A.3.2, tabel A.4a]
voor de effectieve cohesie	: $\gamma_{c'}$	[A.3.2, tabel A.4a]

Toelichting berekening weerstand

rekenwaarde maximale draagkracht	: $R_d = \sigma'_{\text{max}} * A'$	[par. 6.5]
maximale funderingsdruk	: $\sigma'_{\text{max}} = c'_{\text{gem}} N_c s_c i_c b_c \lambda_c + \sigma'_{v,z} N_q s_q i_q b_q \lambda_q + 0,5 \gamma'_{\text{gem}} b' N_\gamma s_\gamma i_\gamma b_\gamma \lambda_\gamma$	[par. 6.5]
effectief funderingsoppervlak	: $A' = b' * l'$	
effectieve breedte	: b'	
effectieve lengte	: l'	
gewogen effectieve cohesie	: c'_{gem}	
verticale korrelspanning aanlegniveau	: $\sigma'_{v,z}$	
gewogen effectief volumiek gewicht	: γ'_{gem}	
draagkrachtfactoren	: $N_c; N_q; N_\gamma$	
vormfactoren	: $s_c; s_q; s_\gamma$	
factor helling belasting	: $i_c; i_q; i_\gamma$	
factor helling maaiveld	: $\lambda_c; \lambda_q; \lambda_\gamma$	
factor helling aanlegniveau	: $b_c; b_q; b_\gamma$	

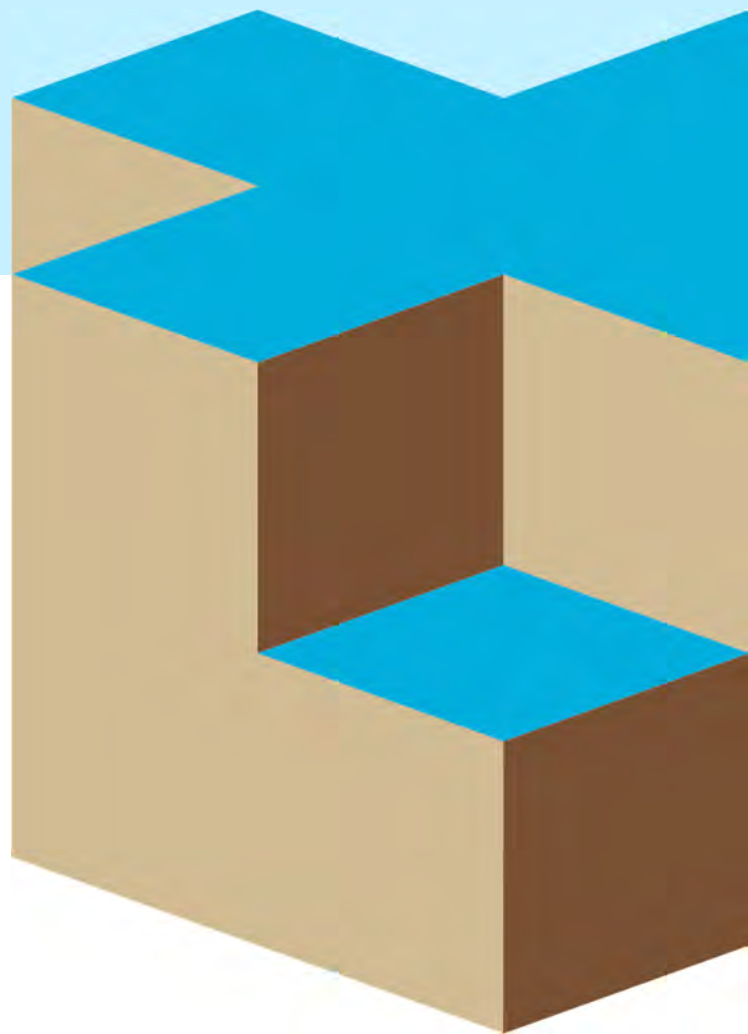
Toelichting berekening zetting

totale zetting	: $s = s_1 + s_2$	[par. 6.6.2]
primaire zetting	: $s_1 = \sum C_c / (1+e) * d_j * \log((\sigma'_{v,z;0} + \Delta \sigma'_{v,z}) / \sigma'_{v,z;0})$	[par. 6.6.2]
secundaire zetting	: $s_2 = \sum C_\alpha * d_j * \log(t_\infty / t_1)$	[par. 6.6.2]

Bron

Eurocode 7-1 (NEN 9997 - 1 + C2 : 2017)

BIJLAGE G





Controle uitgangspunten

Voorafgaand aan de uitvoering moet worden gecontroleerd:

- de relatie tussen: bouwpeil, maaiveldhoogte, ontgravingsniveaus, aanlegniveaus, gronddekking en grondwaterstand t.o.v. Ref/NAP,
- de afmetingen van de fundering en de gronddekking,
- de geschiktheid van het materiaal voor de grondverbetering,
- overige relevante uitgangspunten geotechnische rapportages.

Nabijgelegen bebouwing en infrastructuur

Nagegaan moet worden of de werkzaamheden (graven, verdichten en eventueel bemalen) met een aanvaardbaar minimaal risico voor nabij gelegen bebouwing en infrastructuur kunnen worden uitgevoerd. Voor wat betreft bebouwing is hiervoor informatie noodzakelijk omtrent de constructieve opbouw, de funderingswijze en de bouwkundige staat. Bij negatieve effecten kan het nodig zijn om de uitvoeringswijze of de funderingswijze aan te passen. Zo nodig kan de omgeving voor wat betreft deformaties en trillingen worden gemonitord.

Werkterrein/bouwput

- De ligging van kabels en leidingen dient in beeld te zijn gebracht.
- De ondergrond dient vrij te zijn van obstakels en verstoringen die van invloed kunnen zijn op het graafwerk en het aanbrengen van een grondverbetering.
- Eventuele taluds dienen voldoende flauw te worden ontgraven.
- Voor verdere aanwijzingen met betrekking tot de graafwerkzaamheden wordt verwezen naar publicatieblad P25 van de Arbeidsinspectie.

Kwaliteitseisen grondverbeteringsmateriaal

Zand als aanvulmateriaal voor een goede grondverbetering, dient aan de volgende criteria te voldoen:

- Korrelfractie kleiner dan 0,016 mm, lager dan 5 gewichtsprocenten.
- Korrelfractie kleiner dan 0,063 mm lager, dan 5 tot 10 gewichtsprocenten. Het lage percentage geldt voor grondverbeteringen, waaraan strenge eisen worden gesteld.
- Gelijkmaticheidscoëfficiënt D_{60}/D_{10} van de zandfractie tenminste 2.
- D_{60} = korreldiameter met een zeefdoorval van 60 gewichtsprocenten.
- D_{10} = korreldiameter met een zeefdoorval van 10 gewichtsprocenten.
- Humusgehalte ten hoogste 3 gewichtsprocenten.
- Korrelvorm bij voorkeur enigszins hoekig.
- Niet te droog en niet te nat. Over het algemeen wordt een goede verdichting verkregen bij een vochtpercentage van ongeveer 6 à 12%. Het optimale vochtpercentage is door middel van proctorproeven nauwkeuriger te bepalen.

Het is niet uitgesloten dat een voldoende verdichting kan worden bereikt met zand dat niet geheel aan deze criteria voldoet. Eén en ander zal in dat geval echter proefondervindelijk moeten worden vastgesteld. Veelal is bij zand met een afwijkende samenstelling een grotere inspanning vereist om tot een voldoende resultaat te komen.



Uitvoering ontgraving en verdichting

- Ontgraving over een zodanig grondvlak dat de belasting zich in de grondverbetering kan spreiden onder een hoek van ten minste 45° vanuit de rand van de fundering.
- Aftrillen ontgravingsvlak met lichte trilplaat wanneer lagen dicht onder het ontgravingsvlak zijn verstoord of ontspannen. Dit is alleen mogelijk wanneer op of dicht onder het ontgravingsniveau geen cohesieve grond aanwezig is en de drooglegging voldoende is.
- Grondverbetering aanbrengen in lagen met een dikte van hooguit 0,3 m.
- Elke laag mechanisch verdichten door middel van trilapparatuur in minimaal vier gangen, kruislings en overlappend (geen verdichting door aanplempen of inwateren).
- Bij inzet van te zware verdichtingsapparatuur kan de bovenste ca. 0,15 m (beneden aanlegniveau) onvoldoende zijn verdicht. Deze laag in dat geval na verdichten met een lichte trilplaat.
- In de praktijk dient de laagdikte mede te worden afgestemd op het type en de kwaliteit van de trilapparatuur, alsmede op de kwaliteit van het aanvulmateriaal en het te verdichten oppervlak. Ter indicatie onderstaande gegevens voor wat betreft de aan te wenden verdichtingsapparatuur.

Gewicht trilplaat [kN]	Centrifugekracht [kN]	Capaciteit [m ² /uur]	Laagdikte [m]
1,5 à 2	15	200	0,15
2 à 3,5	30	300	0,20
3,5 à 5	40	400	0,30

Controle verdichting

De kwaliteit en verdichting van de grondverbetering dient in overeenstemming te zijn met de uitgangspunten van het ontwerp. In het algemeen kan controle op de verdichting op de navolgende wijzen worden uitgevoerd:

- Handsonderingen in combinatie met handboor. Voordeel is dat de sonderingen op eenvoudige wijze kunnen worden verricht, zodat controle mogelijk is zowel gaande het werk alsook na afloop. Handsonderingen kennen daarentegen beperkingen voor wat betreft, het meetbereik (drukcapaciteit), de nauwkeurigheid van de gemeten conusweerstand en de diepte. Bovendien kunnen handsonderingen niet worden uitgevoerd beneden de grondwaterspiegel en in grofkorrelige pakketten. Handsonderingen dienen bij voorkeur niet tijdens of na hevige regen te worden uitgevoerd.
- Elektrische sonderingen. Voordeel is dat conusweerstand nauwkeurig worden gemeten en dat er geen beperking is voor wat betreft het meetbereik en de diepte in relatie tot de grondwaterstand. Deze sonderingen vereisen echter wel de inzet van materieel zoals bijvoorbeeld een truck of een minirupsvoertuig.
- Slagsonderingen. Voordeel is de geschiktheid voor metingen in bijvoorbeeld grofkorrelige en gestabiliseerde pakketten en de eenvoudige uitvoering met een compact mobiel apparaat zonder ballast of verankering. Een beperking kan zijn de geringere nauwkeurigheid.
- Plaatdrukproeven. Voordeel is dat deze methode niet alleen geschikt is voor zandlagen maar ook voor grofkorrelige en gestabiliseerde lagen met een dikte van ca. 0,3 tot 0,9 m. De methode geeft daarbij niet alleen inzicht in de verdichting maar ook in de beddingscoëfficiënt van de ondergrond. De proef leent zich daarmee ook voor de controle van de beddingscoëfficiënten die zijn aangehouden voor bijvoorbeeld een vloerberekening.
- Dichtheidsbepalingen overeenkomstig RAW-methodiek met behulp van steekringen, nucleaire meetapparatuur, zandvervangingsmethode e.d. Een beperking is de bewerkelijkheid van de uitvoering in relatie tot het beperkte volume dat wordt gecontroleerd. De methoden zijn meer gebruikelijk in de grond- en wegenbouw en minder in de utiliteitsbouw.



In een grondverbetering bestaande uit verdicht zand worden over het algemeen de volgende weerstanden gemeten:

- Elektrische sonderingen met conusoppervlak 10 of 15 cm²: weerstand gelijkmatig oplopend met 1 MPa per 10 cm tot ten minste 10 MPa op 1,0 m diepte en minimaal 10 MPa in de diepere lagen.
- Handsonderingen met een conusoppervlak van 1 cm²: weerstand gelijkmatig oplopend met 2 MPa per 10 cm tot ten minste 6 MPa op 0,3 m diepte.
- Lichte slagsonderingen (valgewicht 10 kg): slagintensiteit (aantal slagen per 10 cm) gelijkmatig oplopend met 3 slagen per 10 cm tot ten minste 15 slagen per 10 cm op 0,5 m diepte.

Naast controle van de grondverbetering dient tevens de grondslag waarop de grondverbetering wordt aangebracht in de controle te worden betrokken. Afhankelijk van de situatie kan het raadzaam zijn om bij de beoordeling de kennis en ervaring van een geotechnisch adviseur te betrekken.

Grondwater/bemaling

Tijdens de werkzaamheden dient de put of sleuf droog te zijn. Bovendien dient de grondwaterstand zich buiten de invloedssfeer van de verdichtingsapparatuur te bevinden. Wanneer de grondwaterstand te hoog is, kan afhankelijk van de waterdoorlatendheid van het toegepaste zand, de ondergrond en de gebruikte verdichtingsapparatuur, een "drijfzand"-situatie ontstaan waardoor verdichting onmogelijk wordt.

Over het algemeen volstaat een grondwaterstand van 0,5 m beneden het werkniveau. Zo nodig moet een bemaling worden aangebracht.

Bij een bemaling dient de grondwaterspiegel niet meer te worden verlaagd dan noodzakelijk. De verlaging dient te worden gehandhaafd tot het moment dat een stijging niet ten koste gaat van de kwaliteit van de grondverbetering.

Het onttrekken en lozen van grondwater is aan wet- en regelgeving gebonden. Daarbij geldt voor de bemaling evenals voor de graaf- en verdichtingswerkzaamheden dat deze geen negatieve effecten mogen veroorzaken voor de omgeving. Desgewenst kan ons bureau u hierover nader informeren.

Milieu

Er wordt op gewezen dat milieuaspecten mede met betrekking tot aan- en afvoer van grond, grondverbeteringsmateriaal en lozing van grondwater niet binnen het kader van deze opdracht vallen.

Tot slot

Voor meer richtlijnen wordt verwezen naar:

1. NEN 9997-1 (algemene regels geotechnisch ontwerp) en -2 (grondonderzoek en beproeving).
2. Standaard RAW,
3. Publicatieblad P25,
4. DIN18134-300 (plaatdrukproeven),
5. ISO22476 (lichte slagsonderingen)
6. CROW-rapport 05-01 (verdichtingscontrole via handsonderingen)

INPIJN-BLOKPOEL SPECIALIST IN:

Grondonderzoek
Geotechnisch laboratorium
Geotechnisch advies

Geohydrologisch advies
Monitoring
Milieutechniek

Voor meer informatie zie: www.inpijn-blokpoel.com

Vestiging Son

Ekkersrijt 2058
5692 BA Son
(0499) 47 17 92
post@inpijn-blokpoel.com

Vestiging Groningen

Postbus 2601
9704 CP Groningen
(088) 012 18 00
noord@inpijn-blokpoel.com

Vestiging Waddinxveen

Mercuriusweg 18
2741 TA Waddinxveen
(0182) 61 00 13
west@inpijn-blokpoel.com

Vestiging Hoofddorp

Kromme Spieringweg 250B
2141 BR Vijfhuizen
(023) 565 57 78
hoofddorp@inpijn-blokpoel.com



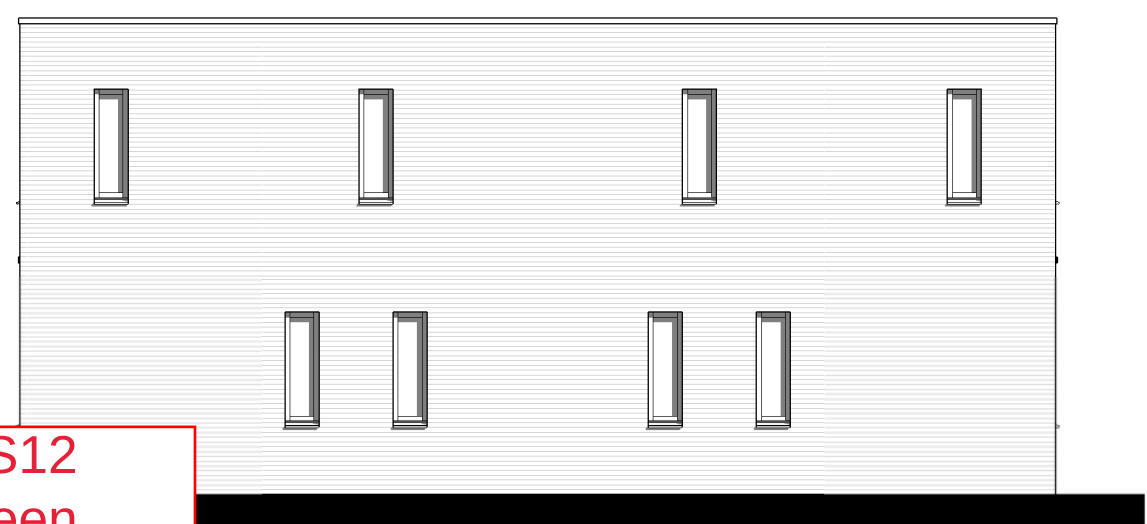
Bijlage IV Overzicht maatregelen per blok



voorgevel



rechter gevel



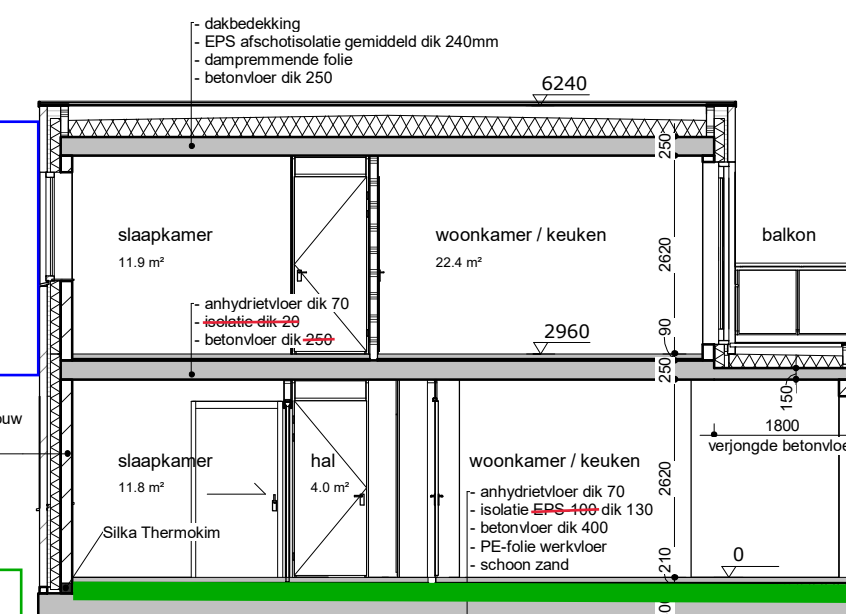
achtergevel



linker gevel

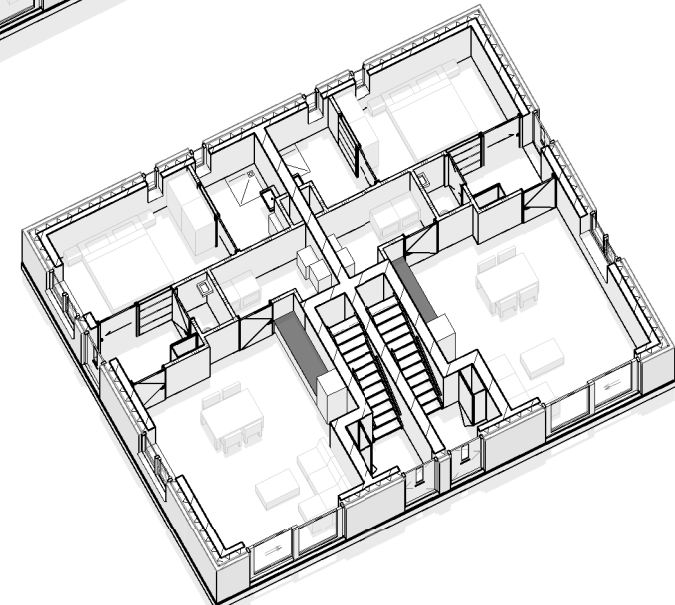
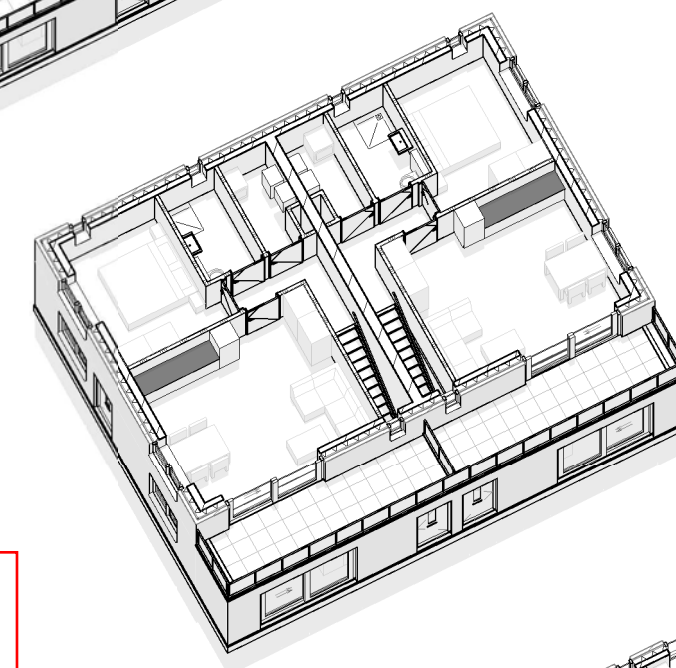
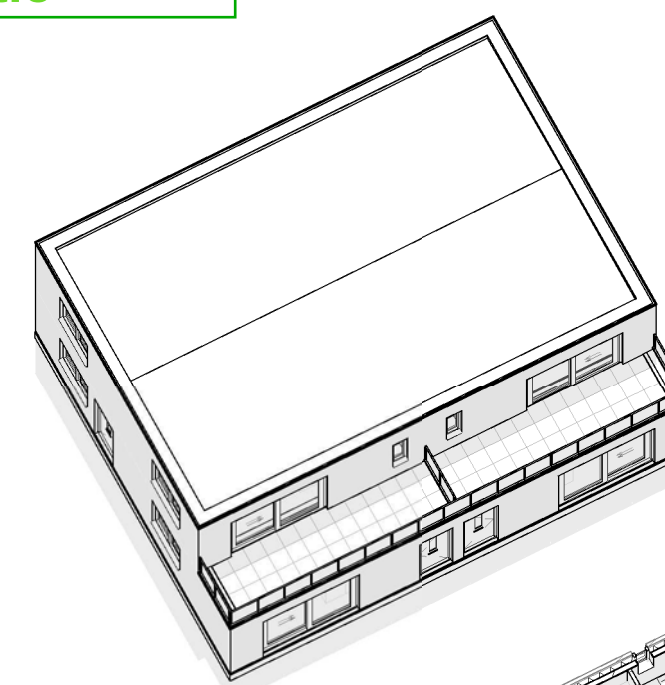
Doorlopende 280 mm
dikke verdiepings-
vloeren met 70 mm
(vaste) afwerkvloer

