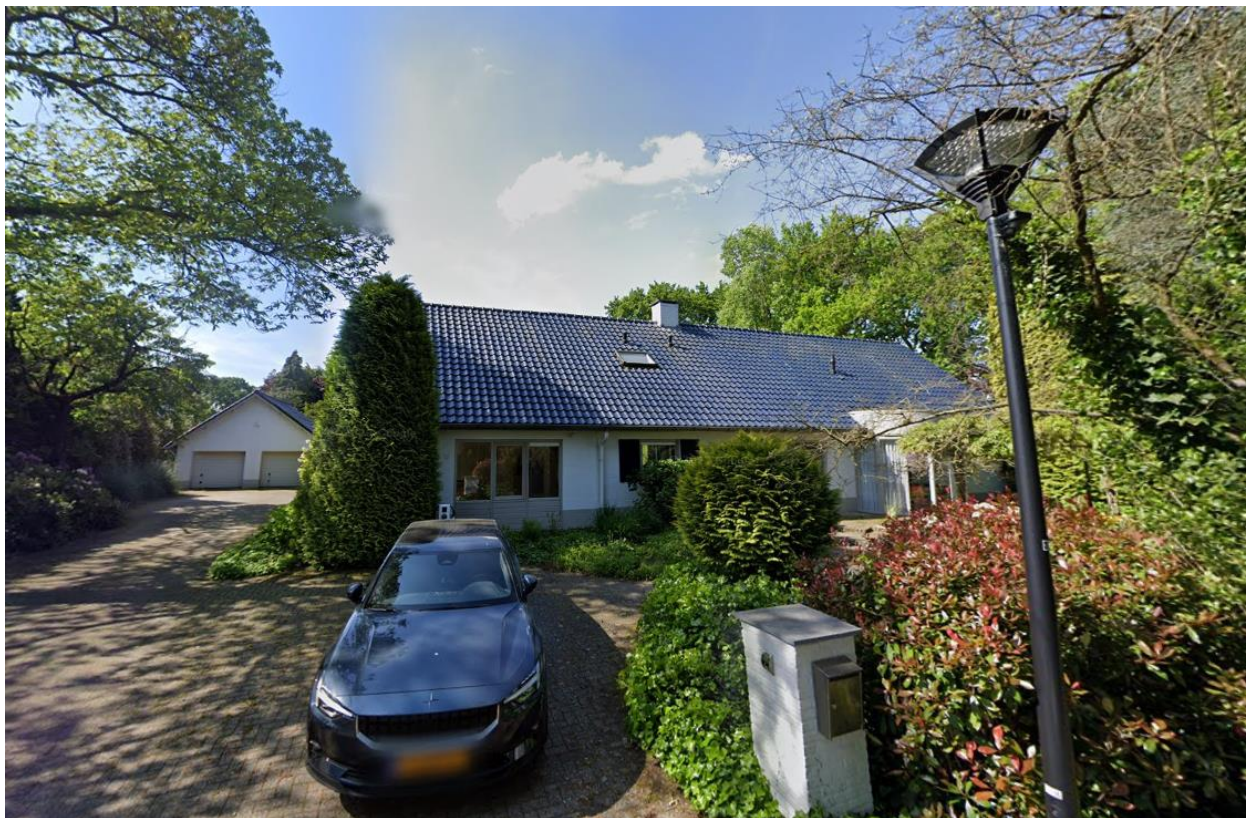


Eindrapportage vleermuisonderzoek Molekeslaan 1 te Nuenen



Juli 2023
Uitgevoerd door:
Maasarend, Praktisch in ecologie
In opdracht van:
Familie W. van de Kerkhof

Eindrapportage vleermuisonderzoek Molekeslaan 1 te Nuenen

Opdrachtgever:

Fam. W. van de Kerkhof
Molekeslaan 1
5674 VX Nuenen
Contactpersoon:
Dhr. W. van de Kerhof

Opdrachtnemer:

Maasarend, Praktisch in ecologie
Achthoven 34
4128 LW Lexmond
06-38193232
iris@maasarend.nl
www.maasarend.nl

Projectgegevens:

Projectnummer: 2022-111
Datum: 24 juli 2023
Uitgevoerd door:
Iris van der Arend BSc

Auteur:

Iris van der Arend BSc



Kwaliteitscontrole
Dennis Maas BSc



Inhoud

1.	Inleiding, doel en werkwijze onderzoek	3
	Inleiding.....	3
	Doel	3
	Werkwijze onderzoek	4
2.	Plangebied en voorgenomen ontwikkeling	5
3.	Resultaten onderzoek	6
	Verblijfplaatsen	6
	Foerageergebieden	7
	Paargedrag/balts	8
	Vliegroutes	8
4.	Conclusies en advies	9
	4.1 Conclusie	9
	Literatuur.....	10
	Bijlage 1: Omstandigheden tijdens veldbezoeken	11



1. Inleiding, doel en werkwijze onderzoek

Inleiding

De familie van de Kerkhof is voornemens om de garage en een deel van het woonhuis aan de Molekeslaan 1 te Nuenen te slopen. Vervolgens vindt er een perceel splitsing plaats en wordt er op het perceel waarop nu een garage staat een nieuwe woning gerealiseerd.

Om overtreding van de Wet natuurbescherming 2017 te voorkomen, heeft de familie van de Kerkhof door NIPA Milieutechniek BV in juni 2022 een ecologische quickscan uit laten voeren. Uit deze quickscan kwam naar voren dat aanwezigheid van vleermuizen niet uitgesloten kan worden. Aanvullend onderzoek naar vleermuizen is noodzakelijk (Jager, 2022).

De familie van de Kerkhof heeft Maasarend, Praktisch in ecologie benaderd om onderzoek uit te voeren naar de aanwezigheid van vleermuizen conform het Vleermuisprotocol 2021 (Vleermuisvakberaad Netwerk Groene Bureaus, Zoogdiervereniging, 2021), de effecten van de werkzaamheden op vleermuizen en advies te geven rondom de voorgenomen plannen in combinatie met de Wet natuurbescherming 2017.

Doel

Tijdens de uitgevoerde ecologische quickscan konden eventuele negatieve effecten op vleermuizen niet worden uitgesloten. Het is een wettelijke verplichting om nader onderzoek te verrichten naar de mogelijke negatieve effecten van de ruimtelijke ingreep op deze soorten. Deze ecologische vervolgonderzoeken geven inzicht in de effecten van de ingreep op de gunstige staat van instandhouding van vleermuizen en geven het belang van het plangebied voor deze soorten aan. Familie van de Kerkhof heeft Maasarend gevraagd de vervolgonderzoeken binnen het plangebied uit te voeren. De doelstelling hierbij is om in beeld te brengen op welke plaatsen, in welke periode, op welke wijze en voor welke functies het plangebied gebruikt wordt door vleermuizen.

Onderzoeksvragen

Aan de hand van het onderzoek worden de volgende onderzoeksvragen beantwoord:

- *Maken vleermuizen gebruik van het projectgebied?*
- *Heeft de uitvoering van de gewenste ruimtelijke ingreep een negatief effect op de gunstige staat van instandhouding vleermuizen?*
- *Is de voorgenomen ruimtelijke ontwikkeling mogelijk vanuit de Wet natuurbescherming (2017)?*



Werkwijze onderzoek

De vleermuisinventarisaties hebben plaatsgevonden gedurende de volgende data:

- 31 augustus 2022: Inventarisatie paarverblijven;
- 21 september 2022: Inventarisatie paarverblijven;
- 15 mei 2023: Ochtendinventarisatie vleermuizen;
- 23 mei 2023: Avondinventarisatie vleermuizen;
- 30 juni 2023: Avondinventarisatie vleermuizen.

Hierbij is uitgegaan van de mogelijke aanwezigheid van de volgende soorten vleermuizen: Baardvleermuis, Gewone dwergvleermuis, Gewone grootoorvleermuis, Grijze grootoorvleermuis, Kleine dwergvleermuis, Laatzvlieger en Ruige dwergvleermuis

De omstandigheden tijdens deze veldbezoeken, inclusief een korte samenvatting van de bevindingen tijdens het betreffende veldbezoek, zijn weergegeven in bijlage 1.

De inventarisaties naar vleermuizen zijn uitgevoerd volgens de voorschriften uit het Vleermuisprotocol 2021 (Vleermuisvakberaad Netwerk Groene Bureaus, Zoogdiervereniging, 2021). In totaal kwam het aantal bezoeken tijdens de kraamperiode (15 mei-15 juli) op één ochtendbezoek en twee avondbezoeken. Gedurende deze bezoeken is de aanwezigheid van en het functiegebruik door vleermuizen binnen het projectgebied geïnventariseerd. Elke afzonderlijke inventarisatie is door één persoon uitgevoerd. Het onderzoeksgebied was door één persoon voldoende te overzien of te beluisteren met inachtneming van de vuistregel uit het vleermuisprotocol (als meer dan 25% niet te overzien is, dan volgende persoon inschakelen).

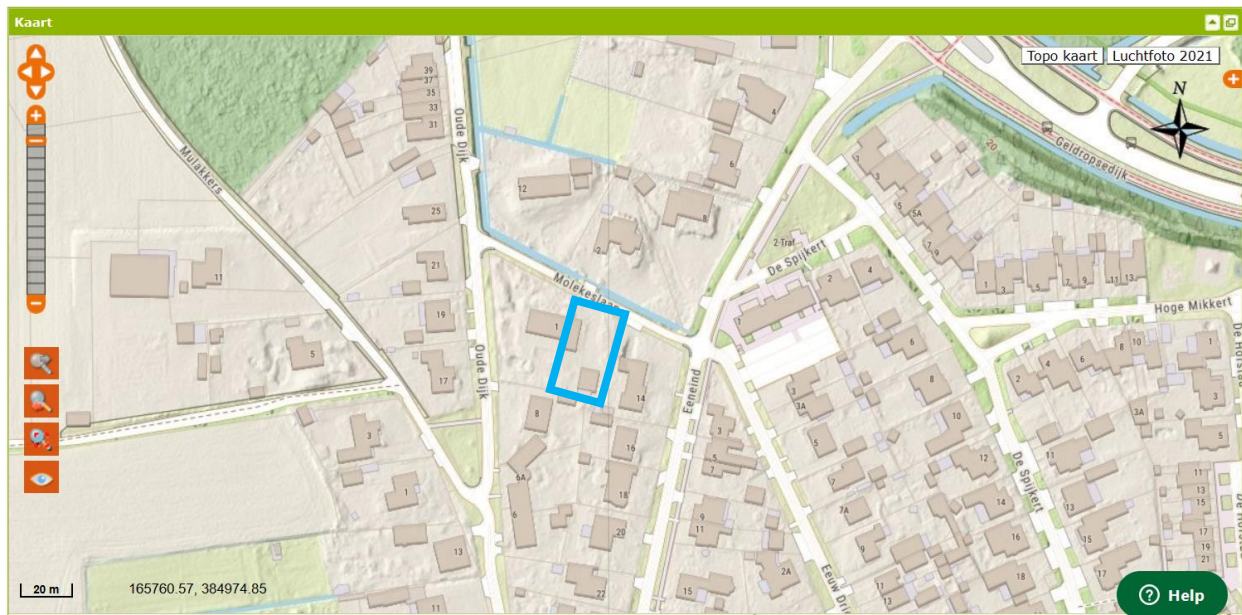
De onderzoeker heeft gebruik gemaakt van de batdetector: Pettersson Ultrasound Detector D240x, een batlogger M2 van Elekon en een warmtebeeldcamera. In de paarperiode van vleermuizen zijn er 2 inventarisaties uitgevoerd, conform de voorschriften uit het Vleermuisprotocol 2021 (Vleermuisvakberaad Netwerk Groene Bureaus, Zoogdiervereniging, 2021). De inventarisaties hebben plaatsgevonden tussen 1 augustus en 1 oktober 2022. Iedere inventarisatie is tijdens deze periode uitgevoerd door één persoon. Hierbij is gebruik gemaakt van de batdetector: Pettersson Ultrasound Detector D240x, een batlogger M2 van Elekon en een warmtebeeldcamera.

Aanvullend zijn er lakens op de zolder van de garage gelegd, in september 2022. De betrokken ecooloog wilde monsters van ontlasting verzamelen en deze gebruiken voor verdere determinatie van de aanwezige soorten vleermuizen.



2. Plangebied en voorgenomen ontwikkeling

Het projectgebied bevindt zich aan de Molekeslaan 1 te Nuenen, in de provincie Noord-Brabant (Figuur 1).



Figuur 1 Het projectgebied (Nationale Databank Flora en Fauna, 2022)

Het projectgebied bestaat uit een garage met daarop een verdieping en een deel van een woonhuis. Verder is er een bestraten oprit en een groenstrook.

De familie van de Kerkhof is voornemens de garage te slopen en een klein deel van het woonhuis. Waarna er een perceel splitsing zal plaats vinden. Het projectgebied, zoals aangegeven in Figuur 1 zal bouw klaar gemaakt worden. Vervolgens wordt er op dit perceel een levensbestendige klimaat neutrale woning gebouwd, met tuin.

Het ontwerp voor deze nieuw te bouwen woning is op het moment van schrijven niet bekend bij de uitvoerende ecooloog.



3. Resultaten onderzoek

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de vleermuisinventarisaties gepresenteerd.

De veldbezoeken voor vleermuizen zijn uitgevoerd op 31 augustus en 21 september 2022, tijdens de paarperiode van vleermuizen. Vervolgens zijn de onderzoeken tijdens de kraamperiode van vleermuizen uitgevoerd op 15 mei, 23 mei en 30 juni 2023. Tijdens de paarperiode hadden de onderzoeken een duur van twee uur, tijdens de kraamperiode is er een ochtendonderzoek van 3 uur uitgevoerd en hadden de avondonderzoeken een tijdsduur van 2,5 uur.

Tijdens deze inventarisaties zijn de volgende voor vleermuizen belangrijke functies binnen het projectgebied in beeld gebracht:

- Verblijfplaatsen;
- Foerageergebieden;
- Vliegroutes.

Hieronder worden, per functie, de bevindingen gepresenteerd.

Verblijfplaatsen

Tijdens zowel de paarperiode als de kraamperiode zijn er geen verblijfplaatsen van vleermuizen vastgesteld in het projectgebied. Buiten het projectgebied lijkt een kraamkolonie van Gewone dwergvleermuis aanwezig te zijn bij de Molekeslaan 2, aan de overzijde van de straat. Exacte aantallen en invlieg opening werd niet vastgesteld, omdat de aandacht lag op het projectgebied. Daarnaast lijkt er een verblijf van Laatvliegers te zijn aan Eeneind 14 te Nuenen, ook dit betreft een woning direct naast het projectgebied. Hier is éénmalige een grote groep Laatvliegers gehoord, op 23 mei 2023 (Figuur 2). Invliegopening was niet zichtbaar door de robuuste groenstrook tussen beide woningen.