130 mm
XPS500
thermische
isolatie



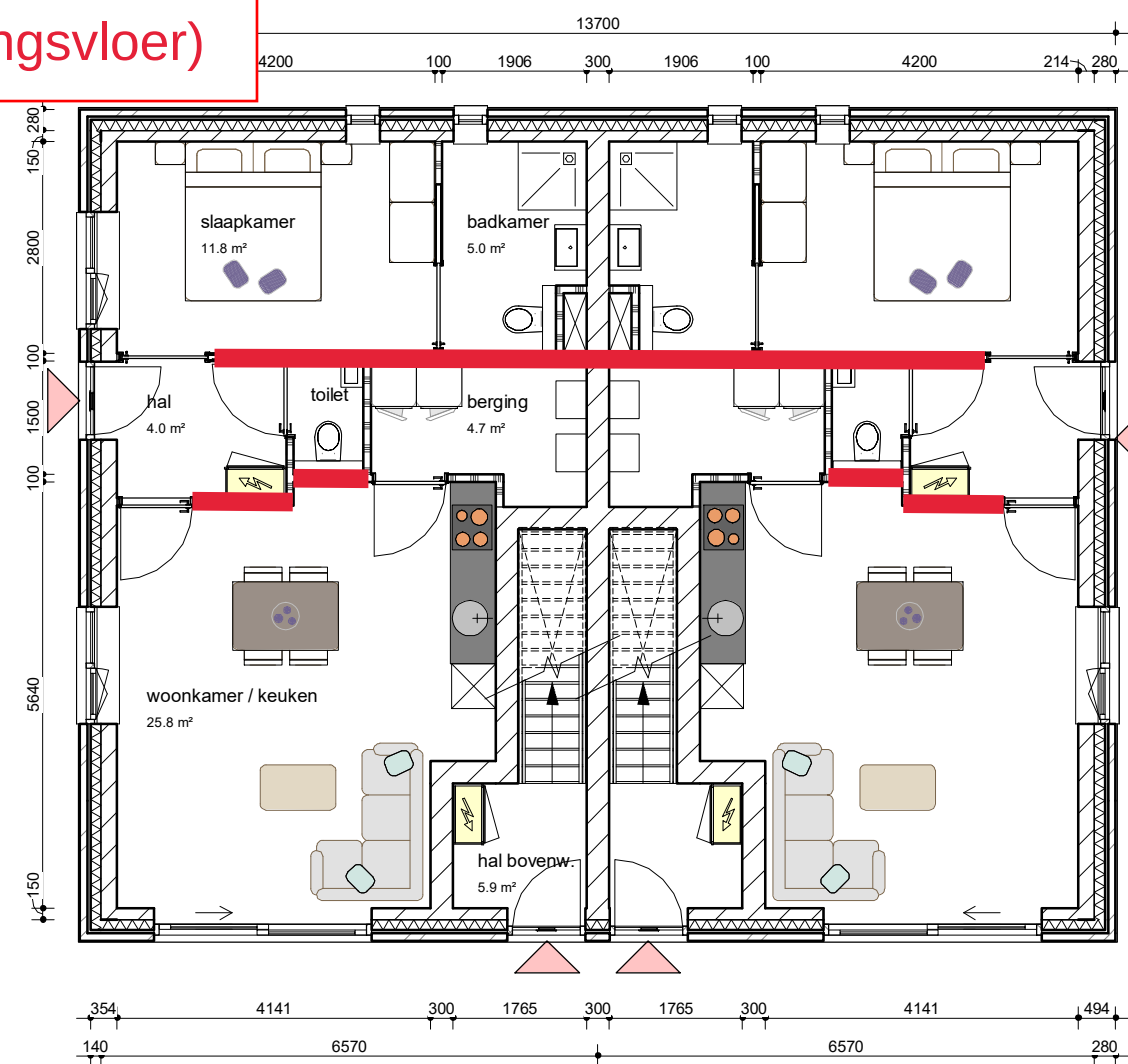
doorsnede

- betonkwaliteit C20/25
- Bouwput ontgraven tot onderzijde fundering, aanvullen in lagen van 200 a 300mm met schoon zand, kruislings verdichten met trijplaat van 2 a 4kN met een slagkracht van 20kN.

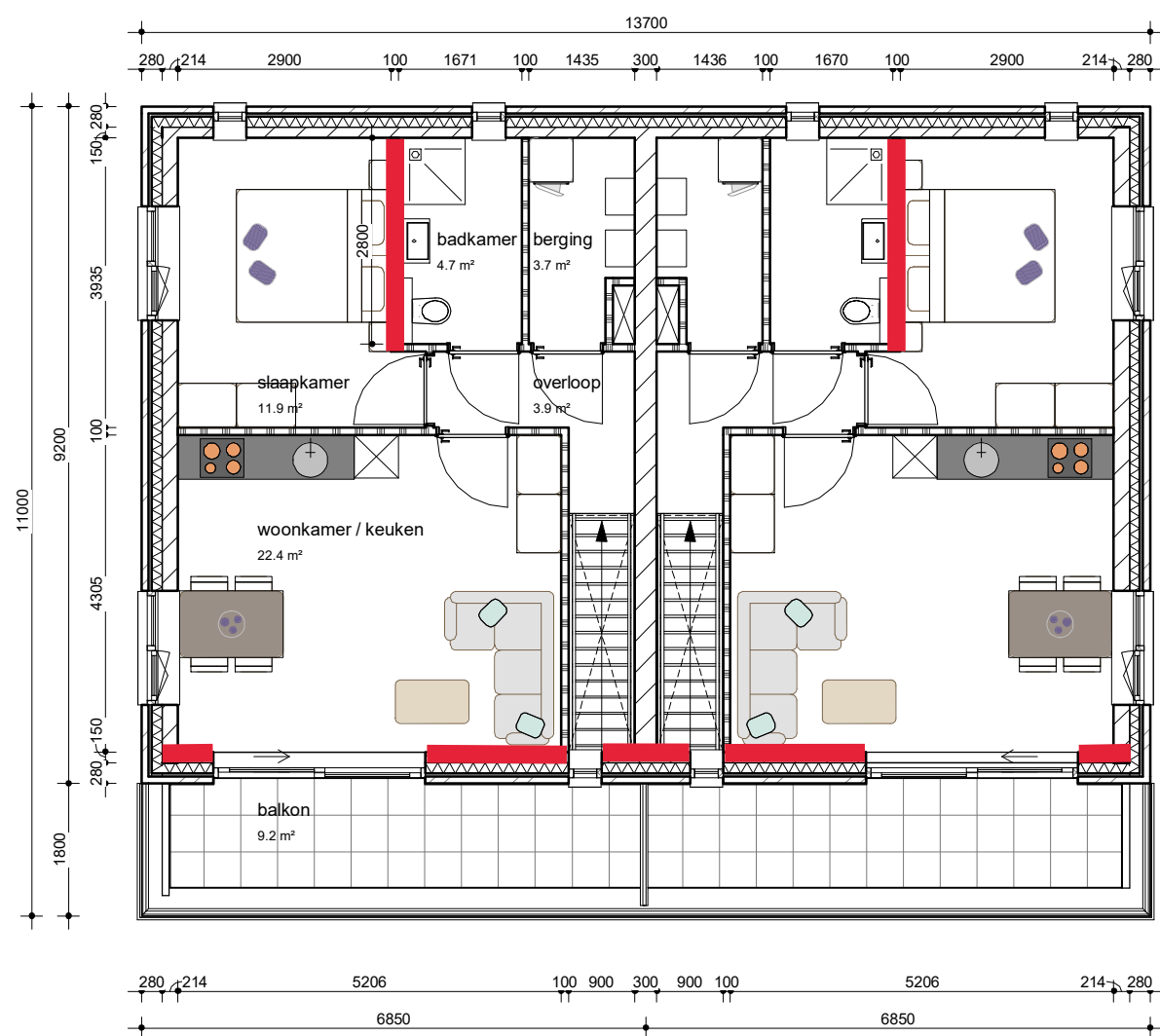


214 mm CS12
kalkzandsteen
binnenwanden
gekoppeld aan
boven- en
onderliggende
vloer (1e
verdiepingsvloer
en dakvloer)

214 mm CS12
kalkzandsteen
binnenwanden
gekoppeld aan
boven- en
onderliggende
vloer (BG en 1e
verdiepingsvloer)



begane grond



verdieping



DATUM:	13-04-2021
PROJECT:	Katoenstraat Deurne
OPDRACHTGEVER:	Bots
FASE:	CO
OMSCHRIJVING:	woningplattegronden bebo woningen
SCHAAL:	1 : 100
PROJECT NUMMER:	917282
BLAD NUMMER:	CO_102
AFMETING:	A2

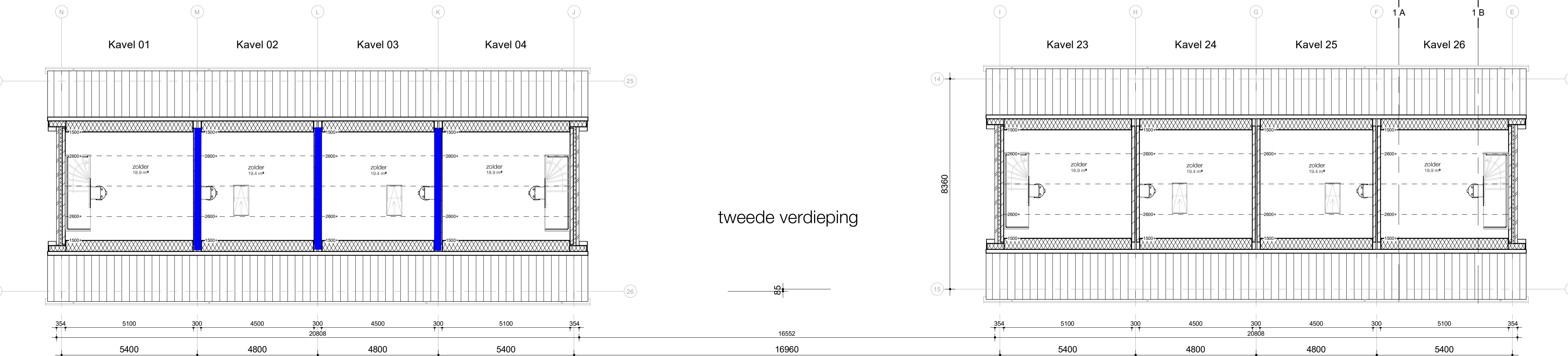
voorlopig



voorgevel



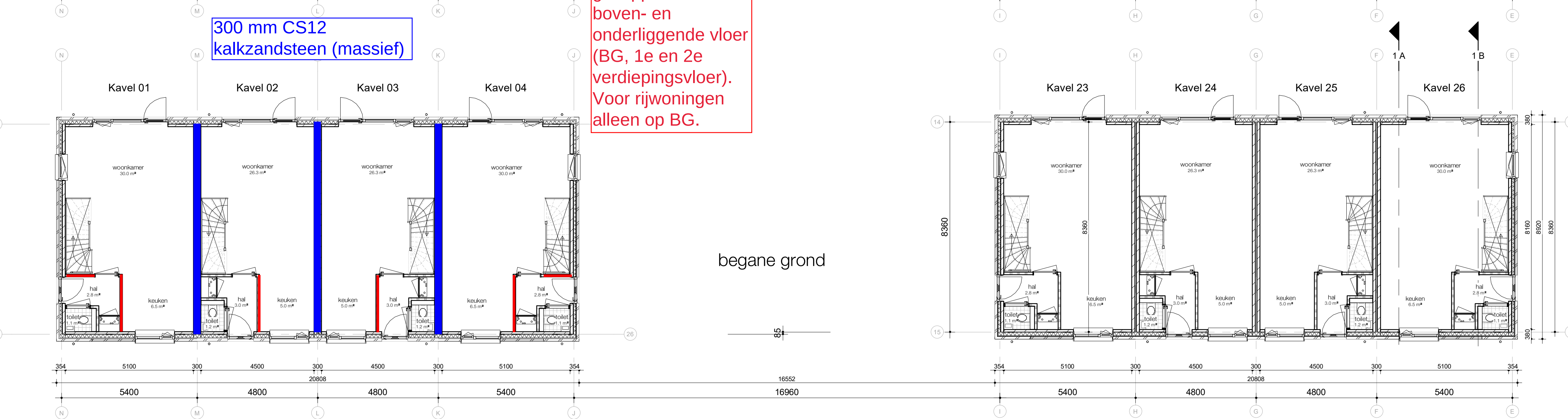
achtergevel



tweede verdieping



eerste verdieping



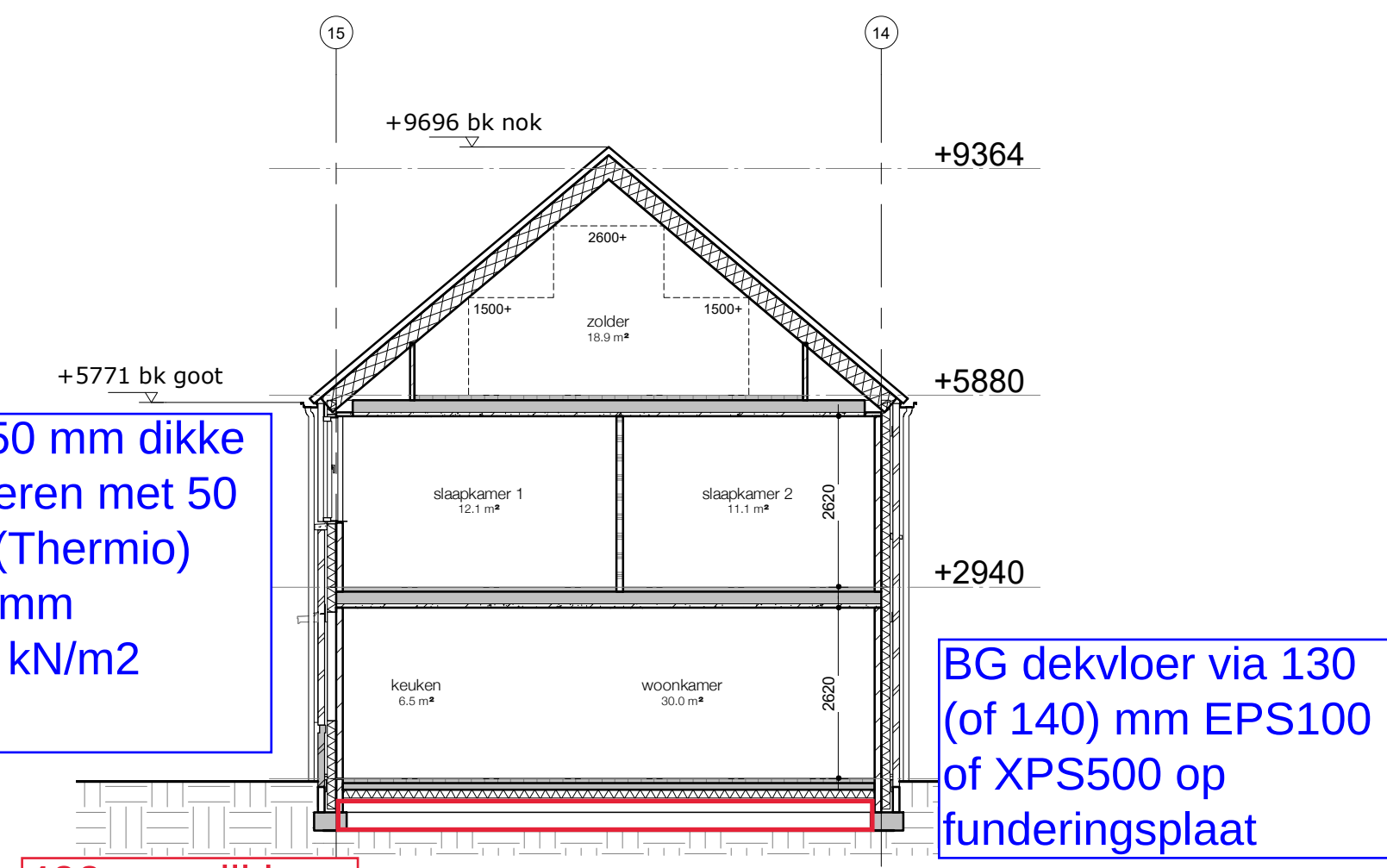
begane grond



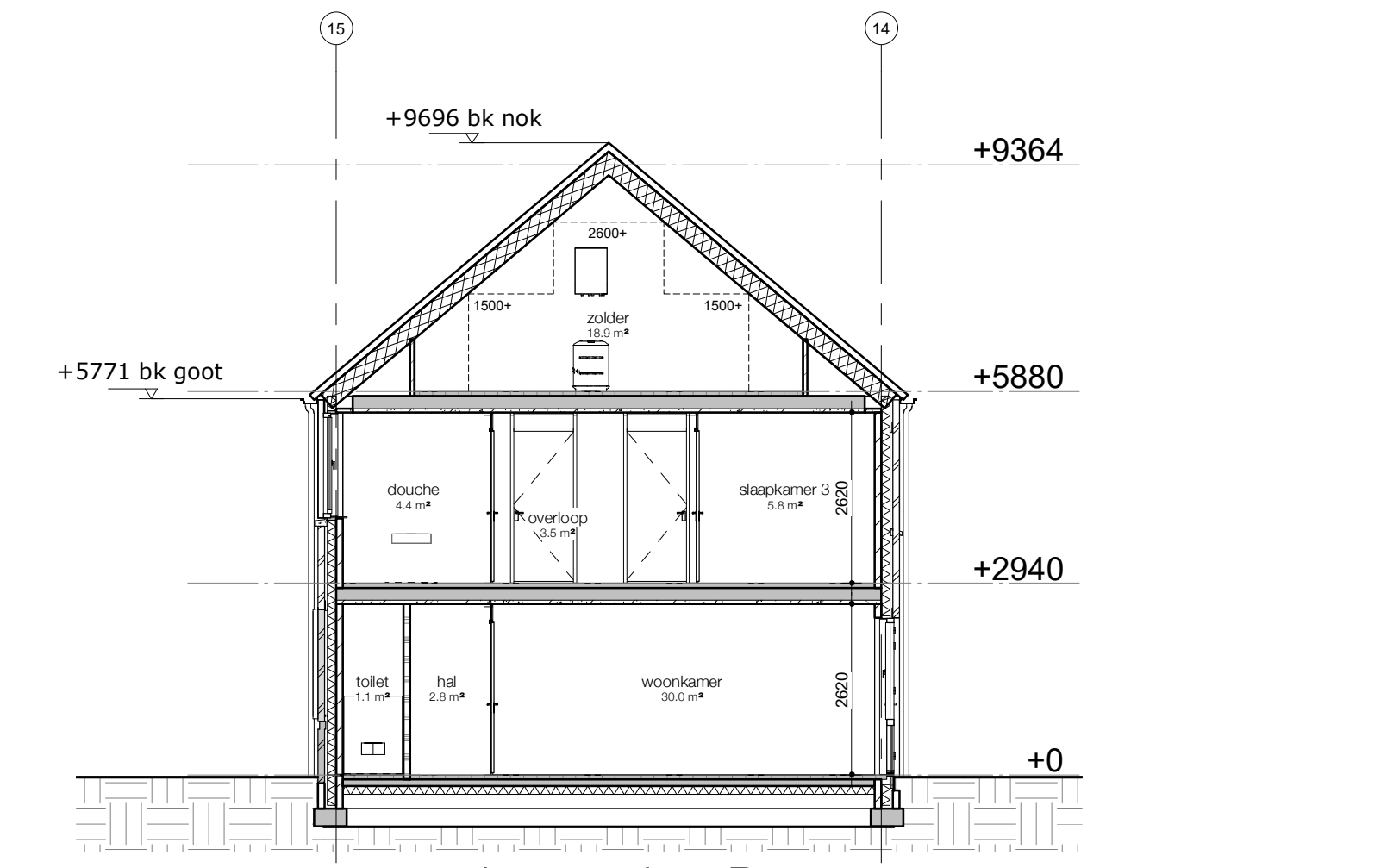
rechter gevel



linker gevel



doorsnede 1 A



doorsnede 1 B

Renvooi bouwbesluit

Constructie

1. Voor constructie zie tekening en berekening constructeur.
2. Meten in het werk innemen en controleren! Afwijkingen doorgeven aan architect.
3. Deuren, ramen, kozijnen en daarmee gelijk te stellen constructieonderdelen in een scheidsconstructie van een niet-gemeenschappelijke ruimte die volgens NEN 5087 bereikbaar zijn voor inbraak, hebben een volgens NEN 5096 bepaalde inbraakwerendheid die voldoet aan de in de norm aangegeven weerstandsklasse 2.
4. Minimale vrije doorgang in verkeersruimten en brandruimten is minimaal 850x2000mm (bvt).