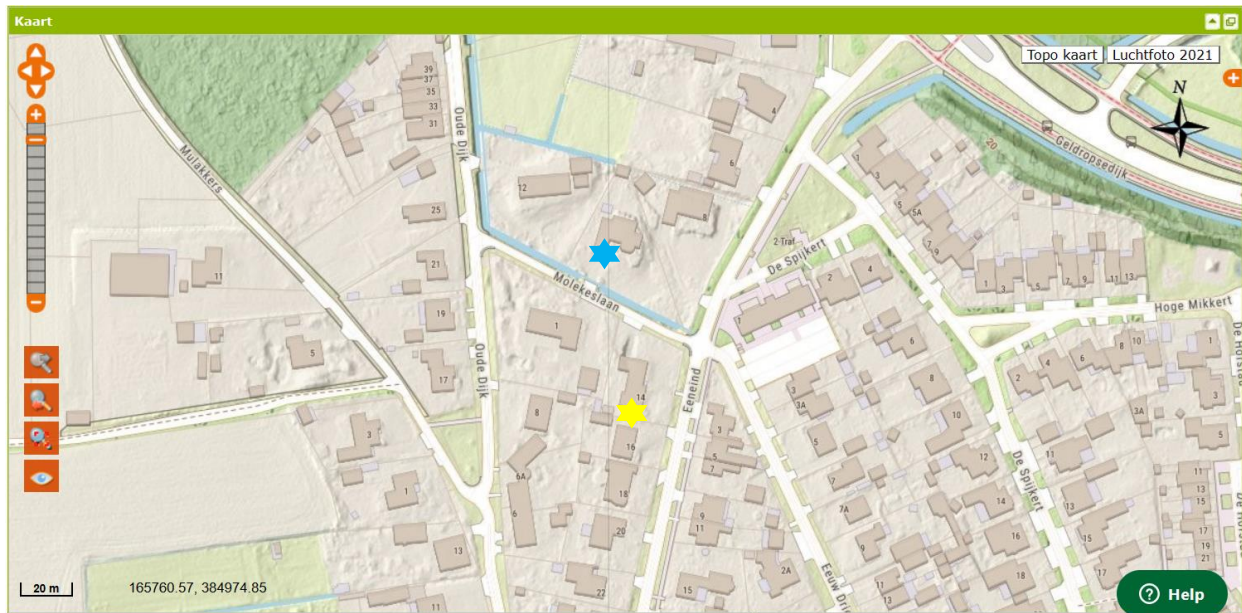
Tijdens de ecologische quickscan is er ontlasting van vleermuizen vastgesteld op de zolder van de garage (Jager, 2022). De betrokken ecooloog heeft in september 2022 lakens geplaatst op de zolder van de garage. Deze lakens zijn bij het laatste avondonderzoek op 30 juni geïnspecteerd en verwijderd. Er lag geen ontlasting van vleermuizen of andere fauna op de lakens.

De aanwezigheid van een verblijfplaats van vleermuizen is na dit onderzoek uit te sluiten in het projectgebied aan de Molekeslaan 1 te Nuenen.

Eerder gevonden vleermuisontlasting lijkt te wijten te zijn aan een tijdelijke verstoring van het dak aan de Eeneind 14 te Nuenen in 2022, voorafgaande aan de ecologische quickscan. Enige dagen voorafgaande aan de ecologische quickscan is het dak aan de Eeneind 14 te Nuenen gereinigd met een hoge drukspuit en zijn er dakpannen recht gelegd in 2022. Vermoeden bestaat dat daardoor de aanwezige verblijfplaats van Laatvliegers tijdelijk was verstoord en dat deze dieren een uitvlucht hebben genomen naar de zolder van de garage aan de Molekeslaan 1 te Nuenen. Wat een suboptimale verblijfplaats is, door de grote hoeveelheid tocht, die er bij wind ontstaat door de aanwezige gaten in de aansluiting van de muur en het dak van de garage.



Gedurende het paaronderzoek in 2022 en het kraamonderzoek in 2023 zijn zowel de garage als het woonhuis niet één keer aangetikt door vleermuizen en heeft niets aanwijzing gegeven om zelfs maar een licht vermoeden van een verblijfplaats te hebben in het projectgebied.

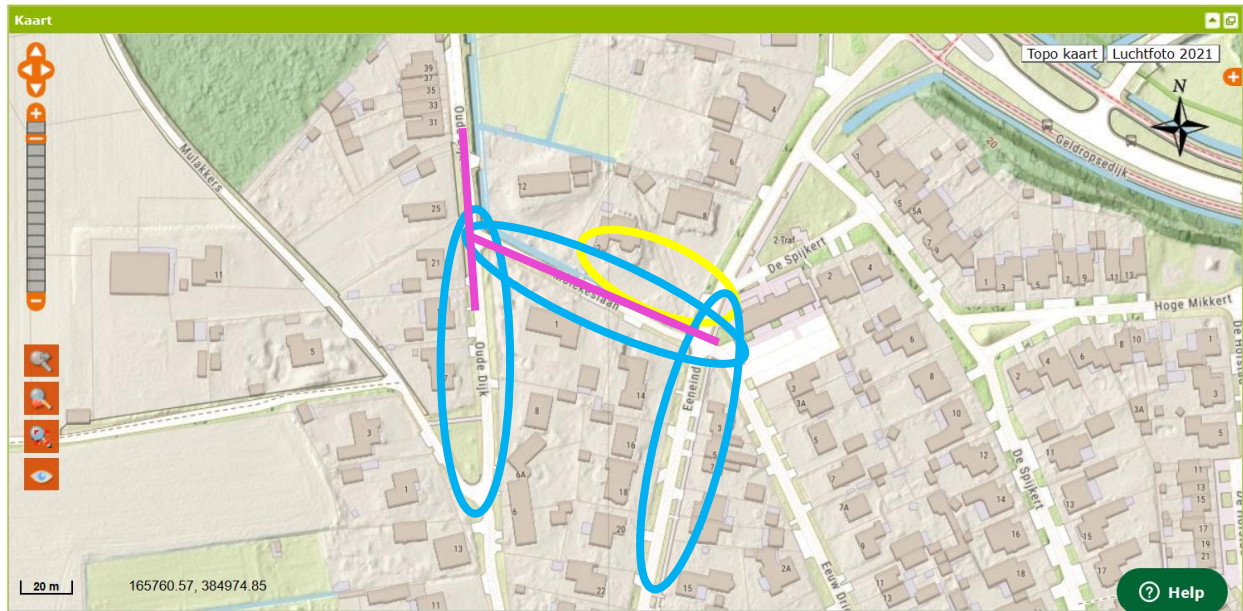


Figuur 2 Vermoedelijke verblijfplaatsen Gewone dwergvleermuis (blauw) en Laatvlieger (geel) (Nationale Databank Flora en Fauna, 2022)

Foerageergebieden

Gewone dwergvleermuizen foerageren, tijdens de paar- en kraamperiode, gedurende de gehele avond over de Molekeslaan en de daarop aansluitende lanen. Binnen het projectgebied zijn geen foeragerende vleermuizen waargenomen. Tijdens de kraamperiode werd er intensief gefoerageerd boven de tuin van Molekeslaan 2 door 10 laatvliegers. Het was de periode van meikever en er was een groot voedselaanbod voor Laatvlieger. Tijdens de andere onderzoeken in de kraamperiode werden Laatvliegers korte tijd gehoord en daarna vertrokken zij naar een foerageergebied elders. Over de laan wordt gefoerageerd in vlagen, door Rosse vleermuis. Deze soort is tijdens ieder onderzoek gehoord en gezien door de betrokken ecooloog. Het betreft drie Rosse vleermuizen. De foerageergebieden zijn aangegeven in Figuur 3.





Figuur 3 Foeragerende dieren, blauw Gewone dwergvleermuis, roze Rosse vleermuis, geel Laatvlieger (Nationale Databank Flora en Fauna, 2022)

Paargedrag/balts

Tijdens de paarperiode van vleermuizen zijn er geen baltsende vleermuizen vastgesteld in het projectgebied of de directe omgeving daarvan.

Vliegroutes

Molekeslaan wordt gebruikt door diverse soorten vleermuizen: Gewone dwergvleermuis (20 dieren), Rosse vleermuis (3 dieren), Laatvlieger (5 tot 15 dieren) en vermoedelijk Baardvleermuis (2). Tijdens alle onderzoeken zijn alle soorten gehoord en in veel gevallen ook gezien. De aansluitende lanen Oude Dijk en Eenheid worden ook actief door deze soorten gebruikt. De vermoedelijke Baardvleermuizen maken alleen gebruik van de Oude Dijk en de Molekeslaan. De lanen worden in beide richtingen gebruikt gedurende de avonden en ochtenden.



4. Conclusies en advies

Vanuit de resultaten volgen in dit hoofdstuk de conclusies en adviezen, door de beantwoording van de onderzoeksvragen.

4.1 Conclusie

In deze paragraaf worden de onderzoeksvragen beantwoord en daarmee de conclusie getrokken of de voorgenomen werkzaamheden kunnen worden uitgevoerd zonder overtreding van de Wet natuurbescherming 2017.

Onderzoeksvragen

Aan de hand van het onderzoek worden de volgende onderzoeksvragen beantwoord:

- *Maken vleermuizen gebruik van het projectgebied?*
- *Heeft de uitvoering van de gewenste ruimtelijke ingreep een negatief effect op de gunstige staat van instandhouding vleermuizen?*
- *Is de voorgenomen ruimtelijke ontwikkeling mogelijk vanuit de Wet natuurbescherming (2017)?*

Maken vleermuizen gebruik van het projectgebied?

Vleermuizen maken geen gebruik van het projectgebied. De aanwezigheid van verblijfplaatsen, foerageergebieden en vliegroutes zijn uitgesloten in het projectgebied door de resultaten van het onderzoek. Wel ligt het projectgebied tegen een foerageergebied en een vliegroute aan van diverse soorten vleermuizen.

Heeft de uitvoering van de gewenste ruimtelijke ingreep een negatief effect op de gunstige staat van instandhouding vleermuizen?

De uitvoering van de gewenste ruimtelijke ingreep heeft geen negatief effect op de gunstige staat van instandhouding van vleermuizen. De soorten Gewone dwergvleermuis, Laatvlieger, Rosse vleermuis en Baardvleermuis, vliegen en foerageren buiten het projectgebied. De voorgenomen werkzaamheden hebben hier geen invloed op. Negatieve effecten op de instandhouding van vleermuizen zijn uitgesloten. Voorgenomen werkzaamheden zijn niet van dien aard dat de huidige functies voor vleermuizen komen te vervallen.

Is de voorgenomen ruimtelijke ontwikkeling mogelijk vanuit de Wet natuurbescherming (2017)?

Voor vleermuizen geldt dat de voorgenomen ruimtelijke ontwikkeling mogelijk is vanuit de Wet natuurbescherming. Door de voorgenomen werkzaamheden komen er geen verblijfplaatsen, foerageergebieden of vliegroutes van vleermuizen te vervallen. Ook worden er geen foerageergebieden of vliegroutes aangetast.



Literatuur

BIJ12. (2017, juli). *Kennisdocument Gewone dwergvleermuis Pipistrellus pipistrellus*. Utrecht: BIJ12.

Jager, J. (2022). *Rapport quickscan flora en fauna, locatie Molekeslaan 1 te Nuenen*. Oss: NIPA Milieutechniek BV.

Nationale Databank Flora en Fauna. (2022, september 19). *Uitvoerportaal NDFF*. Opgehaald van Nationale Databank Flora en Fauna: <https://www.ndff-ecogrid.nl/uitvoerportaal/secure/index.zul>

Rijksoverheid. (2017, januari 1). *Wet Natuurbescherming*. Opgeroepen op juli 16, 2018, van <http://wetten.overheid.nl/BWBR0037552/2018-07-01>

Vleermuisvakberaad Netwerk Groene Bureaus, Zoogdiervereniging. (2021). *Vleermuisprotocol 2021*. Nijmegen: Vleermuisvakberaad Netwerk Groene Bureaus, Zoogdiervereniging.



Bijlage 1: Omstandigheden tijdens veldbezoeken

Datum en tijd	Weer	Samenvatting
31-08-2022 22.30-00.30	18°C 3 Bft NO Onbewolkt 0 mm neerslag	Geen verblijfplaatsen van vleermuizen aanwezig in het projectgebied. Geen baltsende vleermuizen aanwezig in het projectgebied. Laan wordt als vliegroute gebruikt door Gewone dwergvleermuis (10), Laatvlieger (5), Rosse vleermuizen (2) en een nog nader te bepalen Myoot (1). Gewone dwergvleermuizen (5) foerageren boven de tuin van Molekeslaan 2 aan de overzijde van het projectgebied.
21-09-2022 23.00-01.00	9 °C 2 Bft WZW Bewolkt 0 mm neerslag	Geen verblijfplaatsen van vleermuizen aanwezig in het projectgebied. Geen baltsende vleermuizen aanwezig in het projectgebied. Laan wordt als vliegroute gebruikt door Gewone dwergvleermuis (9), Laatvlieger (4), Rosse vleermuizen (2) en een nog nader te bepalen Myoot (1). Gewone dwergvleermuizen (6) foerageren boven de tuin van Molekeslaan 2 aan de overzijde van het projectgebied.
15 mei 2023 02.47-05.47	10 °C 2 Bft W Bewolkt 0 mm neerslag	Geen verblijfplaatsen van vleermuizen aanwezig in het projectgebied. Laan wordt als vliegroute gebruikt door Gewone dwergvleermuis (15), Laatvlieger (6), Rosse vleermuizen (3) en een nog nader te bepalen Myoot, waarschijnlijk Baardvleermuis. Gewone dwergvleermuizen (7) en Laatvlieger (5) foerageren boven de tuin van Molekeslaan 2 aan de overzijde van het projectgebied.
23-05-2023 21.39-00.09	11°C 3 Bft N Onbewolkt 0 mm neerslag	Geen verblijfplaatsen van vleermuizen aanwezig in het projectgebied. Laan wordt als vliegroute gebruikt door Gewone dwergvleermuis (20), Laatvlieger (15), Rosse vleermuizen (3) en een vermoedelijk Baardvleermuis (3). Laatvliegers (15) foerageren boven de tuin van Molekeslaan 2 aan de



		overzijde van het projectgebied. Lijken hun verblijf te hebben aan de Eeneind 14, naastgelegen woning. Molekeslaan 2 lijkt een verblijfplaats van Gewone dwergvleermuis te hebben in de nok van het dak.
30-06-2023 22.03-00.33	21 °C 3 Bft W Bewolkt 0 mm neerslag	Geen verblijfplaatsen van vleermuizen aanwezig in het projectgebied. Laan wordt als vliegroute gebruikt door Gewone dwergvleermuis (18), Laatvlieger (7), Rosse vleermuizen (3) en een vermoedelijk Baardvleermuis (2). Gewone dwergvleermuizen foerageren boven de tuin van Molekeslaan 2 aan de overzijde van het projectgebied. Molekeslaan 2 lijkt een verblijfplaats van Gewone dwergvleermuis te hebben in de nok van het dak.



Rapport: RESULTATEN GRONDONDERZOEK
Nieuwbouw woning, Molekeslaan 1
Nuenen

Opdrachtgever: Familie van de Kerkhof
Molekeslaan 1
5674 VX Nuenen

Projectnummer: 2203057
Rapportdatum: 30 november 2022

Versie: 1

Contactpersoon: Henrie Vereijken
Dataverwerking: Bedrijfsbureau
Controle: Kayleigh Swinkels




Inhoudsopgave

1	Projectbeschrijving	1
1.1	Inleiding	1
2	Veldonderzoek.....	2
2.1	Onderzoeksopzet	2
2.2	Sonderingen	2
2.3	Boring	2
2.4	Hoogtemeting	2

Bijlagen

Bijlage 1: Resultaten grondonderzoek

1 Projectbeschrijving

1.1 Inleiding

In opdracht van Familie van de Kerkhof is door Ockhuizen Geo- en Milieutechniek een grondonderzoek uitgevoerd voor het project "Nieuwbouw woning, Molekeslaan 1 te Nuenen".

In onderhavig rapport worden de resultaten van het grondonderzoek weergegeven.

2 Veldonderzoek

2.1 Onderzoeksopzet

Het grondonderzoek heeft plaatsgevonden op 25 november 2022.

De onderzoeksopzet is bepaald door ons bureau aan de hand van de onderzoeksrichtlijnen uit de NEN 9997-1 en de verstrekte gegevens.

De onderzoekspunten zijn door ons bureau in het terrein uitgezet en ingemeten.

2.2 Sonderingen

Voor dit project zijn door ons bureau 2 sonderingen gemaakt. Het betreft sondeernummers: D1 en D2. De sonderingen zijn uitgevoerd conform NEN-EN-ISO 22476-1, met een sondeerunit met een elektrische kleefmantelconus klasse 2.

Opgemerkt wordt dat er bij sondering D1 een voorboring is gemaakt vanwege aanwezige leidingen van de sproei installatie.

In Bijlage 1 zijn de sondeergegevens in grafiekvorm weergegeven, evenals een situatieschets met de locaties van de sondeerpunten. Stopcriterium en eventuele opmerkingen ten aanzien van de uitvoering zijn per sondering weergegeven in de waterpasstaat (Bijlage 1).