Installatie

1. Voor installatie zie tekening en berekening installateur.
2. Een te bouwen bouwwerk biedt bescherming tegen geluid van installaties.
3. Voor zover voor een gebruiksfunctie in tabel 3.7 van het bouwbesluit voorschriften zijn aangegeven, wordt voor die gebruiksfunctie aan de in het eerste lid gestelde eis voldaan door toepassing van de voorschriften.
4. De elektriciteitsinstallatie voldoet aan de NEN 1010, NPR 5310.
5. De drinkwaterinstallatie voldoet aan de NEN 1006.

Vloerscheidingen

1. Een vloerscheiding als bedoeld in artikel 2.17, eerste lid, heeft een hoogte van ten minste 1 m, gemeten vanaf de vloer.
2. Een afscheiding als bedoeld in artikel 2.17, eerste lid, ter plaatse van een af- en/of oprijtlaan heeft een hoogte van ten minste 0,85 m, gemeten vanaf de vloer.

Gezondheid

1. Een scheidsconstructie van een badruimte heeft aan een zijde die grenst aan de ruimte tot 1 m boven de vloer van die ruimte een volgens NEN 2778 bepaalde waterspanne die gemiddeld niet groter is dan 0,01 kg/m² s/2) en op geen enkele plaats groter dan 0,2 kg/m² s/2).
2. Een te bouwen bouwwerk is zodanig dat het binnengaan van ratten en muizen wordt tegengegaan. Een uitwendige scheidsconstructie heeft geen openingen die breder zijn dan 0,01 m. Dit geldt niet voor een afsluitbare opening en een uitmonding van:
 - A. een afvoervoorziening voor luchtverversing
 - B. een afvoervoorziening voor rookgas, en
 - C. een ont- en beluchting van een afvoervoorziening voor huishoudelijk afvalwater en hemelwater.

Brandveiligheid

1. Voor brandveiligheid zie stukken advies brandveiligheid.
2. Bij een te bouwen woonfunctie en bij functionwijziging naar een woonfunctie heeft een gesloten ruimte waardoor een vluchtroute voort tussen de uitgang van een verblijfsruimte en de uitgang van de woonfunctie een of meer rookmelders die voldoen aan en zijn geplaatst volgens de primaire eisen van NEN 2555.

Thermische isolatie

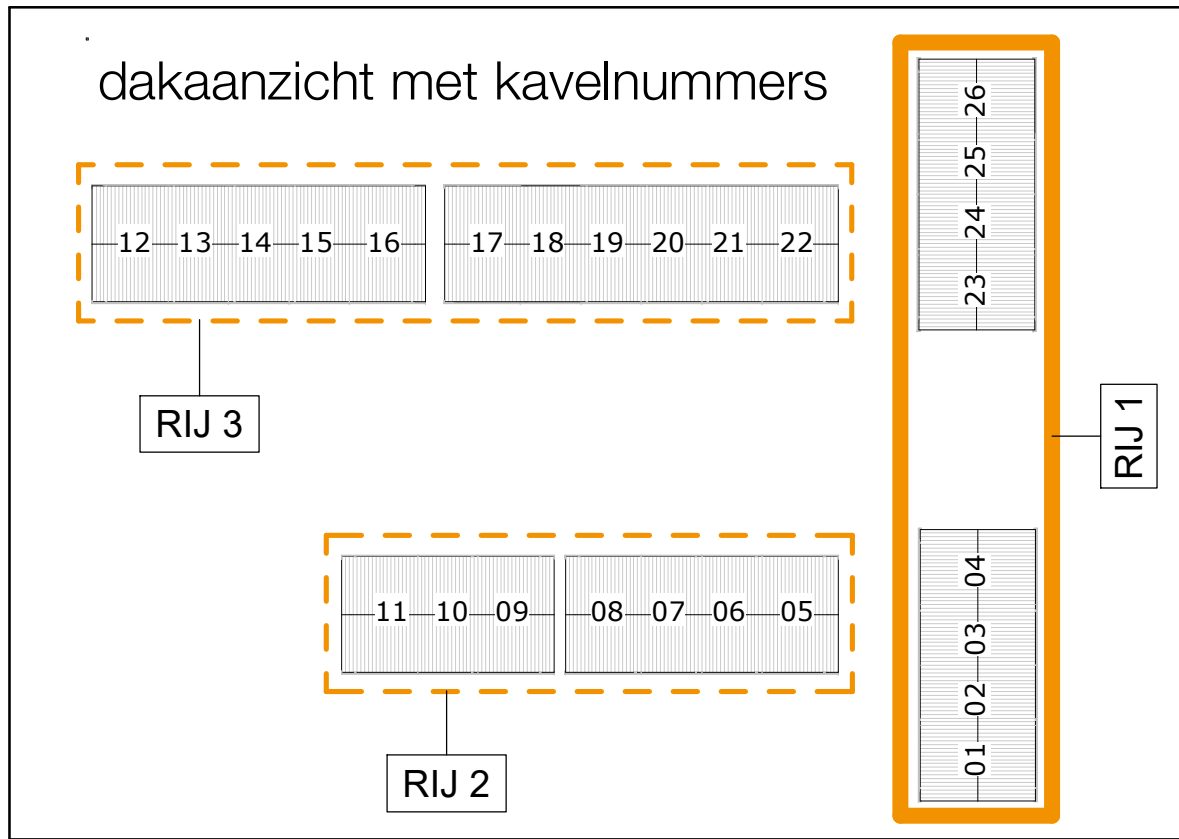
1. Een te bouwen bouwwerk is energiezuinig. Voor zover voor een gebruiksfunctie in tabel 5.1 voorschriften zijn aangegeven, wordt voor die gebruiksfunctie aan de in het eerste lid gestelde eis voldaan door toepassing van de voorschriften. Een gebruiksfunctie heeft een volgens NEN 7120 bepaalde energieprestatiecoëfficiënt van ten hoogste de in tabel 5.1 aangegeven waarde, die in de tabel aangegeven waarde voor een gebruiksfunctie wordt getransformeerd op de vijf jaar getoetst, en zo mogelijk aangepast aan de technische ontwikkelingen.
2. Isolatiewaarden uitwendige scheidsconstructie conform EP-berekening:
 - A. Vloer, minimaal R_e=3,5 m²K/W
 - B. Wand minimaal R_e=5 m²K/W
 - C. Dak/minimaal R_e=6,0 m²K/W
 - D. Kozijnen, ramen en deuren gemiddeld maximaal U=1,65 W/m²K, maximaal U=2,2 W/m²K.

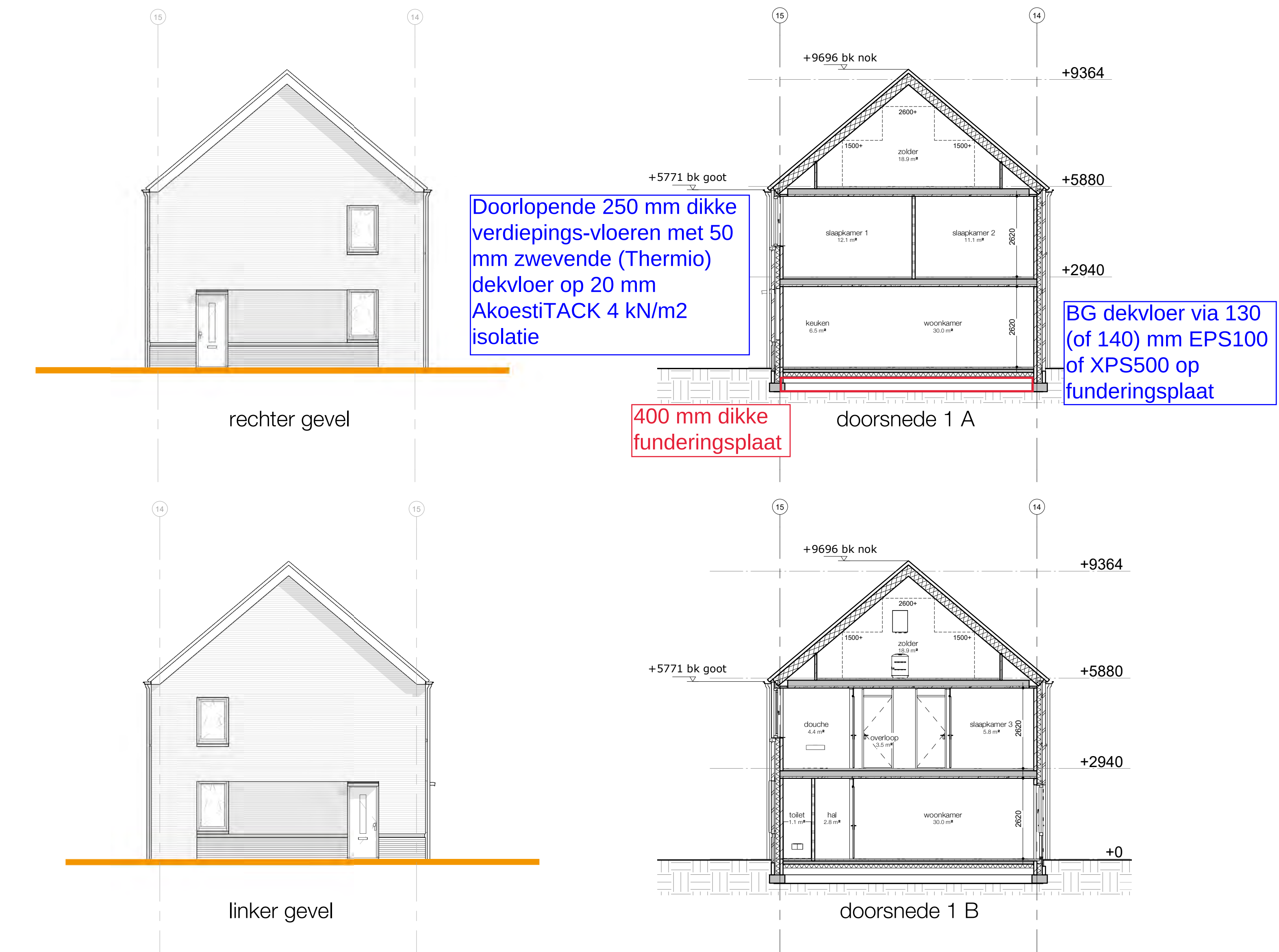
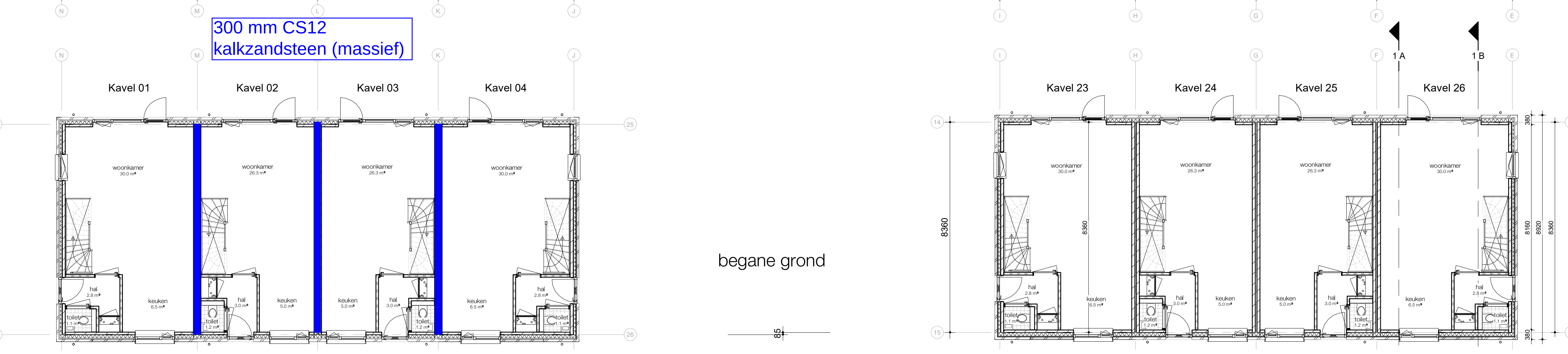
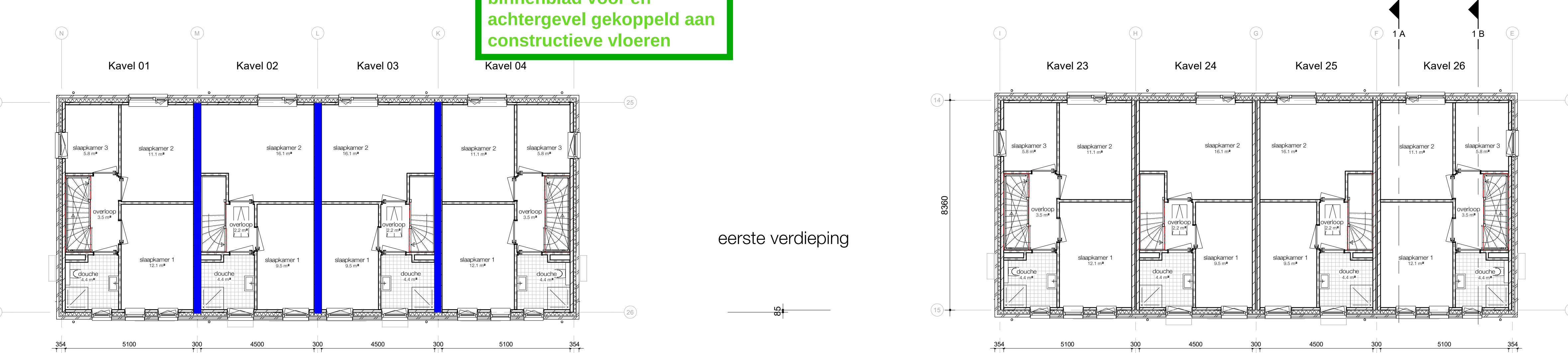
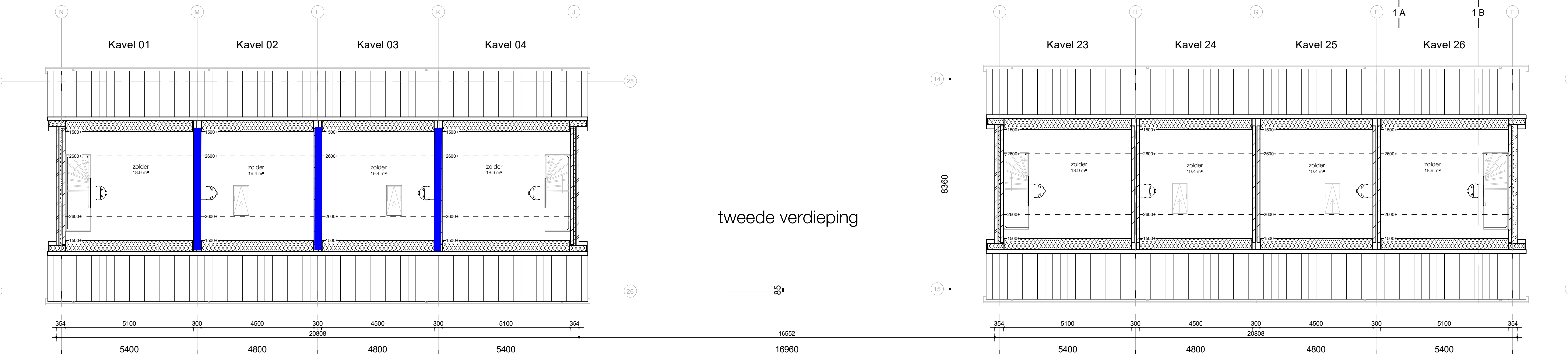
Meterkast

- Meterruimte uitvoeren conform NEN 2768, mantelbuizen conform voorschrift nuts-bedrijven.

Bouwmaterialen

- Metselwerk
- Kalkzandsteen
- Steenachtige lichte scheidingwand
- Steenachtige lichte scheidingwand, geluiddwerend
- Isolatie
- Vloertegels





Renvooi bouwbesluit

- Constructie**
1. Voor constructie zie tekening en berekening constructeur.
 2. Meten in het werk innemen en controleren! Afwijkingen doorgeven aan architect.
 3. Deuren, ramen, kozijnen en daken gelijk te stellen constructieonderdelen in een scheidingstructuur van een niet-gemeenschappelijke ruimte die volgens NEN 5087 bereikbaar zijn voor inbraak, hebben een volgens NEN 5096 bepaalde inbraakwerendheid die voldoet aan de in de norm aangegeven weerstandsklasse 2.
 4. Minimale vrije doorgang in verkeersruimten en brandruimten is minimaal 850x2000mm (bvt).
- Installatie**
1. Voor installatie zie tekening en berekening installateur.
 2. Een te bouwen bouwwerk biedt bescherming tegen geluid van installaties.
 3. Voor zover voor een gebruiksfunctie in tabel 3.7 van het bouwbesluit voorschriften zijn aangegeven, wordt voor die gebruiksfunctie aan de in het eerste lid gestelde eis voldaan door toepassing van de voorschriften.
 4. De elektriciteitsinstallatie voldoet aan de NEN 1010, NPR 5310.
 5. De drinkwaterinstallatie voldoet aan de NEN 1006.

- Vloerscheidingen**
1. Een vloerscheiding als bedoeld in artikel 2.17, eerste lid, heeft een hoogte van ten minste 1 m, gemeten vanaf de vloer.
 2. Een afscheiding als bedoeld in artikel 2.17, eerste lid, ter plaatse van een a) dan niet beweegbaar raam heeft een hoogte van ten minste 0,85 m, gemeten vanaf de vloer.