2.3 Boring

Om inzicht te krijgen in de grondsamenstelling en de actuele grondwaterstand is 1 handboring verricht. Het betreft boring B1, die is uitgevoerd nabij sondering D1.

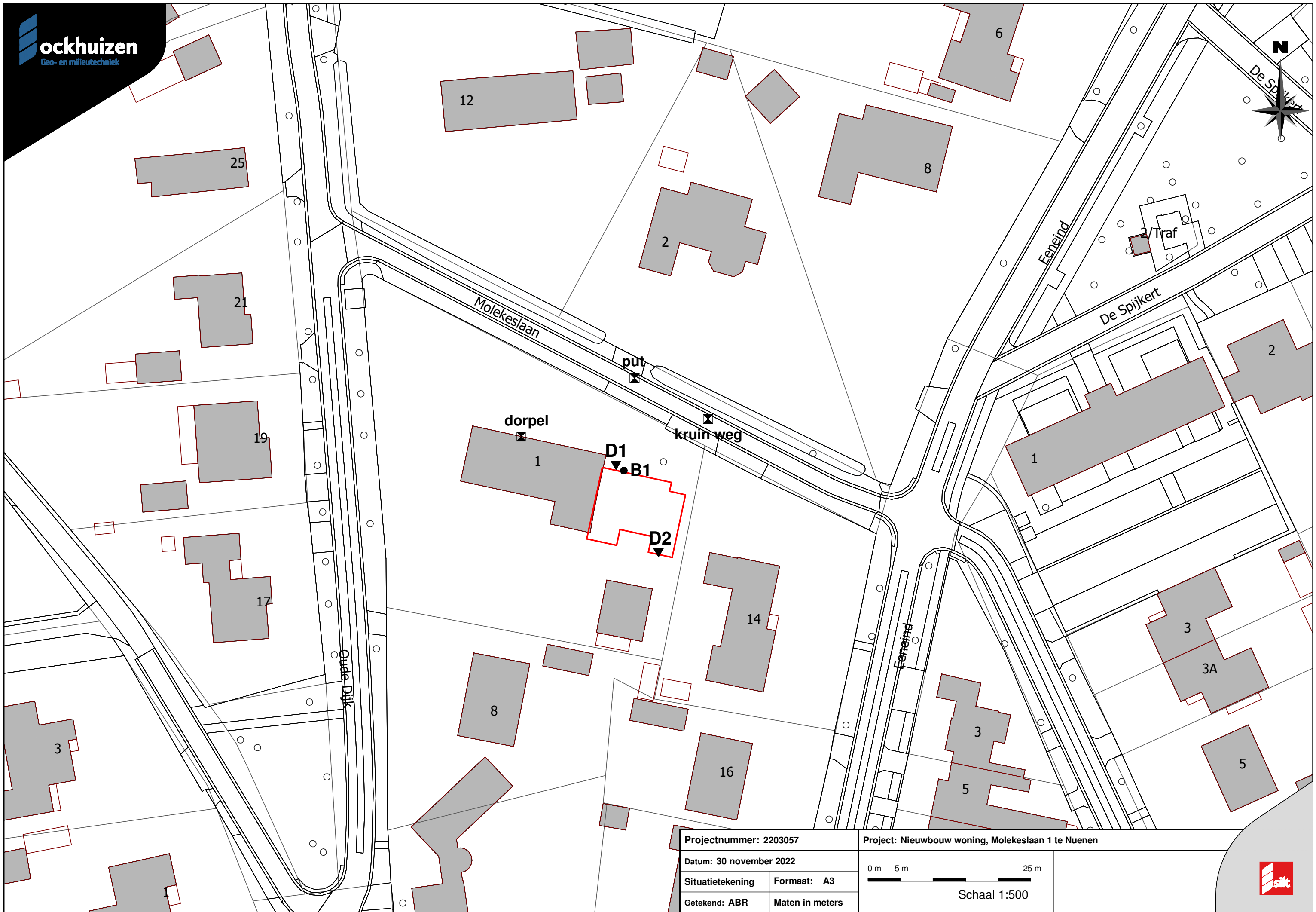
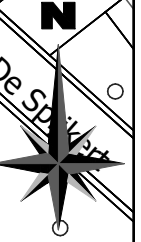
De boorstaat en de eventueel gemeten grondwaterstand is weergegeven in Bijlage 1. De situering van de boring is weergegeven op de situatietekening.

2.4 Hoogtemeting

De hoogte van de onderzoekspunten is ingemeten ten opzichte van NAP.

Voor de hoogteligging van de verschillende meetpunten wordt verwezen naar de waterpasstaat in Bijlage 1.

Bijlage 1 : Resultaten grondonderzoek



Projectnummer: 2203057

Project: Nieuwbouw woning, Molekeslaan 1 te Nuenen

Datum: 30 november 2022

Situatietekening

Formaat: A3

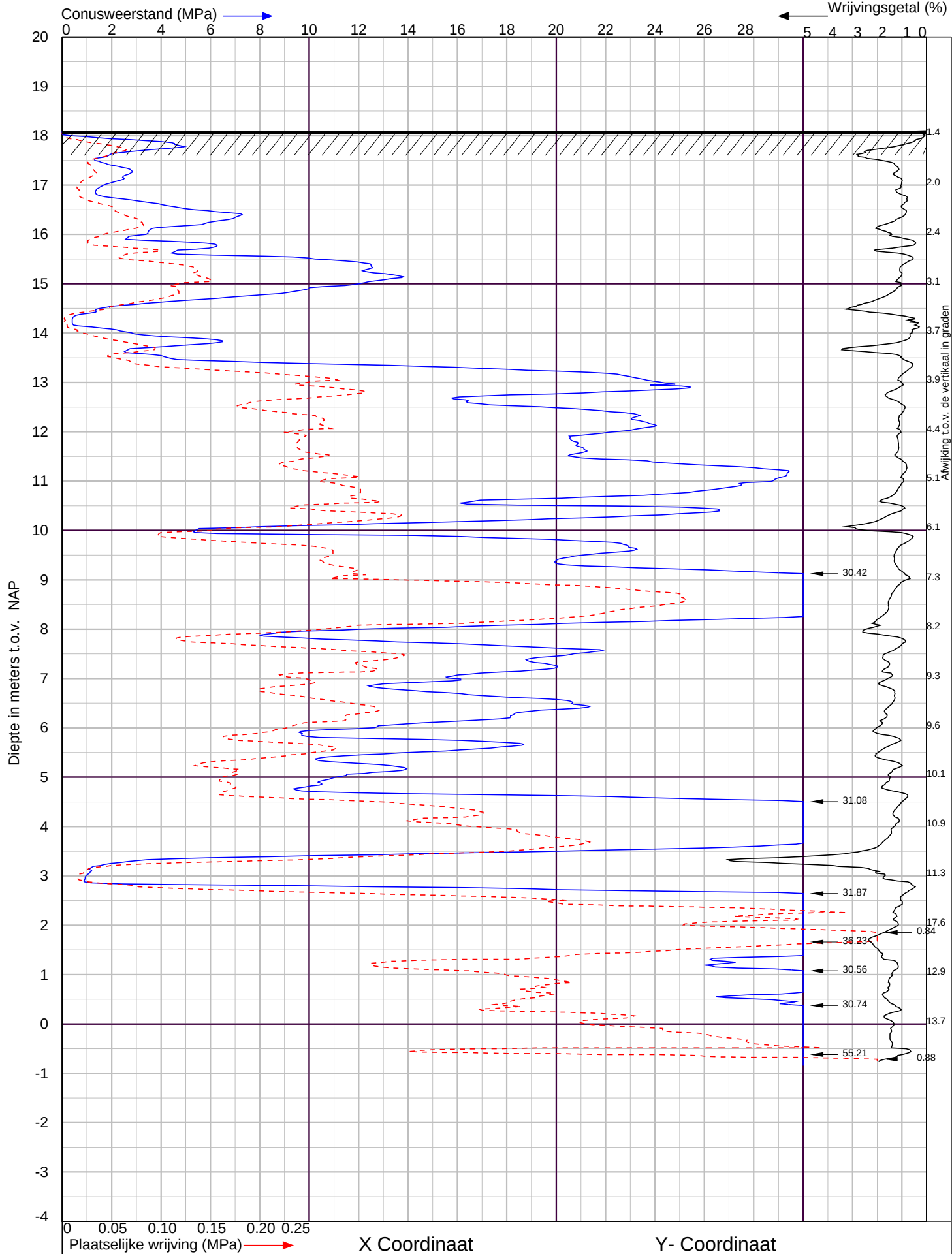
Getekend: ABR

Maten in meters

0 m 5 m 25 m

Schaal 1:500





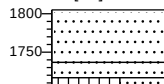
Molekeslaan 1 te Nuenen

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 Klasse 2

Boring: vB1 / D1

Datum: 25-11-2022
NAP hoogte [m]: 18.06

t.o.v. NAP [cm]



0 t.o.v. M.V. [cm]

Zand, fijn 150-200, zwak organisch, donkerbruin

70

Zand, fijn 150-200, standaardgeel

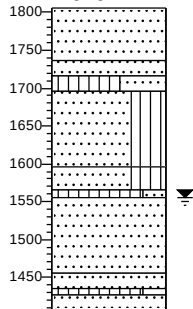
100

Silt, stevig, sterk zandig, grijs

Boring: B1 / D1

Datum: 25-11-2022
GWS: 250
NAP hoogte [m]: 18.06

t.o.v. NAP [cm]



0 t.o.v. M.V. [cm]

Zand, fijn 150-200, zwak organisch, donkerbruin

70

Zand, fijn 150-200, standaardgeel

90

Silt, sterk zandig, grijs

110

Zand, fijn 105-150, siltig, standaardgrijs

210

Zand, fijn 105-150, siltig, lichtgrijs

240

Silt, slap, zwak zandig, grijs

250

Zand, fijn 150-200, lichtgrijs

350

Zand, fijn 150-200, lichtgrijs

380

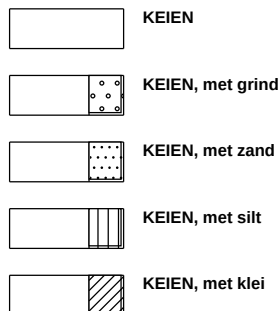
Silt, zwak zandig, grijs

400

Zand, fijn 150-200, lichtgrijs

Legenda (conform NEN-EN-ISO 14688-1)

KEIEN (KEITJES)



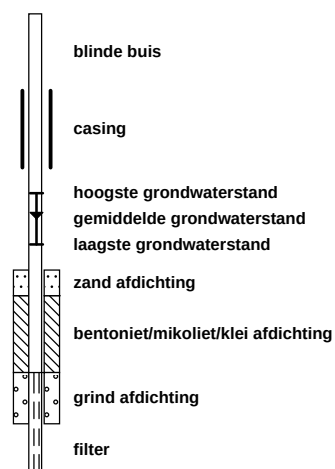
GRIND



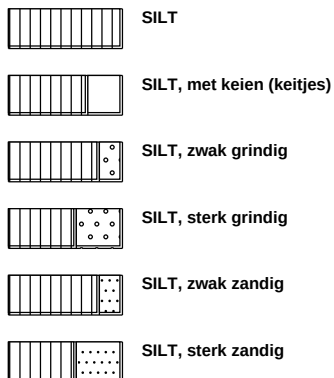
ZAND



peilbuis



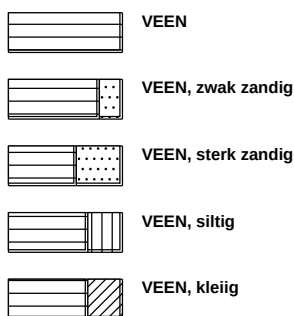
SILT



KLEI



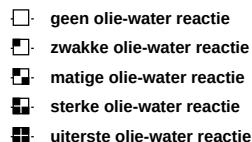
VEEN (HUMUS, DETRITUS)



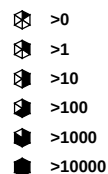
geur



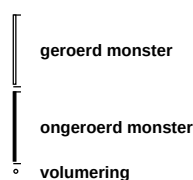
olie



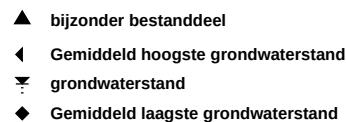
p.i.d.-waarde



monsters



overig



Waterpasstaat

(+ stopcriterium sonderingen)

Hoogten ingemeten met behulp van dGPS

Datum uitvoering: 25 november 2022

Meetpunt	Hoogte* [m t.o.v. NAP]	Stopcriterium ¹	Opmerking
sondering 1	18,06 +	V	
sondering 2	18,10 +	O1	
boring 1	18,06 +		
put	17,80 +		
kruin weg	17,84 +		
dorpel	18,35 +		

* Hoogten in deze waterpasstaat zijn uitsluitend bedoeld om inzicht te verkrijgen in de maaiveldhoogten van de meetpunten. Zonder verificatie door de gebruiker mogen deze hoogten niet voor andere doeleinden worden gebruikt

Grondwater

De tijdens het onderzoek geregistreerde stijghoogtes zijn weergegeven in navolgende tabel.

Meetpunt	Stijghoogte* [m - mv]	Grondwaterstand [m t.o.v. NAP]
boorgat B1	2,50	15,56 +

* Gemeten stijghoogtes zijn momentopnamen en dienen met de nodige voorzichtigheid te worden gehanteerd, omdat:

- o waterniveaus gemeten direct na plaatsing van een sondering, boring of peilbuis, significant kunnen afwijken van de heersende grondwaterstand of stijghoogte. Het kan namelijk enige tijd duren voordat een representatieve waterspiegel is ingesteld (enkele seconden in grof zand tot soms enkele uren in slecht doorlatende klei).
- o de stijghoogte onder invloed van seizoensafhankelijke factoren in de tijd zal fluctueren. Deze fluctuatie varieert per regio/gebied; in polders meestal ca. 0,5 m, nabij grote rivieren soms 4 à 5 m en elders vaak 1,5 à 2 m. Een representatief beeld hiervan kan slechts worden gekregen door monitoring van de grondwaterstand gedurende langere tijd en/of door tijdreeksanalyse van gedurende langere tijd gemonitorde peilbuizen uit de omgeving.

¹ Toelichting :

- V: streefdiepte bereikt
- D: streefdiepte overschreden i.v.m. minimaal benodigd geachte pakketdikte
- N1: beoogd sondeerpunt onbereikbaar voor sondeerunit i.v.m. (afmeting) doorgang
- N2: beoogd sondeerpunt onbereikbaar voor sondeerunit i.v.m. obstakels, begroeiing
- N3: beoogd sondeerpunt onbereikbaar voor sondeerunit i.v.m. berijdbaarheid terrein
- O1: totaalweerstand overschrijdt de maximaal toelaatbare druk sondeerequipment
- O2: uitbuiging sondeerstangen overschrijdt maximaal toelaatbare waarde
- O3: overschrijding toelaatbare puntdruk sondeerconus

Algemene toelichting onderzoeksmethoden

Toelichting sonderingen

Elektrische sonderingen worden uitgevoerd conform NEN-EN-ISO 22476-1, met een elektrische (kleefmantel)conus.

De sondeergegevens worden in een grafiek weergegeven waarbij, indien van toepassing, het wrijvingsgetal (verhouding plaatselijke wrijving / conusweerstand) is berekend en gepresenteerd. Het wrijvingsgetal geeft samen met de conusweerstand over het algemeen een indicatie van de bodemopbouw onder de grondwaterstand. In navolgende tabel zijn enige indicatieve waarden hiervoor aangegeven. Opgemerkt wordt dat boven het grondwater de waarden hiervan kunnen afwijken.

Grondsoort	Conusweerstand (q_c) [MPa]	Wrijvingsgetal (f_s/q_c) [%]
grind	> 10	0,2 - 0,5
zand grof	> 10	0,4 - 0,6
zand	> 5	0,6 - 1,0
silt	1 - 3	2,0 - 4,0
klei vast	0 - 8	2,0 - 4,0
klei slap	0 - 2	4,0 - 6,0
veen	0 - 4	5,0 - 10,0

Handsonderingen

Sonderingen uitgevoerd met een handsondeerapparaat, waarbij tevens een boring wordt gemaakt. De sondeerwaarden worden handmatig geregistreerd.