- Gezondheid**
1. Een scheidingstructuur van een badruimte heeft aan een zijde die grenst aan de ruimte tot 1 m boven de vloer van die ruimte een volgens NEN 2778 bepaalde wateropname die gemiddeld niet groter is dan 0,01 kg/m² s/2) en op geen enkele plaats groter dan 0,2 kg/m² s/2).
 2. Een te bouwen bouwwerk is zodanig dat het binnendringen van ratten en muizen wordt tegengegaan. Een uitwendige scheidingstructuur heeft geen openingen die breder zijn dan 0,01 m. Dit geldt niet voor een afsluitbare opening en een uitmonding van:
A. een afvoervoorziening voor luchtverversing
B. een afvoervoorziening voor rookgas, en
C. een ont- en beluchting van een afvoervoorziening voor huishoudelijk afvalwater en hemelwater.

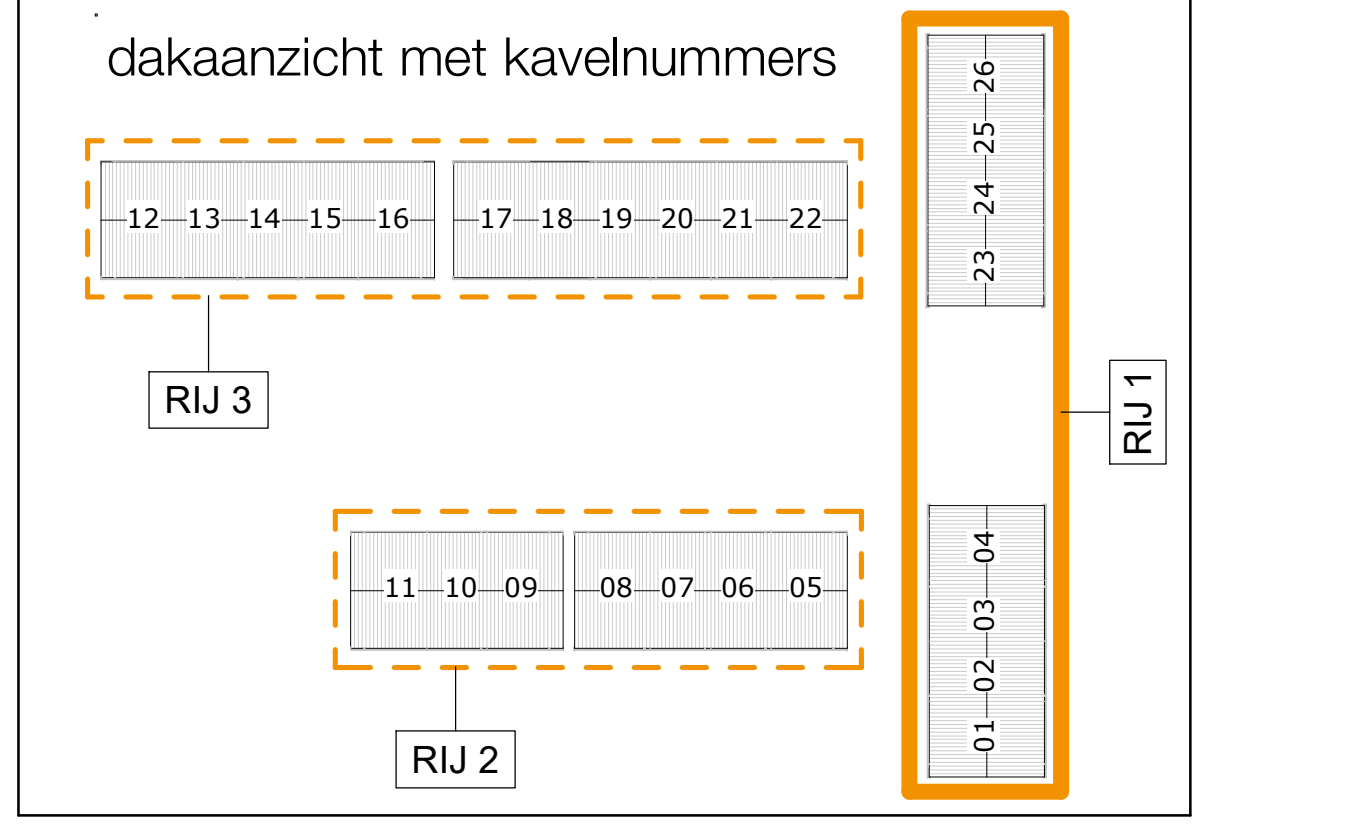
- Brandveiligheid**
1. Voor brandveiligheid zie stukken advies brandveiligheid.
 2. Bij een te bouwen woonfunctie en bij functionwijziging naar een woonfunctie heeft een gesloten ruimte waardoor een vluchtroute voert tussen de uitgang van een verblijfsruimte en de uitgang van de woonfunctie een of meer rookmelders die voldoen aan en zijn geplaatst volgens de primaire inrichtingseisen als bedoeld in NEN 2555.

- Thermische isolatie**
1. Een te bouwen bouwwerk is energiezuinig. Voor zover voor een gebruiksfunctie in tabel 5.1 voorschriften zijn aangegeven, wordt voor die gebruiksfunctie aan de in het eerste lid gestelde eis voldaan door toepassing van de voorschriften. Een gebruiksfunctie heeft een volgens NEN 7120 bepaalde energieprestatiecoëfficiënt van ten hoogste de in tabel 5.1 aangegeven waarde, die in de tabel aangegeven waarde voor een gebruiksfunctie wordt getransformeerd op de vijf jaar getoetst, en zo mogelijk aangepast aan de technische ontwikkelingen.
 2. Isolatiewaarden uitwendige scheidingstructuur conform EP-berekening:
A. Vloer: minimaal R_e=0,5 m²K/W
B. Wand: minimaal R_e=0,5 m²K/W
C. Dak: minimaal R_e=0,6 m²K/W
D. Kozijnen, ramen en deuren: gemiddeld maximaal U=1,65 W/m²K, maximaal U=2,2 W/m²K.

Meterkast
Meterruimte uitvoeren conform NEN 2768, mantelbuizen conform voorschrift nuts-bedrijven.

Bouwmaterialen

- Metalewerk
- Kalkzandsteen
- Steenachtige lichte scheidingwand
- Steenachtige lichte scheidingwand, geluidwerend
- Isolatie
- Vloertegels

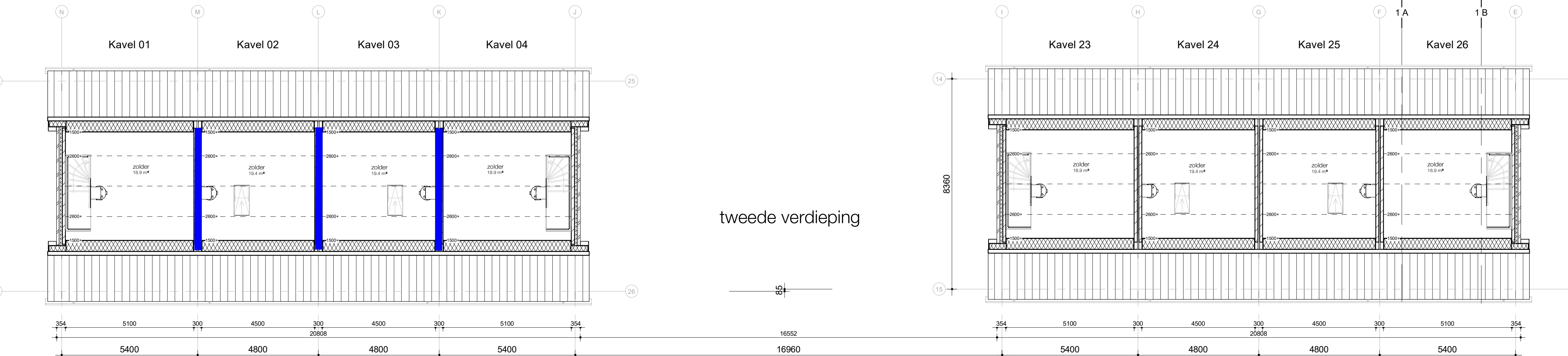




voorgevel



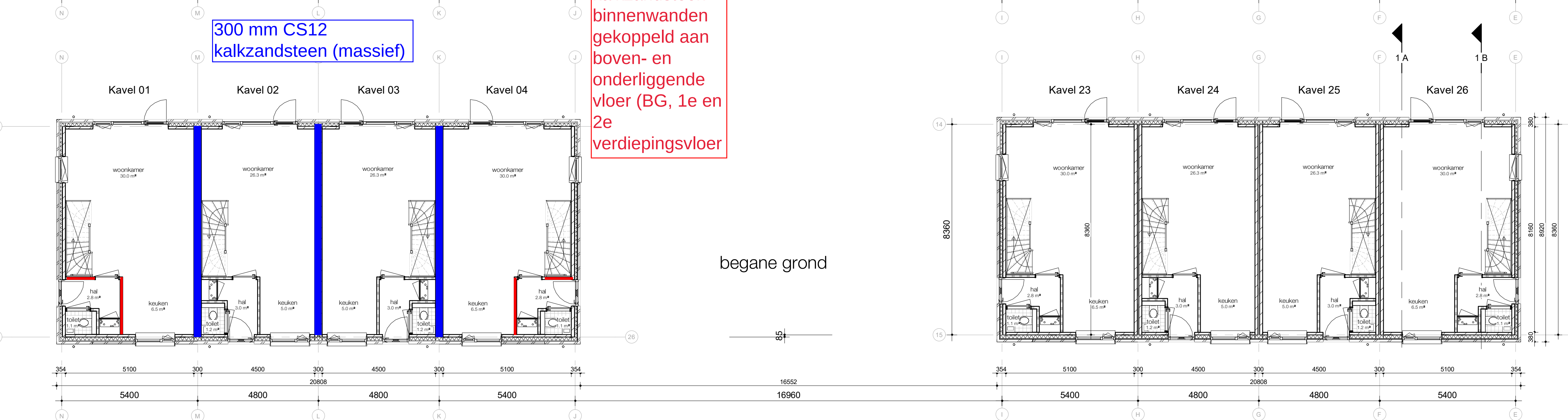
achtergevel



tweede verdieping



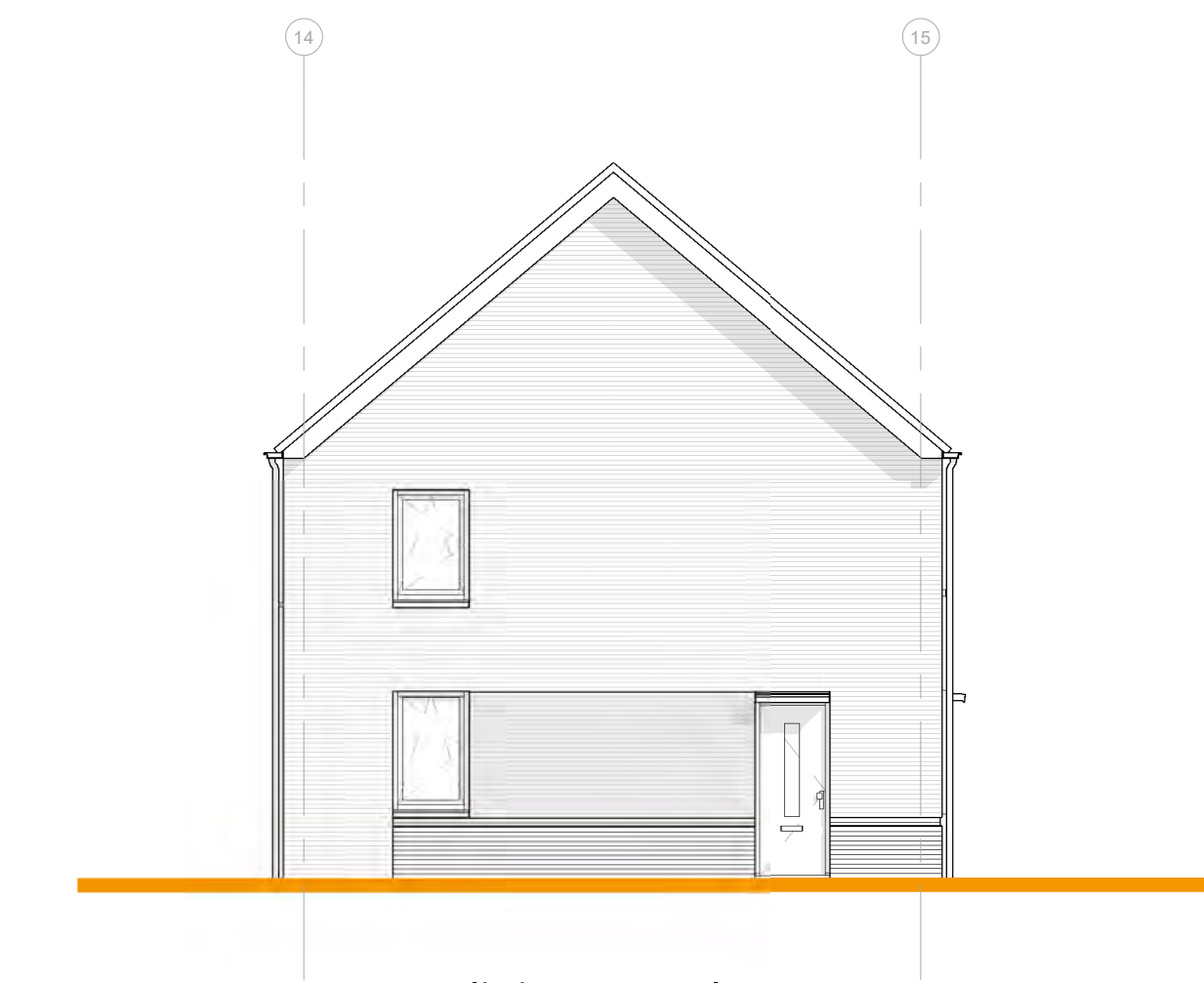
eerste verdieping



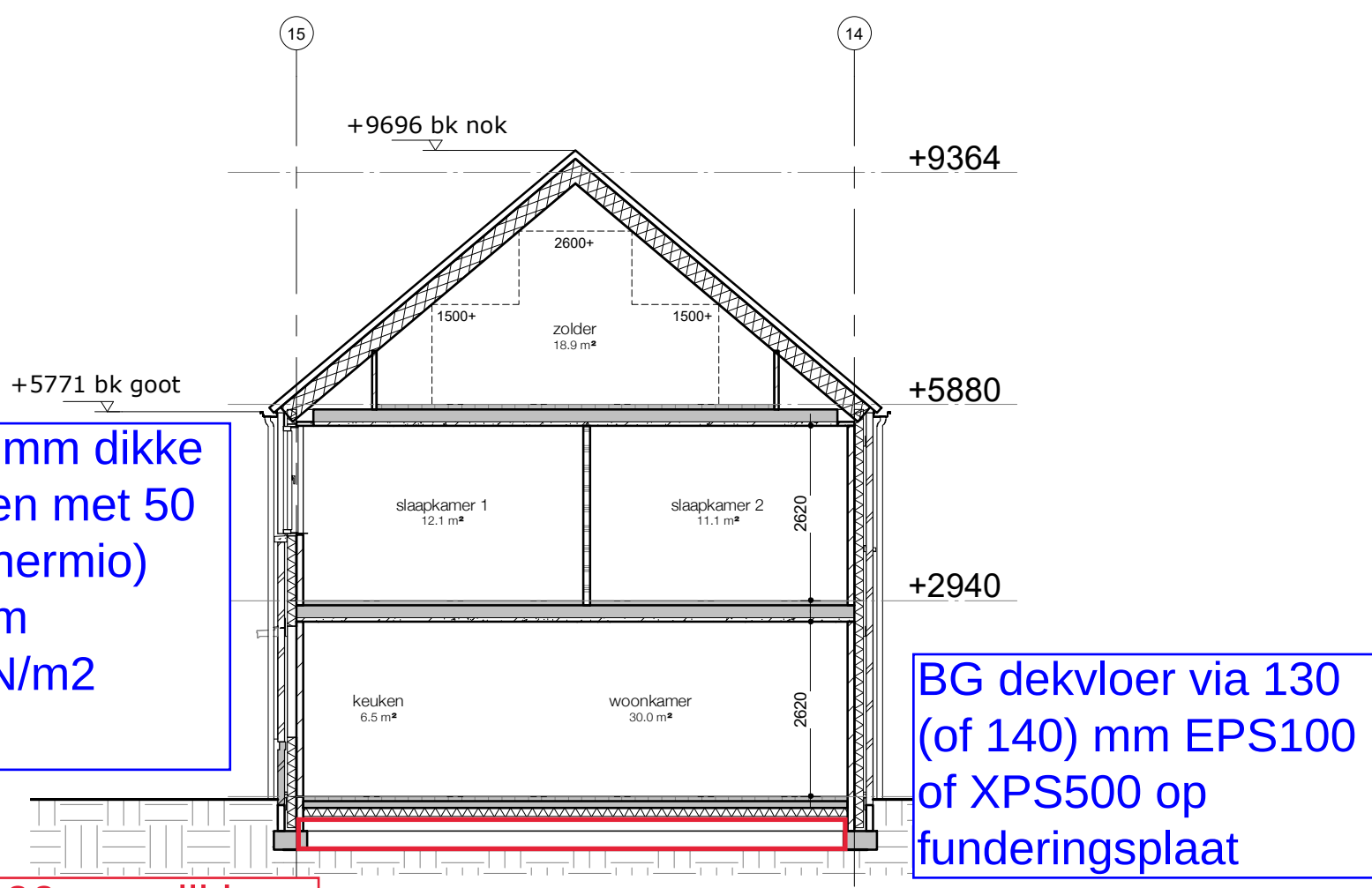
begane grond



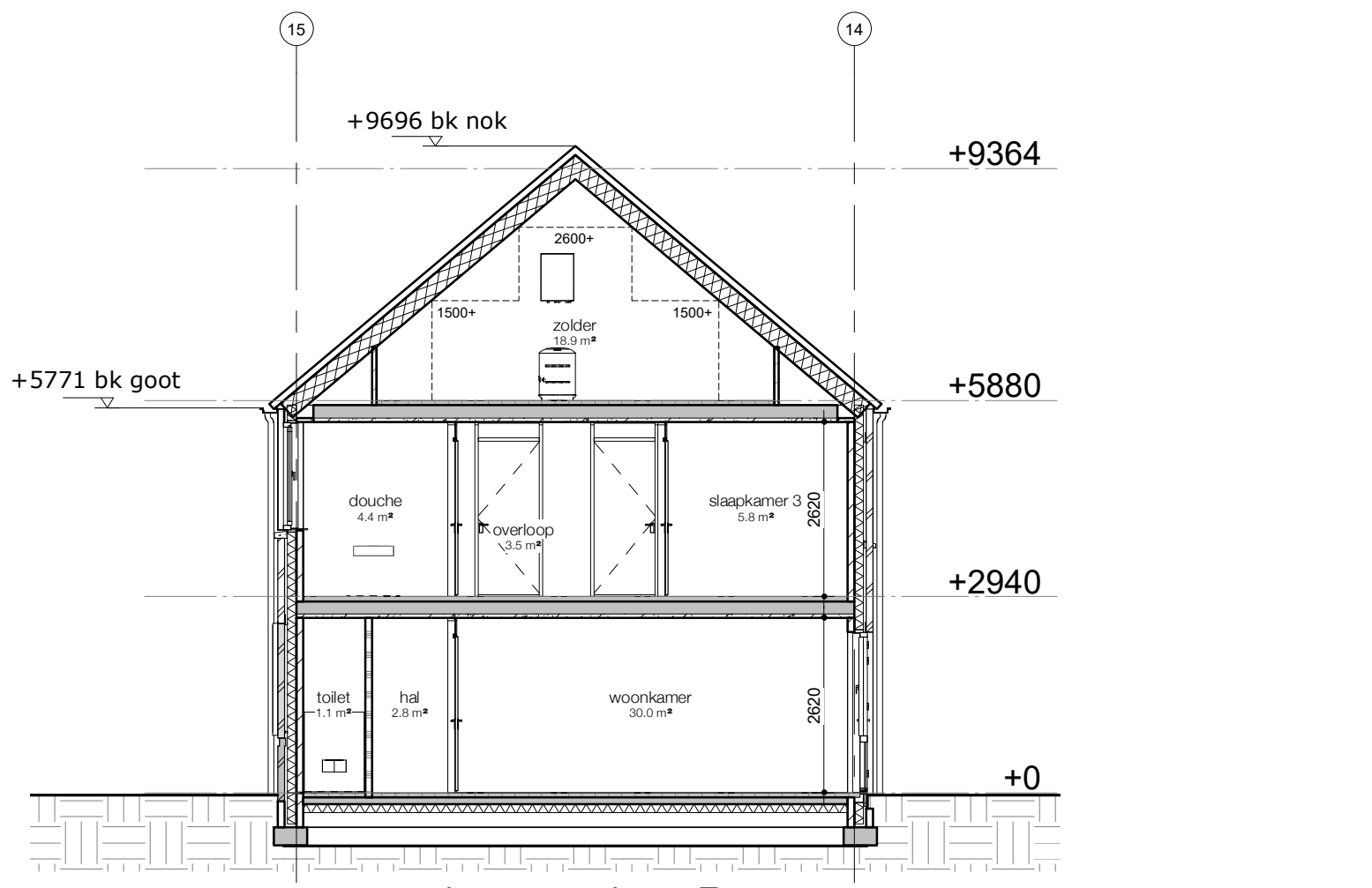
rechter gevel



linker gevel



doorsnede 1 A



doorsnede 1 B

Doorlopende 250 mm dikke verdieplings-vloeren met 50 mm zwevende (Thermio) dekvloer op 20 mm AkoestiTACK 4 kN/m2 isolatie