Waterspanningsmeting

Bij deze sonderingen wordt met behulp van een piëzoconus naast de conusweerstand en de plaatselijke wrijving tevens de waterspanning geregistreerd. Meting van de waterspanning geeft meer inzicht in de stijghoogte(verschillen) van het grondwater, de gelaagdheid van de bodem en de aanwezigheid van waterremmende lagen. De geregistreeerde waterspanning is weergegeven op de betreffende sondeergrafiek. Opgemerkt dient te worden, dat uit de geregistreeerde waterspanning niet zonder meer de stijghoogte van de diverse lagen kan worden afgeleid, omdat de stijghoogte wordt beïnvloed door de beweging van de sondeerconus.

Dissipatieproef

Bij een dissipatietest wordt tijdens het sonderen de conus enige tijd gestopt, waarna wordt geregistreerd op welke wijze de door het wegdrukken geïnitieerde waterspanning reageert. Het waterspanningsverloop geeft een indicatie omtrent de waterdoorlatendheid in de desbetreffende laag. Indien de test wordt gecontinueerd totdat een quasistationaire waterspanning wordt bereikt kan tevens op betrouwbare wijze de stijghoogte van het grondwater van de betreffende laag worden bepaald.

Wegdrukpeilbuis

Wegdrukpeilbuizen worden geplaatst met behulp van een sondeertruck.

Mechanische boring

Machinaal uitgevoerde boring onder certificaat van de BRL SIKB 2100, conform protocol 2101.

Waterdoorlatendheidsmeting verrichting middels de Constant-flow-rate-methode (onverzadigde zone)

Waterdoorlatendheidsmeting, in de onverzadigde bodem (boven de grondwaterspiegel) verricht middels constant-flow-rate-methode conform ISO/FDIS 22282-2:2008(E). Bij het uitvoeren van deze meting wordt, in onverzadigde grond, water met een constant debiet in een gesteund boorgat gepompt, totdat de bodem rondom verzadigd is en een constante waterspiegel ontstaat. Uit de verhouding van het pompdebiet en de waterspiegel kan de

verzadigde waterdoorlatendheid worden berekend van het bodemtraject waarin de proef heeft plaatsgevonden.

Waterdoorlatendheidsmeting verrichting middels de Constant-flow-rate-methode (verzadigde zone)

Waterdoorlatendheidsmeting, onder de grondwaterspiegel, uitgevoerd middels de constant-flow-rate-methode cf. ISO/FDIS 22282-2:2008(E). Bij het uitvoeren van deze meting wordt de peilbuis met een constant debiet doorgepompt totdat een constante waterstandsverlaging ontstaat in de peilbuis. Uit de verhouding tussen het pompdebiet en de waterstandsverlaging kan de doorlatendheid worden berekend van het bodemtraject waarin het filter is geplaatst.

Waterdoorlatendheidsmeting verricht middels de falling-head-methode.

Doorlatendheidsmeting ter bepaling van de horizontale waterdoorlatendheid van de verzadigde ondergrond (onder de grondwaterspiegel). Bij deze proef wordt een peilbuis geheel of gedeeltelijk gevuld met water, waarna de waterstandsval wordt gemeten. De dalingssnelheid van het water is een maat voor de horizontale waterdoorlatendheid (K_h -waarde) van het bodemtraject waarin de proef heeft plaatsgevonden.

Waterdoorlatendheidsmeting verricht middels de rising-head-methode.

Doorlatendheidsmeting ter bepaling van de horizontale waterdoorlatendheid van de verzadigde ondergrond (onder de grondwaterspiegel). Bij deze proef wordt peilbuis geheel of gedeeltelijk leeg getrokken, waarna de stijging van het grondwater in de peilbuis wordt geregistreerd. De stijgingssnelheid van het water is een maat voor de horizontale waterdoorlatendheid (K_h -waarde) van het bodemtraject waarin de proef heeft plaatsgevonden.

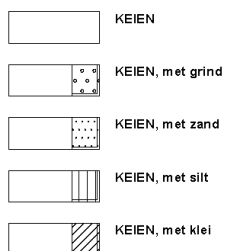
Onverzadigde zone (Ringinfiltratieproeven)

Doorlatendheidsmeting ter bepaling van de verticale waterdoorlatendheid van de onverzadigde grond. De proeven worden uitgevoerd op maaiveld of diepte, met de dubbele ringinfiltratiemeter bestaande uit een buitenring met een diameter van ca. 0,53 m en een binnenring met een diameter van ca. 0,28 m.

Beide ringen worden op het ontgravingsvlak aangebracht en vervolgens enige centimeters de grond ingeslagen. Na het aanbrengen van een meetbrug met een vlotter worden beide ringen gevuld met water waarna met een zekere frequentie in de binnenring, de dalingssnelheid van het water wordt vastgesteld. Door toepassing van een buitenring infiltreert grondwater in de binnenring zoveel mogelijk verticaal. Uit de infiltratiesnelheid kan vervolgens de verticale waterdoorlatendheid worden afgeleid.

Legenda Boorstaat (conform NEN-EN-ISO 14688-1)

KEIEN (KEITJES)



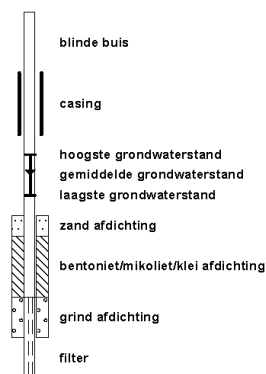
GRIND



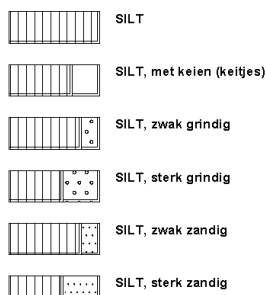
ZAND



peilbuis



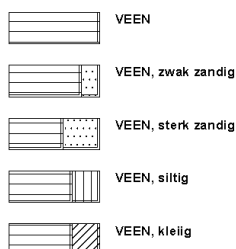
SILT



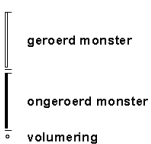
KLEI



VEEN (HUMUS, DETRITUS)



monsters



overig



Legenda Situatietekening

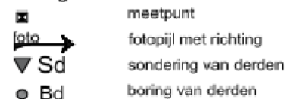
sonderen



boren



overig



faseringsonderzoek





Geotechnisch bodemonderzoek

- Sonderen in Nederland, België en Frankrijk, met (track)truck, minirups, demontabel en hand
- Sonderen op het water (met hefeiland)
- Dissipatieproeven
- Peilbuizen wegdrücken
- Mechanisch (puls)boren conform protocol 'Mechanisch boren' (2101).
- Handboren
- Geotechnische monitoring
- Waterdoorlatendheidsmetingen
- Palen akoestisch doormeten
- Onderzoek niet gesprongen explosieven (NGE)
- dGPS-metingen

Milieukunde

- Verkennend onderzoek
- Onderzoek naar asbest in de (water)bodem
- Nulsituatie-onderzoek
- Nader onderzoek
- Waterbodemonderzoek (monsternameboot)
- BUS-melding
- Saneringsplan
- Milieukundige begeleiding
- Second opinion
- Partijkeuring
- Bouwstoffenkeuring
- Onderzoek PFAS

Advies

- Funderingsadvies bebouwing, leidingen, constructies
- Geohydrologische modellering (bemaling, drainage, wateroverlast, barrièrewerking, etc.)
- Bemalingsadvies, bemalingsplan, monitoringsplan, vergunningsaanvraag, MER aanmeldnotitie
- Bouwputadvies, damwandberekeningen en -advies
- Zettings- en ophoogadvies
- Zettingsrisico's bemaling t.b.v. CAR-verzekering
- Stabiliteitsberekeningen taluds
- Infiltratiegeschiktheidsadvies, watertoetsadvies
- Analyse waterstanden, doorlatendheid, wateroverlast.
- GIS-toepassingen en geostatistiek
- Algemene expertise, controle grondverbetering

Laboratorium

- Classificatieproeven
- Foto's monsters en boringen
- Atterbergse grenzen (fallcone en Casagrande)
- Doorlatendheidsmetingen
- Samendrukkingsproeven, CRS
- Korrelverdeling, -vorm en afleiding k-waarden
- Triaxiaalproeven
- Directe afschuifproef (DS), Direct Simple Shear (DSS)
- Diverse RAW-proeven (oa. 2, 9, 10, 11,13, 14, 28, 35)
- Opstellen analyseplan/-strategie

Rapport:

FUNDERINGSADVIES

Nieuwbouw woning, Molekeslaan 1
te **Nuenen**

Opdrachtgever:

De heer en mevrouw van de Kerkhof
Molekeslaan 1
5674 VX Nuenen

Constructeur:

Ingenieursbureau Verhoeven en Leenders B.V.