BG dekvloer via 130 (of 140) mm EPS100 of XPS500 op funderingsplaat

400 mm dikke funderingsplaat

binnenblad voor en achtergevel gekoppeld aan constructieve vloeren

Alleen hoekwoningen: 100 mm CS12 kalkzandsteen binnenwanden gekoppeld aan boven- en onderliggende vloer (BG, 1e en 2e verdieplingsvloer)

300 mm CS12 kalkzandsteen (massief)

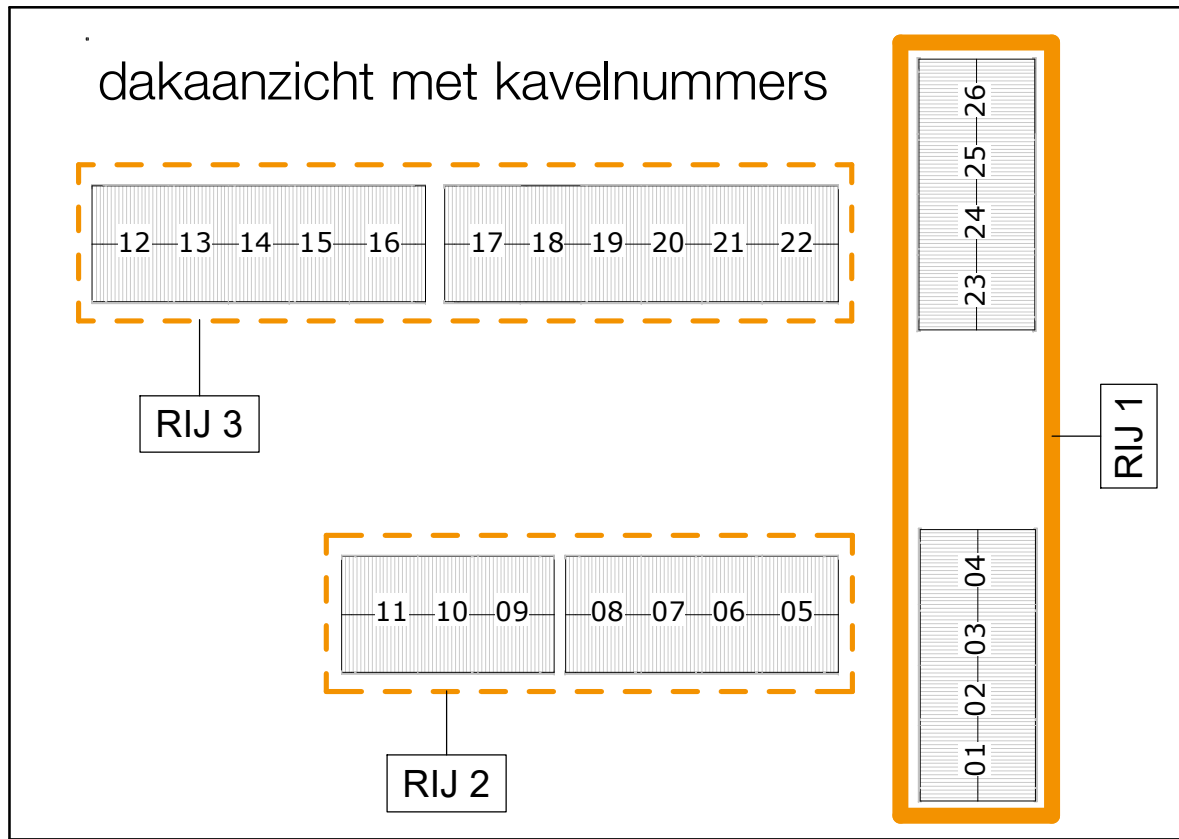


Renvooi bouwbesluit

- Constructie**
1. Voor constructie zie tekening en berekening constructeur.
 2. Meten in het werk innemen en controleren! Afwijkingen doorgeven aan architect.
 3. Deuren, ramen, kozijnen en daarmee gelijk te stellen constructieonderdelen in een scheidsconstructie van een niet-gemeenschappelijke ruimte die volgens NEN 5087 bereikbaar zijn voor inbraak, hebben een volgens NEN 5096 bepaalde inbraakwerendheid die voldoet aan de in de norm aangegeven weerstandsklasse 2.
 4. Minimale vrije doorgang in verkeersruimten en brandruimten is minimaal 850x2000mm (bvt).
- Installatie**
1. Voor installatie zie tekening en berekening installateur.
 2. Een te bouwen bouwwerk biedt bescherming tegen geluid van installaties.
 3. Voor zover voor een gebruiksfunctie in tabel 3.7 van het bouwbesluit voorschriften zijn aangegeven, wordt voor die gebruiksfunctie aan de in het eerste lid gestelde eis voldaan door toepassing van de voorschriften.
 4. De elektriciteitsinstallatie voldoet aan de NEN 1010, NPR 5310.
 5. De drinkwaterinstallatie voldoet aan de NEN 1006.
- Vloerscheidingen**
1. Een vloerscheiding als bedoeld in artikel 2.17, eerste lid, heeft een hoogte van ten minste 1 m, gemeten vanaf de vloer.
 2. Een afscheiding als bedoeld in artikel 2.17, eerste lid, ter plaatse van een af dan niet beweegbaar raam heeft een hoogte van ten minste 0,85 m, gemeten vanaf de vloer.
- Gezondheid**
1. Een scheidsconstructie van een badruimte heeft aan een zijde die grenst aan de ruimte tot 1 m boven de vloer van die ruimte een volgens NEN 2778 bepaalde waterspansel die gemiddeld niet groter is dan 0,01 kg/m² s^{1/2} en op geen enkele plaats groter dan 0,2 kg/m² s^{1/2}.
 2. Een te bouwen bouwwerk is zodanig dat het binnendringen van ratten en muizen wordt tegengegaan. Een uitwendige scheidsconstructie heeft geen openingen die breder zijn dan 0,01 m. Dit geldt niet voor een afsluitbare opening en een uitmonding van:
A. een afvoervoorziening voor luchtverversing
B. een afvoervoorziening voor rookgas, en
C. een ont- en beluchting van een afvoervoorziening voor huishoudelijk afvalwater en hemelwater.
- Brandveiligheid**
1. Voor brandveiligheid zie stukken advies brandveiligheid.
 2. Bij een te bouwen woonfunctie en bij functionwijziging naar een woonfunctie heeft een gesloten ruimte waardoor een vluchtroute voort tussen de uitgang van een verblijfsruimte en de uitgang van de woonfunctie een of meer rookmelders die voldoen aan en zijn geplaatst volgens de primaire inrichtingseisen als bedoeld in NEN 2555.
- Thermische isolatie**
1. Een te bouwen bouwwerk is energiezuinig. Voor zover voor een gebruiksfunctie in tabel 5.1 voorschriften zijn aangegeven, wordt voor die gebruiksfunctie aan de in het eerste lid gestelde eis voldaan door toepassing van de voorschriften. Een gebruiksfunctie heeft een volgens NEN 7120 bepaalde energieprestatiecoëfficiënt van ten hoogste de in tabel 5.1 aangegeven waarde, die in de tabel aangegeven waarde voor een gebruiksfunctie wordt getransformeerd op de vijf jaar getoetst, en zo mogelijk aangepast aan de technische ontwikkelingen.
 2. Isolatiewaarden uitwendige scheidsconstructie conform EP-berekening:
A. Vloer: minimaal R_e=0,5 m²K/W
B. Wand: minimaal R_e=0,5 m²K/W
C. Dak: minimaal R_e=0,6 m²K/W
D. Kozijnen, ramen en deuren: gemiddeld maximaal U=1,65 W/m²K, maximaal U=2,2 W/m²K.
- Meterkast**
- Meterruimte uitvoeren conform NEN 2768, mantelbuizen conform voorschrift nuts-bedrijven.

Bouwmaterialen

- Metalswerk
- Kalkzandsteen
- Steenachtige lichte scheidingwand
- Steenachtige lichte scheidingwand, geluiddwerend
- Isolatie
- Vloertegels

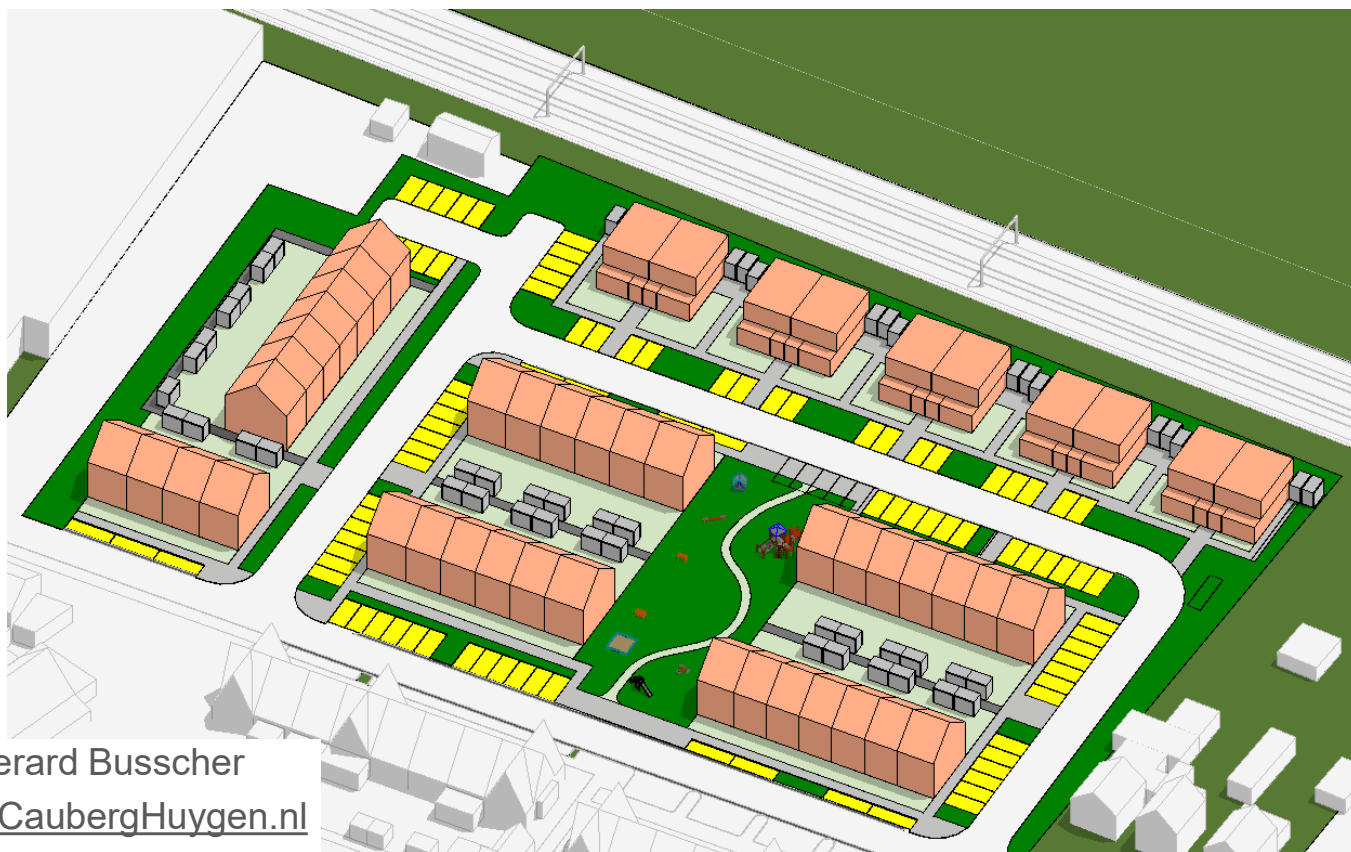


Bijlage V Presentatie 03450-54049-02-V4 van Cauberg Huygen; resultaten EEM rekenmodellen

EEM trillingsonderzoek Katoenstraat Deurne

CAUBERG
HUYGEN

*Trillingen in nieuwbouw als gevolg van passerend
treinverkeer;
Prognose en beoordeling op basis van 3D EEM
rekenmodel.*



Uitgevoerd door: Gerard Busscher
Gerard.Busscher@CaubergHuygen.nl

Inleiding

Doel en werkwijze

In opdracht van Bots Wonen BV is een Eindige Elementen Methode (EEM) onderzoek uitgevoerd waarmee de te verwachten trillingen als gevolg van spoorverkeer zijn geprognosticeerd voor het toekomstige nieuwbouwproject aan de Katoenstraat in Deurne. Het resultaat van het onderzoek is samengevat in rapport 03450-54049-03 d.d. 23-12-2021.

Voorliggende presentatie geeft een beschrijving van de uitgevoerde berekeningen, een samenvatting van de resultaten, het effect van maatregelen voor de uiteindelijke beoordeling wordt verwezen naar het rapport.

De berekeningen (en voorliggende presentatie) zijn opgesplitst in 3 delen:

1. De woonblokken 2^e en 3^e lijn aan de zuidzijde, evenwijdig aan spoor (licht roze)
2. Het woonblok dwars op het spoor aan westzijde (roze)
3. De 1^e-lijns appartementsblokken dicht bij het spoor (donkerroze)

Het spoor aan noordzijde is rood weergegeven



Met het rekenmodel is de te verwachten trillingssterkte $V_{\max}$ als gevolg van maatgevende treinpassages berekend in de toekomstige woningen. Voor een eerste beoordeling wordt deze getoetst aan de SBR-B streefwaarden zoals genoemd in het rapport. Doel van de presentatie is om een beeld te geven van de wijze waarop de berekeningen zijn uitgevoerd. Alle berekeningen zijn uitgevoerd met softwarepakket Abaqus van Dassault Systèmes Simulia Corp. versie 2021.

Uitgangspunten deel 1

Situatie

In het eerste deel van het onderzoek wordt het trillingsgedrag van de 2^e en 3^e lijns woningen doorgerekend. Het rekenmodel waarmee de beoordeling is gemaakt, is gebaseerd op de meest oostelijke woningen zoals rood-omkaderd in de hiernaast weergegeven situatietekening. De geselecteerde woningen zijn representatief voor de andere 2^e en 3^e lijns woningen

Het rekenmodel bevat de 3 oostelijke woningen in het blok van 7 met symmetrische randvoorwaarden aan de linker zijde (rode hartlijn in de figuur). Het simuleert het gedrag van een blok van 6 woningen.

Er zijn in eerste instantie 2 rekenmodellen doorgerekend waarin elke keer één van de 2 blokken (midden of zuid) aanwezig was.

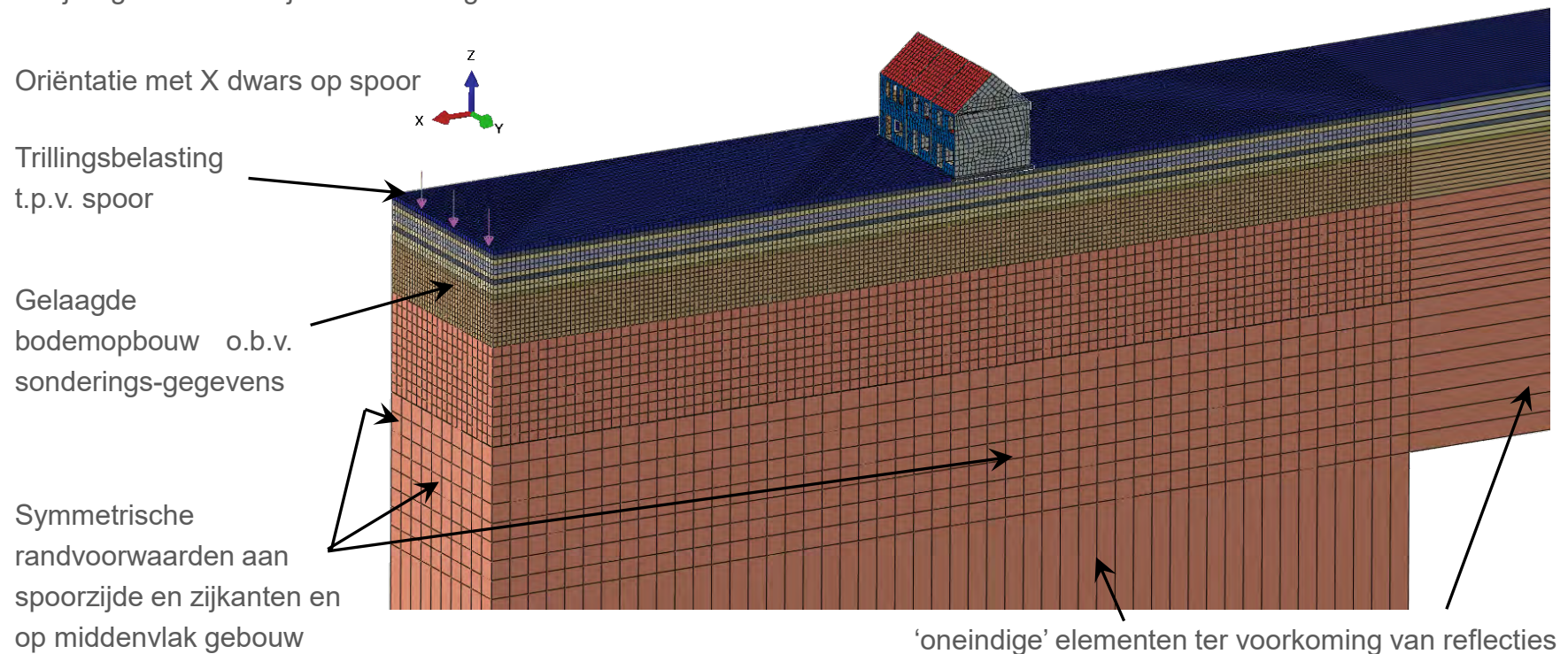


Uitgangspunten deel 1

Beschrijving rekenmodel

Algemeen:

- 3D rekenmodel met symmetrische randvoorwaarden (simuleert rij identieke gebouwen aan weerszijden van het spoor).
- Helft van blok met 6 woningen is gemodelleerd met symmetrische (spiegelende) randvoorwaarden.
- Het model bevat alleen de hoofddraagconstructie van het gebouw. Van niet-dragende delen is alleen de massa toegevoegd. Uitgangspunt is dat niet-dragende delen in het gebouw (ramen, tussenwanden, gevels), niet relevant bijdragen aan de stijfheid van het gebouw.



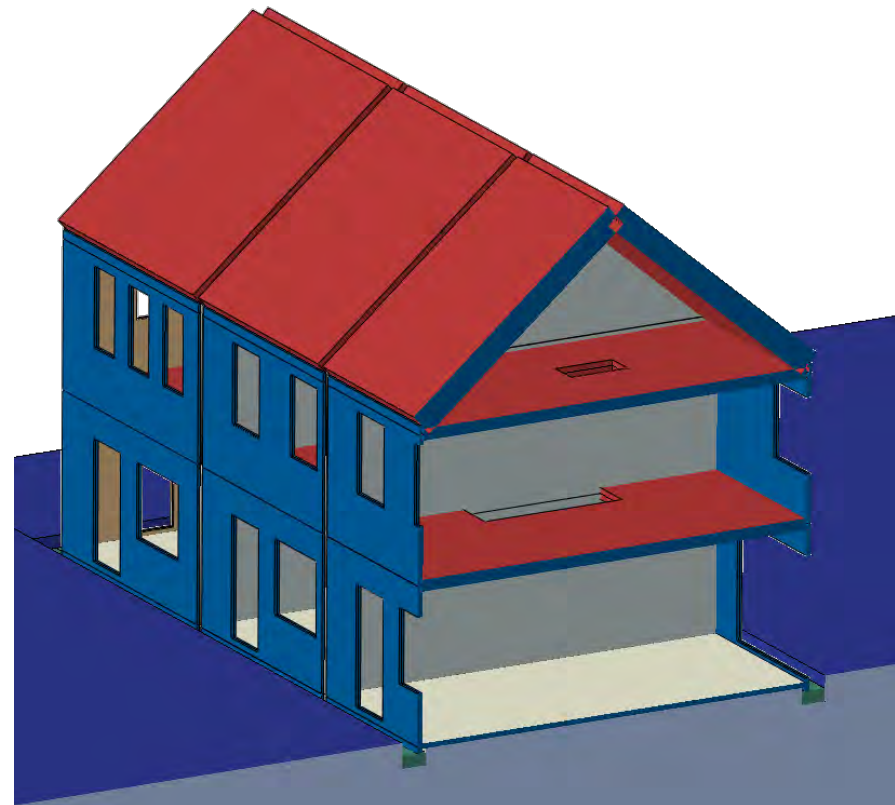
Uitgangspunten deel 1

Beschrijving rekenmodel

Algemeen:

- In het model zijn alle dragende elementen gemodelleerd en van niet-dragende elementen alleen de massa (aangebracht op constructieve vloeren en wanden).
- Het gebouw is opgebouwd uit zogenaamde shell elementen, fundament en bodem uit solid-elementen en ankers uit beam-elementen.
- Op het snedevlak van het fundament en de spouwankers zijn symmetrische randvoorwaarden gehanteerd.
- De begane-grond vloer is gedilateerd van de wanden en opgelegd op 140 mm EPS isolatieschuim.
- De constructie van het dak is equivalent aan de werkelijke constructie en is zodanig gemodelleerd dat de constructie slechts zeer beperkt bijdraagt aan de globale stijfheid van het gebouw.

In de figuur is het model van de woningen weergegeven, de eerste woning is daarbij net binnen de westelijke bouwmuur doorgesneden.



Resultaten basisonwerp deel 1

Geprognosticeerde $V_{\max}$ op alle vloeren

In onderstaande tabel is de toetsing van de trillingssterkte weergegeven. Als de berekende $V_{\max}$ voldoet aan de streefwaarde A_2 voor de nieuwe situatie in de nachtperiode (waarde 0,2), dan is de betreffende waarde groen gemarkeerd. Als de berekende waarde voor $V_{\max}$ voldoet aan de streefwaarde A_2 voor de nieuwe situatie in de dag- en avondperiode (waarde 0,4), dan is de betreffende waarde gemarkeerd met een gele kleur. Overschrijdt de berekende $V_{\max}$ ook deze streefwaarde, dan is de betreffende waarde gemarkeerd met een oranje kleur.

De waarde van 0,4 komt ook overeen met de streefwaarde A_2 voor de nachtperiode in de *bestaande* situatie. De beoordeling is daarom gecombineerd.

Ten aanzien van de toetsing blijkt dat streefwaarde $A_2=0,2$ gedurende de nachtperiode voor alle woningen wordt overschreden. De streefwaarde voor de dag- en avondperiode ($A_2=0,4$) wordt niet overschreden.

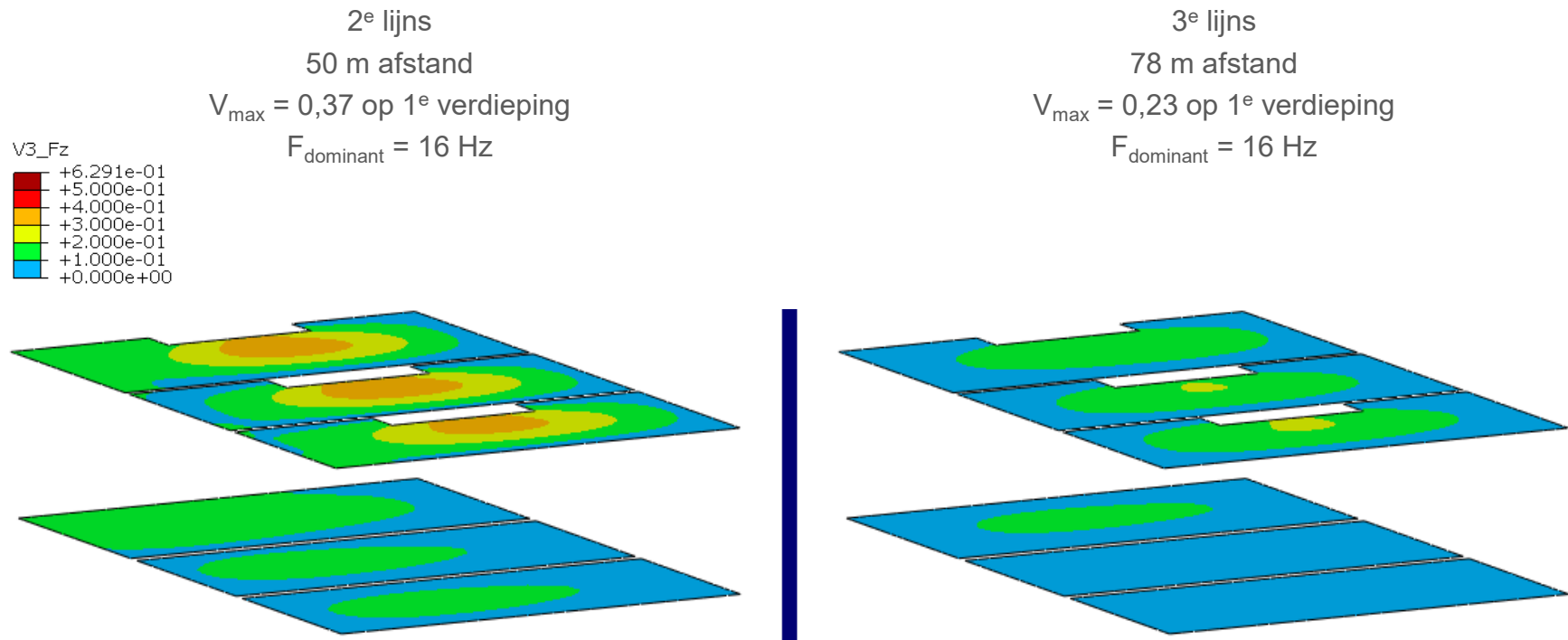
Geconcludeerd kan worden dat trillingshinder wordt verwacht in de toekomstige woningen. Conform SBR-B dienen maatregelen te worden onderzocht om de trillingsniveaus te reduceren.

Locatie	Afstand tot spoor [m]	$V_{\max}$	
		Verticaal	Horizontaal
SBR-B A2 streefwaarde nieuw / bestaand		0,2 / 0,4	0,2 / 0,4
2^e lijns	50	0,37 (16 Hz)	0,30 (8 Hz)
3^e lijns	78	0,23 (16 Hz)	0,20 (8 Hz)

Resultaten basisonwerp deel 1

Geprognosticeerde $V_{\max}$ op alle vloeren

Onderstaande figuur geeft de verdeling van de hoogste berekende verticale trillingssterkte per vloer en per blok weer. Geel/oranje betekent overschrijding van de A_2 nacht voor nieuwe situaties (0,2), rood betekent overschrijding van de A_2 voor bestaande situatie (0,4).



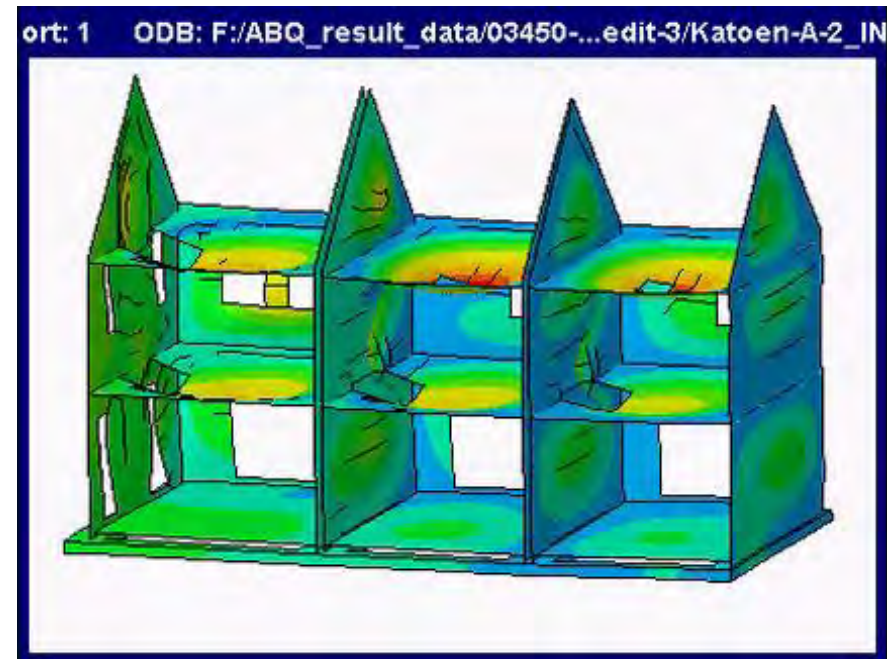
Resultaat basisontwerp deel 1

Dominante trilvorm 2^e lijn

De animatie hiernaast geeft weer hoe de 2^e lijns woning trilt bij een dominante frequentie van 17 Hz. Dit is de trilvorm die de hoogste trillingssterkte van 0,37 veroorzaakt op de vloer van de 1^e verdieping. De trillingssterkte op de 2^e verdieping is hoger, maar dit is een onbestemde ruimte is daarom beoordeeld. De weergegeven trilvorm is ook maatgevend voor de 3^e lijns woningen

Bij de frequentie van 17 Hz resoneert de 1^e verdiepingsvloer van de rijwoningen en de hoekwoning.

In de animatie zijn de bodem, het dak en de voorgevel onzichtbaar gemaakt om de vloeren in de woning te kunnen laten zien. Verder geldt dat de kleuren zijn geschaald naar de maximaal optredende trillingssterkte en niet meer naar de SBR-B eisen zoals op de voorgaande dia. De kleur rood betekent dus daar ter plekke de hoogste trillingssterkte optreedt en niet noodzakelijkerwijs overschrijding van de streefwaarden.



Maatregelen deel 1

Doorgevoerde maatregelen

- a. Toepassing van 400 mm dikke funderingsplaat onder alle woningen
- b. BG dekvloer via 130-140 mm EPS100 *) op funderingsplaat
- c. Verhoging constructieve dikte verdiepingsvloeren van 230 mm naar 250 mm
- d. Deel van binnenwanden hoekwoning en rijtjeswoning gekoppeld aan vloeren
- e. Massieve 300 mm woningscheidende wanden van kalkzandsteen klasse CS12 (was spouwmuur 2x120 mm kalkzandsteen klasse CS12)
- f. Als gevolg van punt e. is sprake van doorlopende (momentvast gekoppelde) verdiepingsvloeren en wordt een 20 mm Thermio zwevende dekvloer **) toegepast ter voorkoming van contactgeluid.

Zie ook bijlage IV in het rapport

- *) of eventueel stijver materiaal zoals XPS500 dat toegepast wordt in de 1^e lijns appartement-blokken
- **) om versterking van trillingen door resonantie van de zwevende dekvloer te voorkomen, is uitgegaan van een relatief stijf isolatiemateriaal (20 mm Redumax AkoestiTACK in 4 kN/m² uitvoering) en een zo licht mogelijke dekvloer (50 mm dik Thermio gietdekvloer F8).

Resultaten na maatregelen deel 1

Geprognosticeerde $V_{\max}$ op alle vloeren

Onderstaande tabel geeft per blok de hoogste berekende trillingssterkte van het oorspronkelijke ontwerp en het aangepaste ontwerp. In de laatste kolom is te zien dat een grote reductie (een negatieve toename) van de te verwachten trillingsniveaus is gerealiseerd. In de 3^e lijns woningen wordt ruimschoots (met 30% marge) voldaan aan de strengste SBR-B streefwaarden geldig voor de nachtperiode bij nieuwe situaties. In de 2^e lijns woningen worden de streefwaarden met maximaal 25% overschreden.

Verder maatregelen om de trillingen te reduceren zullen complex zijn en impact hebben op de indeling van de woning. Extra kolommen bijvoorbeeld zijn ongewenst op de plek waar de hoogste trillingen optreden.

Kleurmarkering:

Groen: voldoet aan A_2 van 0,2 (nacht, nieuwe situatie)

Geel: voldoet aan A_2 van 0,4 (nacht bestaande situatie of dag/avond nieuwe situatie)

Oranje: overschrijding A_2 van 0,4

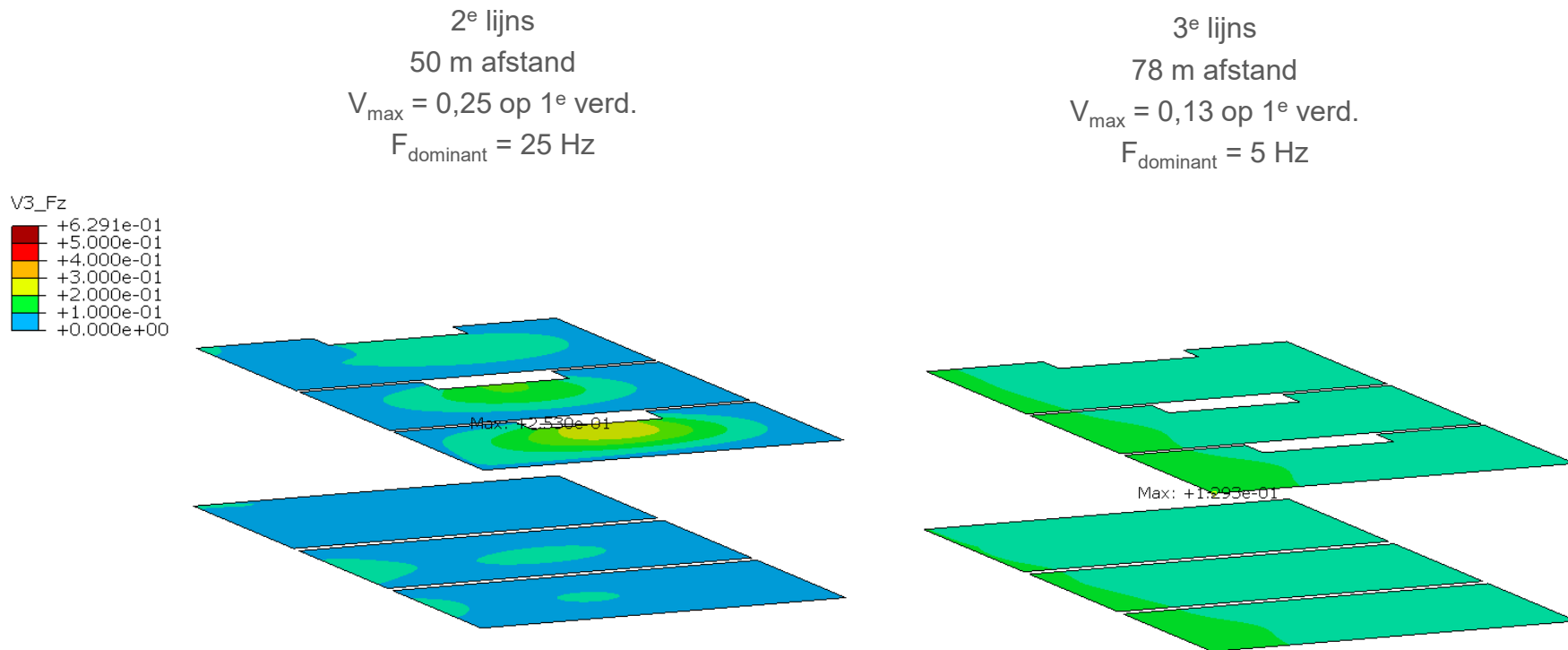
Locatie	Afstand tot spoor [m]	$V_{\max}$		Toename*
		Oorspronkelijk	Aangepast	
SBR-B A2 streefwaarde nieuw / bestaand		0,2 / 0,4	0,2 / 0,4	
2 ^e lijns	50	0,37	0,25	-31%
3 ^e lijns	78	0,23	0,13	-43%

*in de tabel wordt een "negatieve toename" gebruikt voor de reductie van de trillingssterkte omdat een negatief getal een betere associatie met een afname heeft.

Resultaten na maatregelen deel 1

Geprognoseerde $V_{\max}$ op alle vloeren

Onderstaande figuur geeft de verdeling van de hoogste berekende verticale trillingssterkte per vloer en per blok weer. Geel/oranje betekent overschrijding van de A_2 nacht voor nieuwe situaties (0,2), rood betekent overschrijding van de A_2 voor bestaande situatie (0,4).



Uitgangspunten deel 2

Situatie

In het tweede deel van het onderzoek wordt het trillingsgedrag van het woonblok dwars op het spoor aan westzijde van het project doorgerekend. Het rekenmodel waarmee de beoordeling is gemaakt, is gebaseerd op het volledige blok zoals rood-omkaderd is gemarkeerd in de hiernaast weergegeven situatietekening.

Het model is aan weerszijden begrensd met symmetrische randvoorwaarden (rode hartlijn in de figuur).

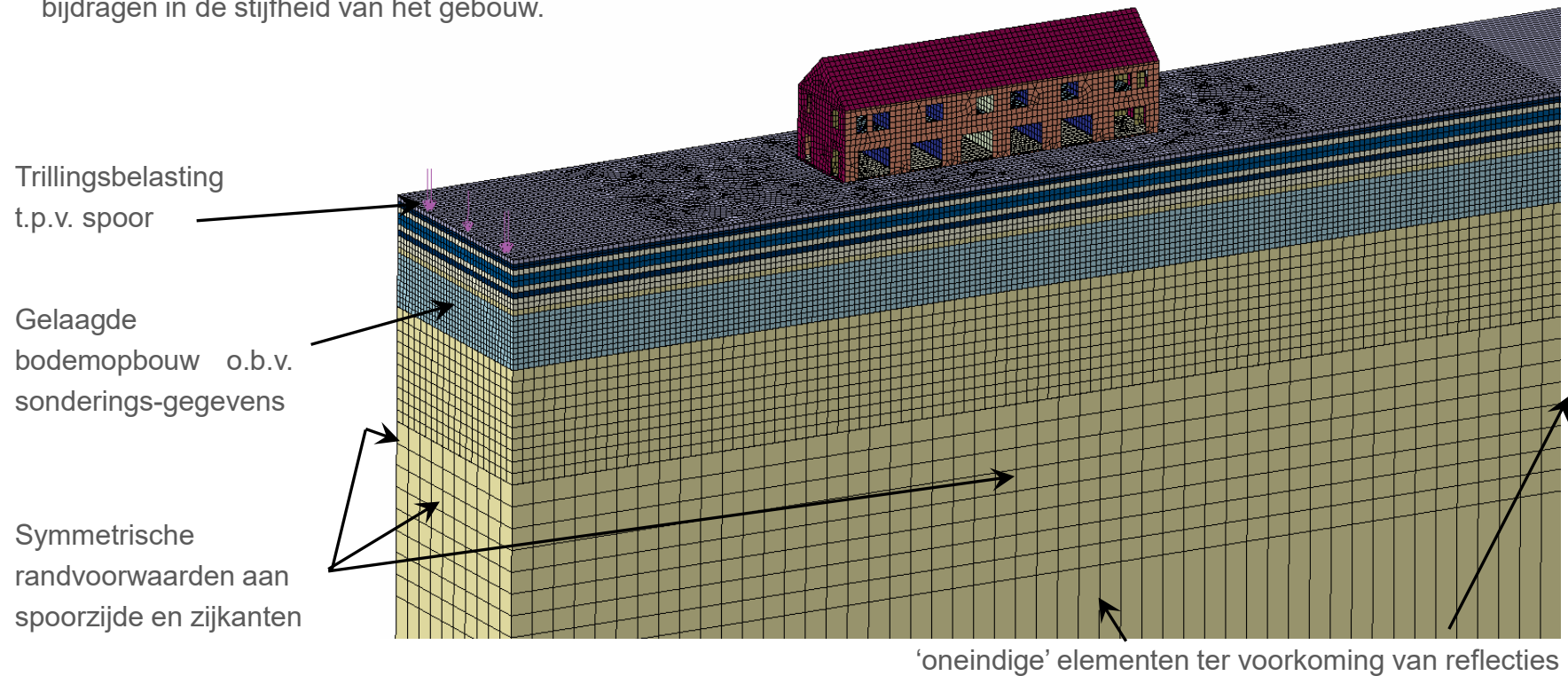


Uitgangspunten deel 2

Beschrijving rekenmodel

Algemeen:

- 3D rekenmodel met symmetrische randvoorwaarden (simuleert rij identieke gebouwen aan weerszijden van het spoor).
- Hele blok met 6 woningen is gemodelleerd met symmetrische (spiegelende) randvoorwaarden aan zijkanten.
- Het model bevat alleen de hoofddraagconstructie van het gebouw, van niet-dragende delen is alleen de massa toegevoegd. Uitgangspunt is dat niet-dragende delen in het gebouw (ramen, tussenwanden, gevels), niet relevant bijdragen in de stijfheid van het gebouw.



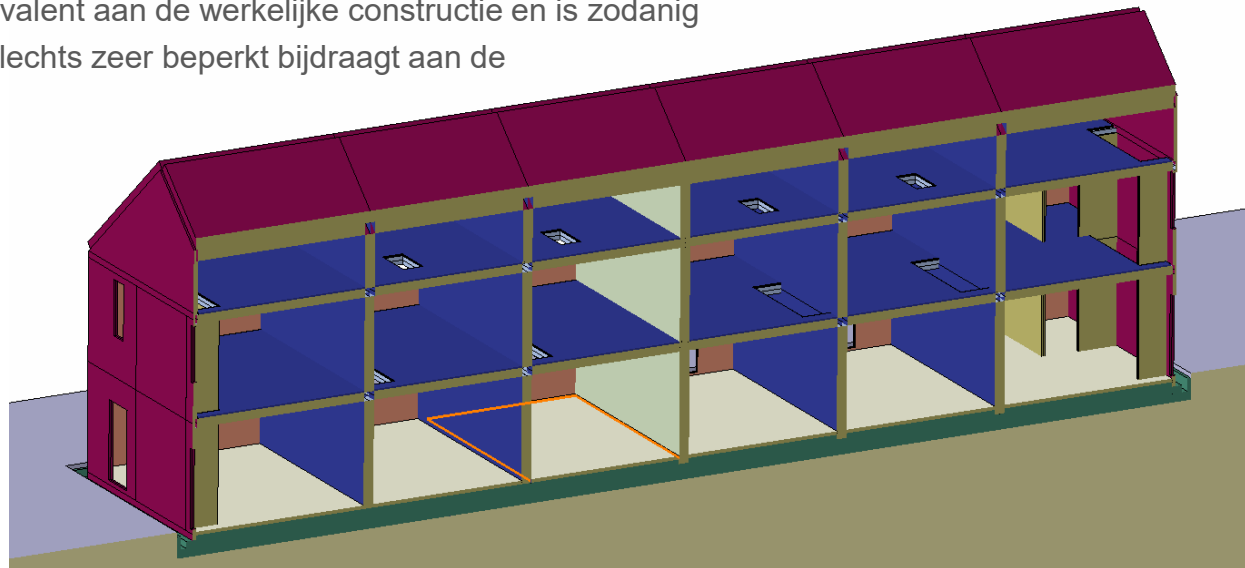
Uitgangspunten deel 2

Beschrijving rekenmodel

Algemeen:

- De maatregelen zoals getroffen voor woningen in deel 1 (zie dia 9) zijn hier ook toegepast.
- In het model zijn alle dragende elementen gemodelleerd en van niet-dragende elementen alleen de massa (aangebracht op constructieve vloeren en wanden).
- Het gebouw is opgebouwd uit zogenaamde shell elementen, fundament en bodem uit solid-elementen en ankers uit beam-elementen.
- Op het snedevlak van het fundament en de spouwankers zijn symmetrische randvoorwaarden gehanteerd.
- De begane-grond vloer is gedilateerd van de wanden en opgelegd op 140 mm EPS isolatieschuim.
- De constructie van het dak is equivalent aan de werkelijke constructie en is zodanig gemodelleerd dat de constructie slechts zeer beperkt bijdraagt aan de globale stijfheid van het gebouw.

In figuur is het model van de woningen weergegeven, de rij woningen is daarbij net binnen de westelijke gevel doorsneden.



Resultaten basisonwerp deel 2

Geprognoseerde $V_{\max}$ op alle vloeren

Onderstaande tabel geeft de hoogste berekende trillingssterkte weer afhankelijk van de afstand tot het spoor.

Ten aanzien van de toetsing blijkt dat alleen voor de woningen het dichtstbij het spoor de trillingssterkte niet lager is dan de streefwaarde $A_2=0,2$ geldig voor de nachtperiode. Omdat de trillingssterkte gelijk is aan de streefwaarde, voldoet ze strikt genomen niet. De 'overschrijding' is echter dermate klein dat deze niet significant is en zeker niet merkbaar voor bewoners.

Geconcludeerd kan worden dat géén trillingshinder wordt verwacht in de toekomstige woningen van het woonblok dwars op het spoor aan westzijde van het project.

Kleurmarkering:

Groen: voldoet aan A_2 van 0,2 (nacht, nieuwe situatie)

Geel: voldoet aan A_2 van 0,4 (nacht bestaande situatie of dag/avond nieuwe situatie)

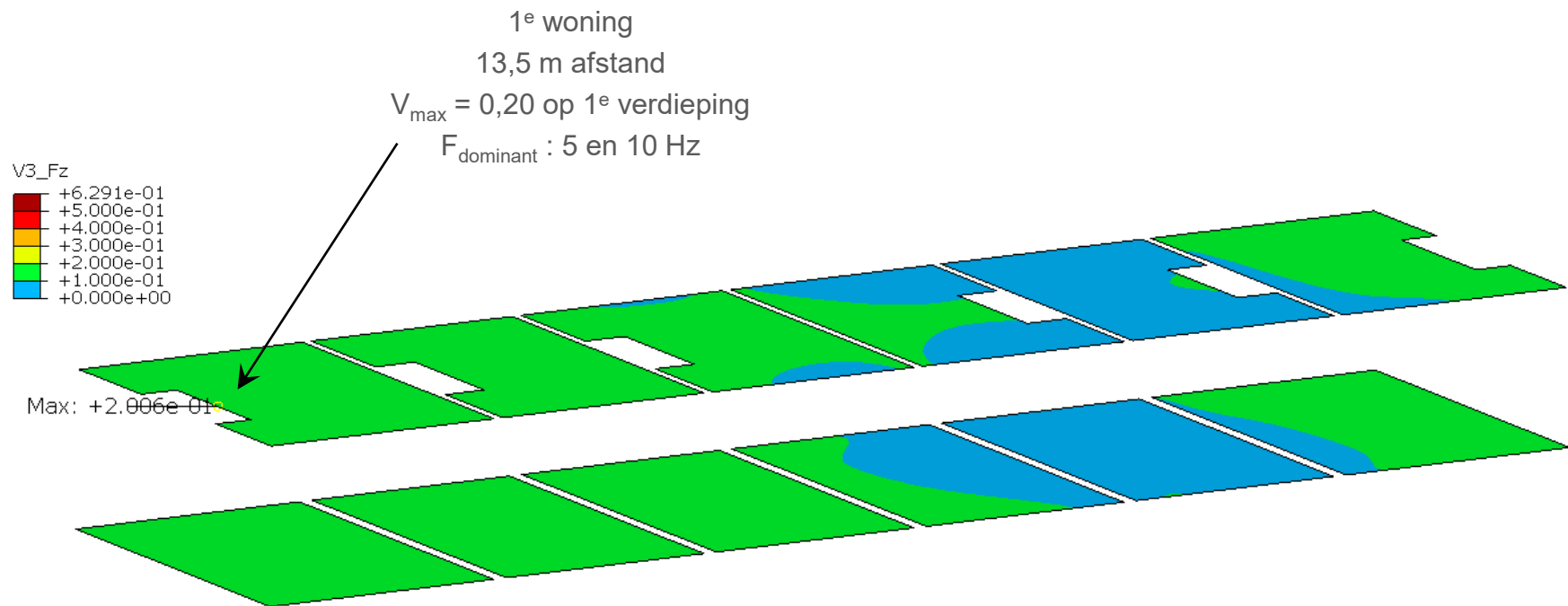
Oranje: overschrijding A_2 van 0,4

Locatie	Afstand tot spoor [m]	$V_{\max}$	
		Verticaal	Horizontaal
SBR-B A_2 streefwaarde nieuw / bestaand		0,2 / 0,4	0,2 / 0,4
1^e woning (dichtst bij het spoor)	34,5	0,20 (5, 10 Hz)	0,16 (8 Hz)
Andere woningen	40	0,19 (25 Hz)	0,16 (8 Hz)

Resultaten basisonwerp deel 2

Geprognosticeerde $V_{\max}$ op alle vloeren

Onderstaande figuur geeft de verdeling van de hoogste berekende verticale trillingssterkte per vloer en per blok weer. Geel/oranje betekent overschrijding van de A_2 nacht voor nieuwe situaties (0,2), rood betekent overschrijding van de A_2 voor bestaande situatie (0,4).

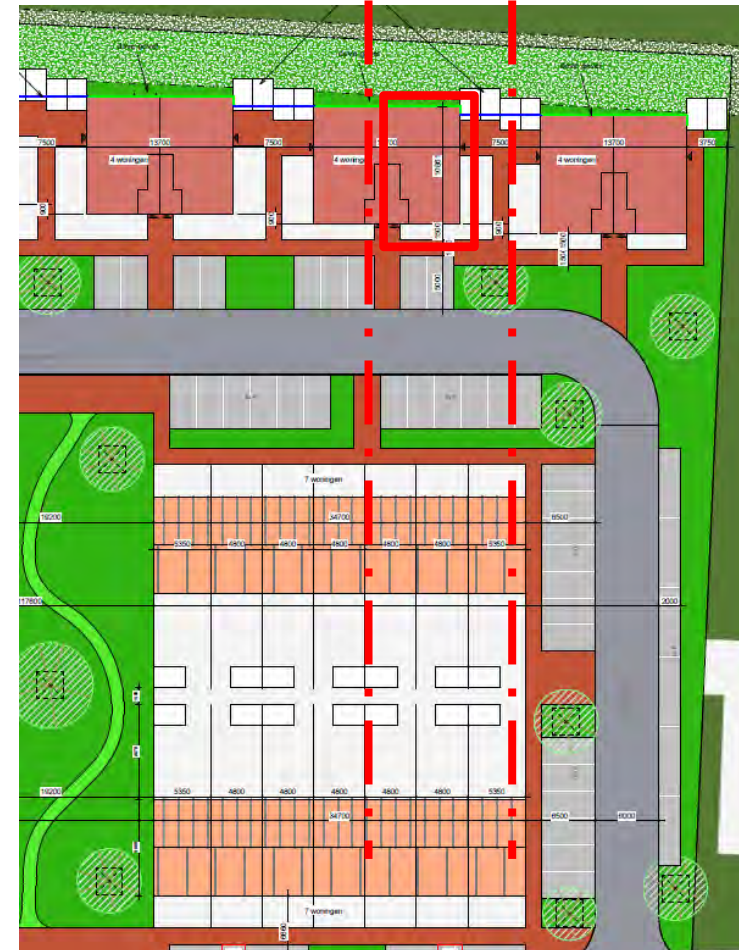


Uitgangspunten deel 3

Situatie

In het derde deel van het onderzoek wordt het trillingsgedrag van de 1^e lijns appartementenblokken doorgerekend. Het rekenmodel waarmee de beoordeling is gemaakt, is gebaseerd op de helft van een willekeurig blok van de rij blokken zoals rood-omkaderd is gemarkeerd in de hiernaast weergegeven situatietekening. Het geselecteerde halve blok is representatief voor de andere 1^e lijns appartementenblokken.

Het rekenmodel bevat een half blok met 2 appartementen en met symmetrische randvoorwaarden aan de linker en rechter zijde (rode hartlijn in de figuur). Het simuleert het gedrag van een rij blokken.

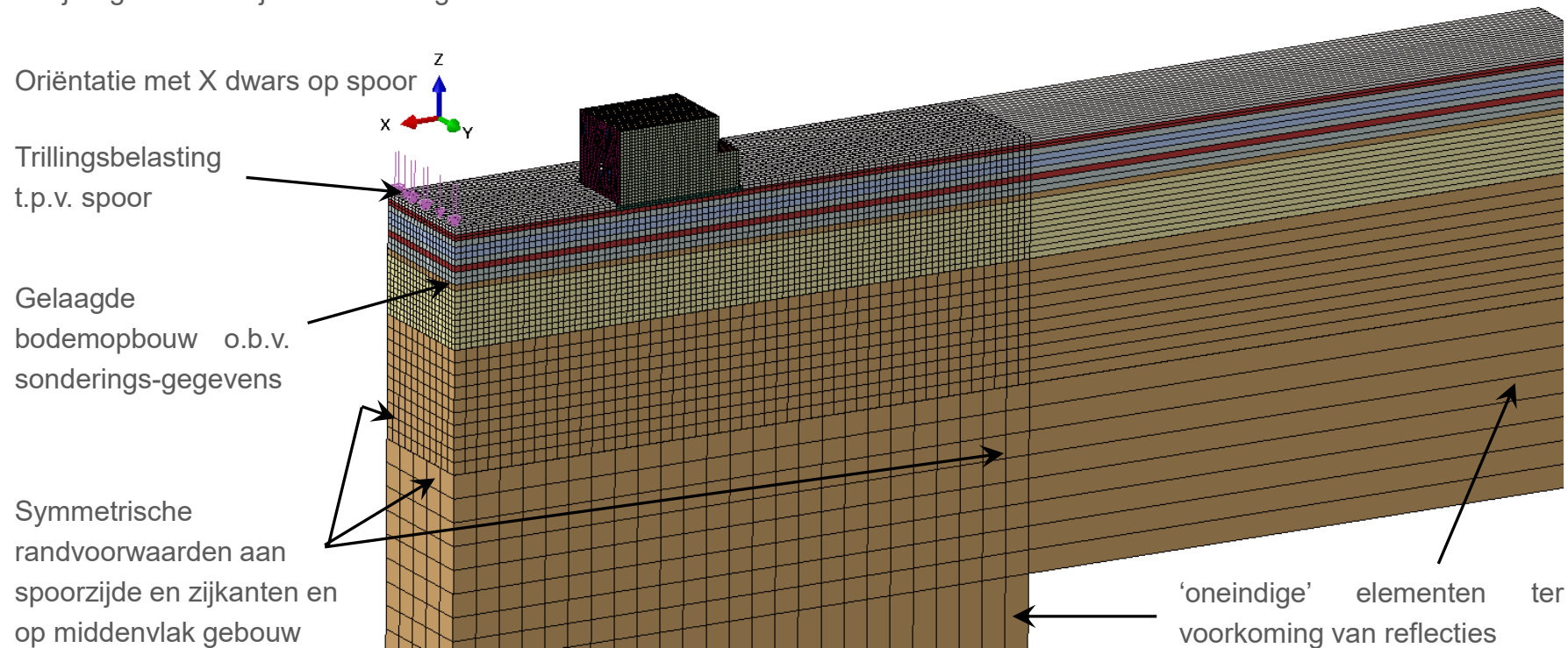


Uitgangspunten deel 3

Beschrijving rekenmodel

Algemeen:

- 3D rekenmodel met symmetrische randvoorwaarden (simuleert rij identieke gebouwen aan weerszijden van het spoor).
- Helft van blok met 4 appartementen is gemodelleerd met symmetrische (spiegelende) randvoorwaarden.
- Het model bevat alleen de hoofddraagconstructie van het gebouw, van niet-dragende delen is alleen de massa toegevoegd. Uitgangspunt is dat niet-dragende delen in het gebouw (ramen, tussenwanden, gevels), niet relevant bijdragen in de stijfheid van het gebouw.



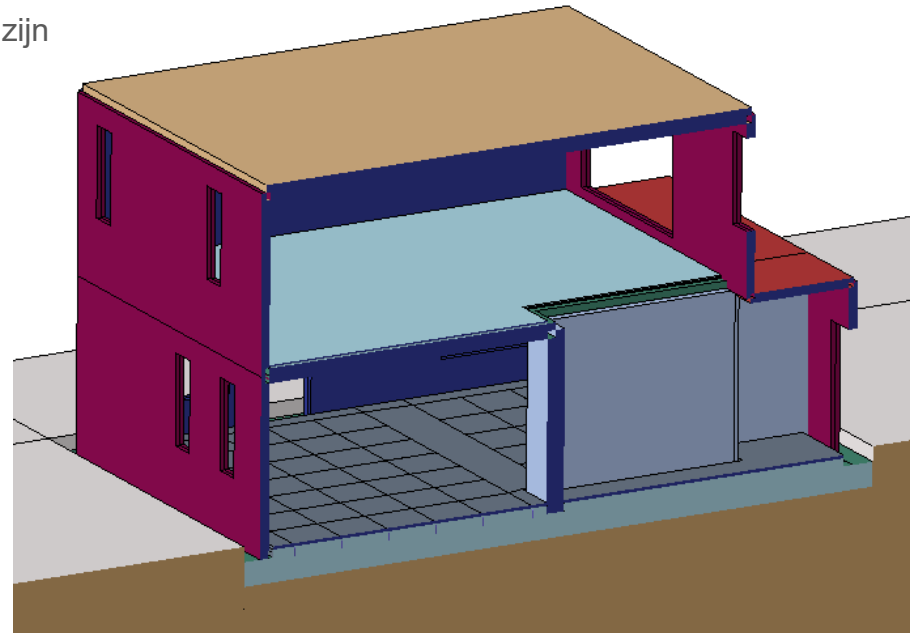
Uitgangspunten deel 3

Beschrijving rekenmodel

Algemeen:

- De maatregelen zoals getroffen voor woningen in deel 1 (zie dia 11 en 12) zijn hier ook toegepast (voor zover van toepassing). De funderingsplaat is 400 mm dik in plaats van 450 mm voor woningen in deel 1.
- In het model zijn alle dragende elementen gemodelleerd en van niet-dragende elementen alleen de massa (aangebracht op constructieve vloeren en wanden).
- Het gebouw is opgebouwd uit zogenaamde shell elementen, fundament en bodem uit solid-elementen en ankers uit beam-elementen.
- Op het snedevlak van het fundament en de spouwankers zijn symmetrische randvoorwaarden gehanteerd.
- De begane-grond vloer is gedilateerd van de wanden en opgelegd op 140 mm EPS isolatieschuim.

In de figuur is het model van de helft van een appartementenblok weergegeven. Het model is net binnen de scheidingswand in het midden van het blok doorsneden om de vloeren weer te kunnen geven



Resultaten basisonwerp deel 3

Geprognoseerde $V_{\max}$ op alle vloeren

Onderstaande tabel geeft per blok de hoogste berekende trillingssterkte weer afhankelijk van de afstand tot het spoor. Voor de appartementenblokken (dicht bij het spoor) is van belang over welk spoor de trein de trillingen heeft veroorzaakt.

De toetsing voor de nachtperiode is strenger om verstoring van slaap te voorkomen. Daarom wordt de toetsing aan deze streefwaarden alleen uitgevoerd voor de slaapkamer. De rest van de woning moet wel voldoen aan de streefwaarde voor de dag- en avondperiode.

Uit de toetsing blijkt dat de streefwaarde voor nieuwe situaties (dag en avond 0,4 en nacht 0,2) beide worden overschreden.

De streefwaarden voor bestaande situaties (dag en avond 0,8 en nacht 0,4) worden alleen in de nachtperiode overschreden (met 70%).

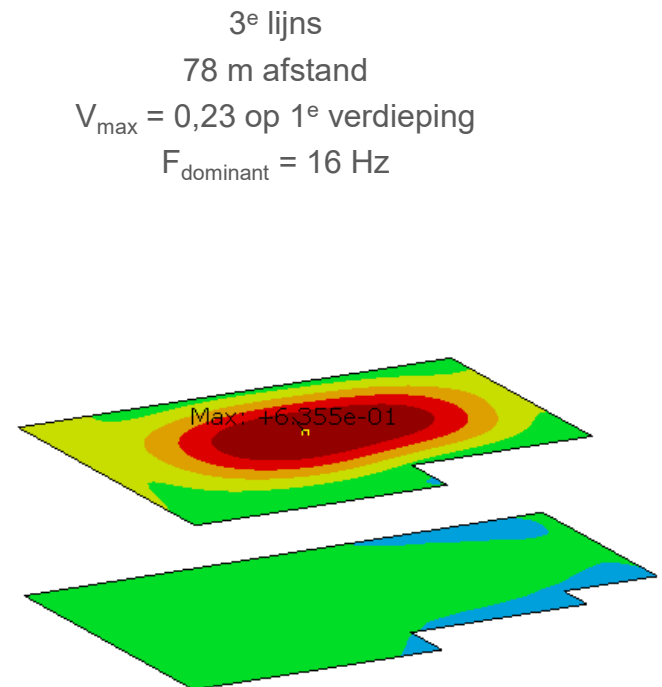
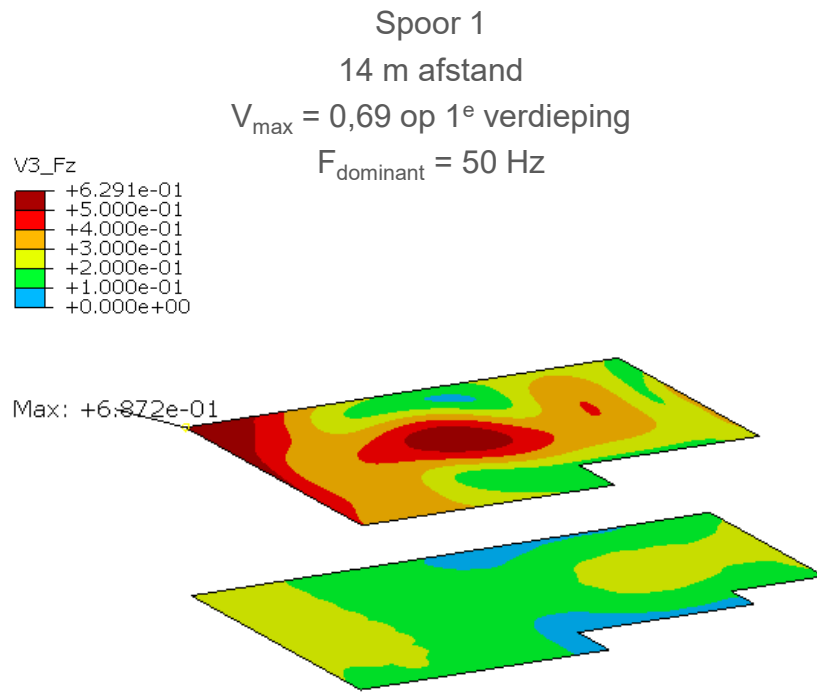
Geconcludeerd kan worden dat trillingshinder wordt verwacht in de toekomstige woningen. Conform SBR-B dienen maatregelen te worden onderzocht om de trillingsniveaus te reduceren.

Locatie	Afstand tot spoor [m]	$V_{\max}$ woning geheel dag/ avond		$V_{\max}$ slaapkamer nacht	
		Verticaal	Horizontaal	Verticaal	Horizontaal
SBR-B A2 streefwaarde nieuw / bestaand		0,4 / 0,8	0,4 / 0,8	0,2 / 0,4	0,2 / 0,4
Aanstoting door 1^e (zuidelijke) spoor	14	0,69 (50 Hz)	0,31 (40 Hz)	0,69 (50 Hz)	0,30 (40 Hz)
Aanstoting door 2^e (noordelijke) spoor	18	0,64 (16 Hz)	0,30 (40 Hz)	0,57 (16 Hz)	0,30 (40 Hz)

Resultaten basisonwerp deel 3

Geprognosticeerde $V_{\max}$ op alle vloeren

Onderstaande figuur geeft de verdeling van de hoogste berekende verticale trillingssterkte per vloer en per blok weer. Geel/oranje betekent overschrijding van de A_2 nacht voor nieuwe situaties (0,2), rood betekent overschrijding van de A_2 voor bestaande situatie (0,4).



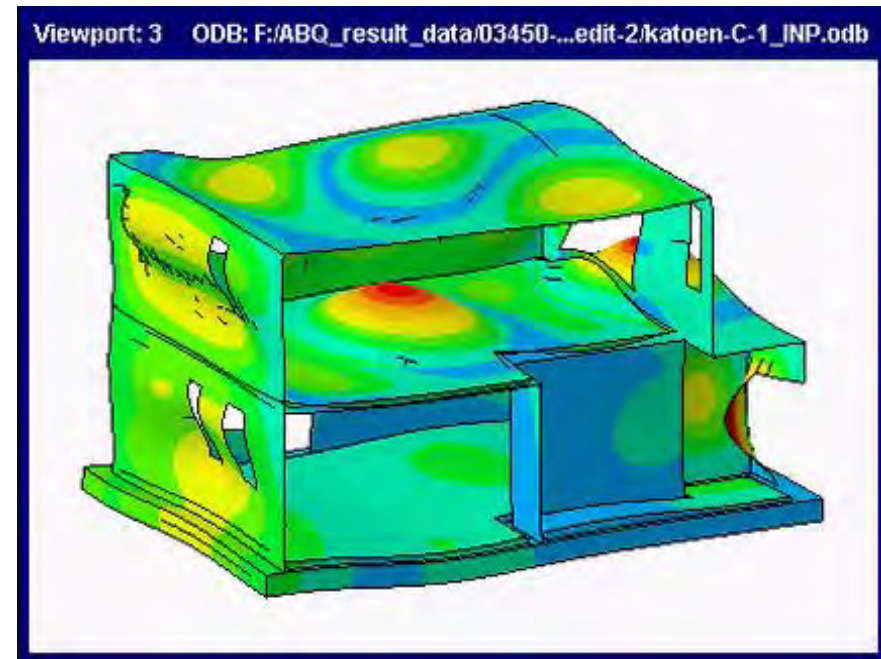
Resultaat basisontwerp deel 3

Dominante trilvorm 1^e spoor

De animatie hiernaast geeft weer hoe het (halve) blok trilt bij een dominante frequentie van 51 Hz. Dit is de trilvorm die de hoogste trillingssterkte van 0,69 veroorzaakt op de vloer van de 1^e verdieping.

Bij 51 Hz resoneert de 1^e verdiepingvloer van het appartement en de zwevende dekvloer op de verdieping.

In de animatie zijn de bodem en de woningscheidende wand midden in het blok onzichtbaar gemaakt om de vloeren in de woning te kunnen laten zien. Verder geldt dat de kleuren zijn geschaald naar de maximaal optredende trillingssterkte en niet meer naar de SBR-B eisen zoals op de voorgaande dia. De kleur rood betekent dus daar ter plekke de hoogste trillingssterkte optreedt en niet noodzakelijkerwijs overschrijding van de streefwaarden.



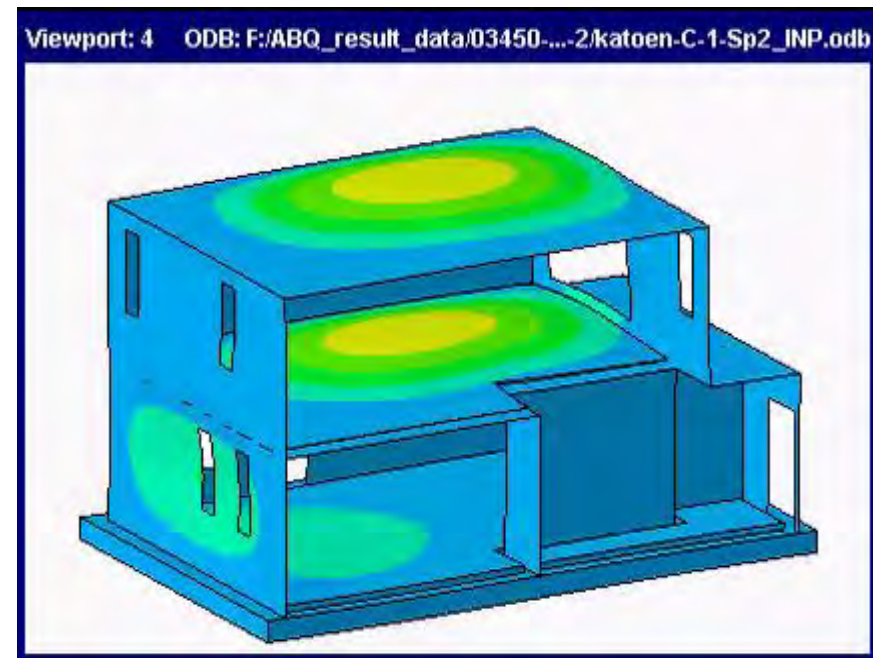
Resultaat basisontwerp deel 3

Dominante trilvorm 2^e spoor

De animatie hiernaast geeft weer hoe het (halve) blok trilt bij een dominante frequentie van 17 Hz. Dit is de trilvorm die de hoogste trillingssterkte van 0,64 veroorzaakt op de vloer van de 1^e verdieping.

Bij 17 Hz resoneert de 1^e verdiepingvloer van het appartement. De zwevende dekvloer volgt de constructieve vloer en zorgt niet voor versterking.

In de animatie zijn de bodem en de woningscheidende wand midden in het blok onzichtbaar gemaakt om de vloeren in de woning te kunnen laten zien. Verder geldt dat de kleuren zijn geschaald naar de maximaal optredende trillingssterkte en niet meer naar de SBR-B eisen zoals op de voorgaande dia. De kleur rood betekent dus daar ter plekke de hoogste trillingssterkte optreedt en niet noodzakelijkerwijs overschrijding van de streefwaarden.



Maatregelen deel 3

Doorgevoerde maatregelen

Naast de al doorgevoerde maatregelen vanuit de berekeningen voor deel 1, worden de volgende aanvullende maatregelen doorgevoerd:

- a. Toepassing van 280 mm verdiepingsvloer met 70 mm vaste afwerking (zwevende dekvloer komt te vervallen *)
- b. BG dekvloer via 130 mm XPS500 op funderingsplaat (EPS100 is te slap)
- c. Binnenwanden BG evenwijdig aan spoor gekoppeld aan vloeren (ivm contactgeluideisen minimaal 214 mm kalkzandsteen)
- d. Binnenwanden dwars op spoor in slaapkamer op verdieping gekoppeld aan vloer en dak (214 mm kalkzandsteen)
- e. Binnenspouwblad verdieping zijde ver van spoor 214 mm kalkzandsteen (CS12)

Zie ook bijlage IV in het rapport

- *) de vloer heeft een massa van ruim 800 kg/m², voldoende zwaar om zonder zwevende dekvloer aan de contactgeluideisen te voldoen.
- **) om versterking van trillingen door resonantie van de zwevende dekvloer te voorkomen is uitgegaan van een relatief stijf isolatiemateriaal (20 mm Redumax AkoestiTACK in 4 kN/m² uitvoering) en een zo licht mogelijke dekvloer (50 mm dik Thermio gietdekvloer F8).

Resultaten na maatregelen deel 3

Geprognoseerde $V_{\max}$ op alle vloeren

Onderstaande tabel geeft voor de gehele woning en afzonderlijk voor de slaapkamers de hoogste berekende trillingssterkte van het oorspronkelijke ontwerp en het aangepaste ontwerp. Weergegeven is voor beide ontwerpen de hoogste waarde voor de twee sporen. In de onderste rij is te zien dat een reductie (negatieve toename) van de te verwachten trillingsniveaus is gerealiseerd met 42 tot 45%.

Na de getroffen aanpassing wordt in de dag- en avondperiode nagenoeg voldaan aan de streefwaarden voor nieuwe situaties (trillingssterkte 0,4 is net niet lager dan streefwaarde 0,4). In de nachtperiode is in de slaapkamer nog sprake van een overschrijding van de streefwaarden voor nieuwe situaties. Na de getroffen maatregelen wordt echter wel voldaan aan de streefwaarden voor bestaande situaties. In lijn met SBR-B kan gesteld worden dat nieuwe bewoners in eerste instantie hinder kunnen ervaren maar dat vanwege gewenning na verloop van tijd deze hinder afneemt of verdwijnt.

Locatie	Afstand tot spoor [m]	$V_{\max}$ woning geheel dag/ avond		$V_{\max}$ slaapkamer nacht	
		Verticaal	Horizontaal	Verticaal	Horizontaal
SBR-B A2 streefwaarde nieuw / bestaand		0,4 / 0,8	0,4 / 0,8	0,2 / 0,4	0,2 / 0,4
Oorspronkelijk	14/18	0,69 (50 Hz)	0,31 (40 Hz)	0,69 (50 Hz)	0,30 (40 Hz)
Aangepast	14/18	0,40 (40Hz)	0,26 (8 Hz)	0,38 (40 Hz)	0,24 (8 Hz)
Toename		-42%	-16%	-45%	-20%

* in de tabel wordt een "negatieve toename" gebruikt voor de reductie van de trillingssterkte omdat een negatief getal een betere associatie met een afname heeft.

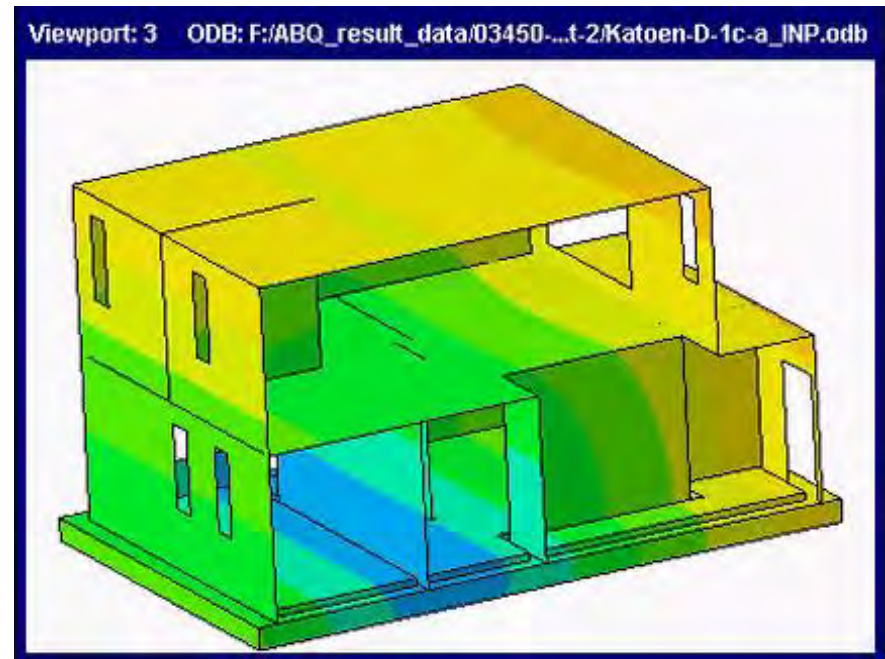
Resultaat na maatregelen deel 3

Dominante trilvorm 1^e spoor

De animatie hiernaast geeft weer hoe het (halve) blok na maatregelen trilt bij een dominante frequentie van 5,5 Hz. Dit is de trilvorm die de hoogste trillingssterkte van 0,33 veroorzaakt op de vloer van de 1^e verdieping, bij aanstoting vanaf het 1^e spoor.

Bij frequentie 5,5 Hz golft het appartementenblok mee met de trillingsgolf in de bodem. Er treedt slechts in beperkte mate een versterking van trillingen op.

In de animatie zijn de bodem en de woningscheidende wand midden in het blok onzichtbaar gemaakt om de vloeren in de woning te kunnen laten zien. Verder geldt dat de kleuren zijn geschaald naar de maximaal optredende trillingssterkte en niet meer naar de SBR-B eisen zoals op de voorgaande dia. De schaal is ook niet gelijk aan die op dia 26 waarin de trilvorm van het originele ontwerp is gepresenteerd.



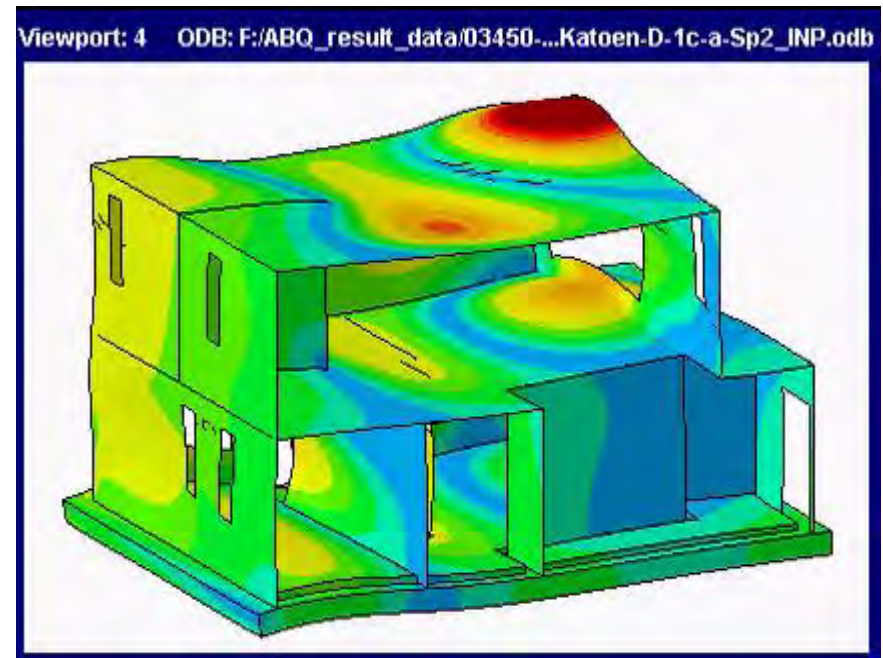
Resultaat na maatregelen deel 3

Dominante trilvorm 2^e spoor

De animatie hiernaast geeft weer hoe het (halve) blok na maatregelen trilt bij een dominante frequentie van 40 Hz. Dit is de trilvorm die de hoogste trillingssterkte van 0,38 veroorzaakt op de vloer van de 1^e verdieping bij aanstoting vanaf het 2^e spoor.

Bij deze frequentie treedt veelvuldig lokaal resonantie op in zowel de begane grond vloer als de verdiepingsvloer. Dat deze resonantiefrequenties relatief hoog zijn, heeft te maken met de aangebrachte maatregelen waardoor de vloeroverspanning relatief klein is geworden.

In de animatie zijn de bodem en de woningscheidende wand midden in het blok onzichtbaar gemaakt om de vloeren in de woning te kunnen laten zien. Verder geldt dat de kleuren zijn geschaald naar de maximaal optredende trillingssterkte en niet meer naar de SBR-B eisen zoals op de voorgaande dia. De schaal is ook niet gelijk aan die op dia 26 waarin de trilvorm van het originele ontwerp is gepresenteerd.



Resultaat basisontwerp deel 3

Mogelijke aanvullende maatregelen

De $V_{\max} = 0,33$ die na maatregelen ontstaat bij aanstoting door 1^e spoor, is vanwege de lage frequentie van 5,5 Hz alleen met zeer ingrijpende maatregelen verder te reduceren. Gedacht moet worden aan verzwaring van het fundament (met een factor 2 of 3) of toepassing van zeer slappe, laagfrequente trillingsisolatie onder de woning als geheel. Dergelijke maatregelen zijn naar verwachting niet realiseerbaar binnen dit project.

Het realiseren van een verdere reductie van de $V_{\max} = 0,38$ die na maatregelen ontstaat bij aanstoting door het 2^e spoor, zal een zeer nauwkeurige optimalisatie vragen en zeer uitgebreide berekeningen. Bij de complexe trilvorm die bepalend is voor de trillingssterkte, kan lokaal een reductie worden gerealiseerd met een relatief groot risico dat op een andere locatie of bij een andere frequentie een nieuw probleem ontstaat. Alleen met zeer ingrijpende maatregelen (zoals ook bij aanstoting door het 1^e spoor genoemd) is met meer zekerheid een overall reductie te realiseren.

Een verdere reductie van de trillingssterkte voor de 1^e lijns woningen, is naar verwachting niet haalbaar binnen het project.