Architect:
Kenmerk: NK01

Bureau voor architectuur en stedenbouw Rose en de Bie BV
BNA/BNSP

Projectnummer:

2203057-XF

Versie: 1

Rapportdatum:

6 januari 2023

Norm / richtlijn:

NEN 9997-1+C2:2017 nl

Auteur:

ir. E. Corovic

Vrijgave:

ir. E. Corovic

6-1-2023

X 

Ondertekend door: E. Corovic

Inhoudsopgave

1	Projectbeschrijving	1
1.1	Inleiding	1
1.2	Locatiegegevens	1
1.3	Plangegevens	1
1.3.1	Bouwplan	1
1.3.2	Verstrekte plangegevens	2
2	Onderzoeksprogramma	3
2.1	Veldonderzoek	3
2.2	Archief-/dossieronderzoek	3
2.3	Overleg / inventarisatie	3
3	Bodem, water en omgeving	4
3.1	Hoogte maaiveld	4
3.2	Bodem	4
3.2.1	Laagopbouw van de grond en de variaties daarvan op de planlocatie	4
3.2.2	Geologie van de planlocatie en omgeving	4
3.3	Water	4
3.3.1	Grondwater	4
4	Funderingsadvies	5
4.1	Keuze funderingstype	5
4.1.1	Vrijblijvend advies	5
4.1.2	Besluit funderingskeuze	6
4.2	Fundering op staal	6
4.2.1	Keuze subtype fundering op staal	6
4.2.2	Bekrachtiging funderingskeuze / toetsing grenstoestanden	7
4.3	Berekening fundering op staal	8
4.3.2	Ontgravingsdiepte en grondverbetering	9
4.4	Rekenresultaten	9
4.5	Fundering op palen	10
4.5.1	Paalkeuze	10
4.5.2	Beschrijving paaltype: Avegaarpaal	10
4.5.3	Bekrachtiging funderingskeuze / toetsing grenstoestanden	10
4.6	Berekening fundering op palen	11
4.6.1	Uitgangspunten berekening	11
4.6.2	Rekenresultaten	12
5	Richtlijnen voor ontwerp, berekening en uitvoering	14
5.1	Algemeen	14
5.2	Aspecten uitvoering ontgraving / grondverbetering	14
5.3	Richtlijnen uitvoering avegaarpalen	14
5.4	Vloeren	15
5.5	Richtlijnen nieuwbouw/uitbreiding/belending	15

Bijlagen

Bijlage 1: Berekeningsresultaten fundering op staal

Bijlage 2: Berekeningsresultaten fundering op palen

Bijlage 3: Algemene richtlijnen uitvoering en ontwerp

Bijlage 4: Algemene eisen grondverbetering en verdichting

1 Projectbeschrijving

1.1 Inleiding

Door Ockhuizen geo- en milieutechniek is een grondonderzoek uitgevoerd voor het project "Nieuwbouw woning, Molekeslaan 1 te Nuenen". In onderhavig rapport wordt een funderingsadvies uitgewerkt voor dit project.

1.2 Locatiegegevens

De locatiekenmerken zijn samengevat in de navolgende tabel.

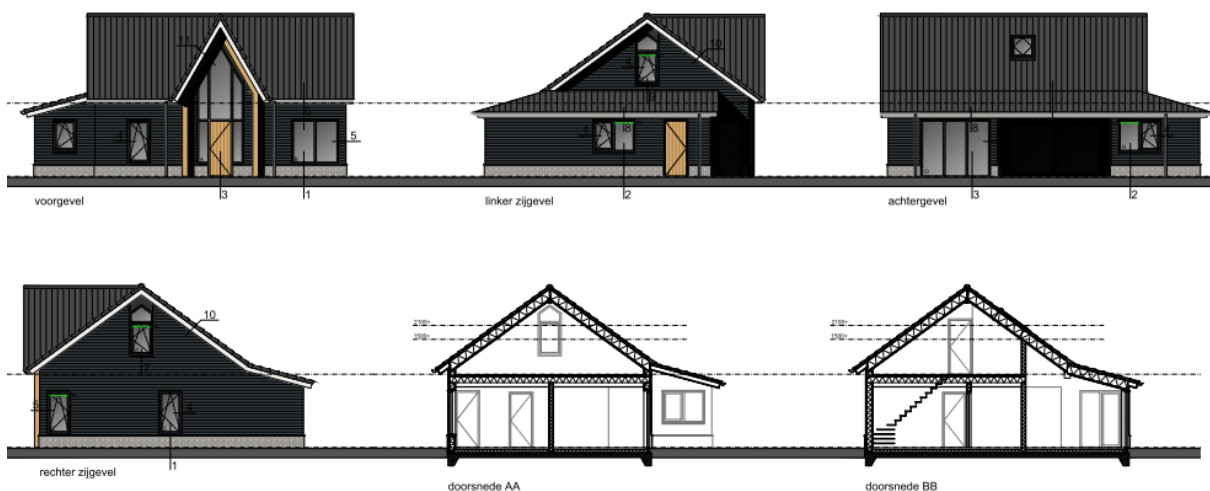
Locatie-eigenschap	Omschrijving / kenmerk (ten tijde van het onderzoek, tenzij anders vermeld)
Straat / huisnummer:	Molekeslaan 1
Plaats (gemeente):	Nuenen(Nuenen)
Provincie:	Noord-Brabant
RD-coördinaten [km]:	X: 165,993 / Y: 384,880
Kadastrale aanduiding	Kadastrale gemeente: Nuenen, sectie: C, perceelnummer:2589
Bebouwing op de planlocatie:	Aanwezig / Te slopen
Bebouwing op de bouwplaats:	Aanwezig / Te slopen
Belendingen:	Aanwezig op enige afstand

1.3 Plangegevens

1.3.1 Bouwplan

De plankenmerken zijn samengevat in de navolgende tabel.

Eigenschap	Omschrijving	Kenmerken, bijzonderheden, dimensies, opmerkingen
Type bouwplan:	Nieuwbouw	De bestaande bebouwing wordt gesloopt
Type bebouwing:	Woonhuis	
Bouwlagen:	Deels 1 en deels 2	Zie Figuur 1.1
Kelder:	Geen kelder	
Positionering:	Vrijstaand	Zie situatieschets rapportage grondonderzoek



Figuur 1.2 Geveltekeningen- en doorsnedes (bron: architect)

1.3.2 Verstrekke plangegevens

Ten behoeve van het project zijn door of namens de opdrachtgever diverse schetsen/tekeningen ter beschikking gesteld.

2 Onderzoeksprogramma

2.1 Veldonderzoek

Voor het opstellen van onderhavig rapport is gebruik gemaakt van de onderzoeksresultaten uit de navolgende stukken¹.

Rapportnummer, -versie en -datum	Titel	Uitvoerende partij	Uitgevoerd onderzoek
2203057 v1 30-11-2022	Nieuwbouw woning, Molekeslaan 1 te Nuenen	Ockhuizen geo- en milieutechniek	2 x sondering, 1 x boring, hoogtemeting tov NAP

2.2 Archief-/dossieronderzoek

Teneinde meer inzicht te krijgen in de geologische bodemopbouw van de bouwplaats en de omgeving zijn de (hydro-)geologische gegevens geraadpleegd van Dinoloket (TNO). Het betreft met name de gegevens van het Landelijk model Regis II v2.2 en/of GeoTOP 1.4.

2.3 Overleg / inventarisatie

Teneinde te komen tot een optimale funderingskeuze is per mail overleg gepleegd met de architect.

¹ Voor de onderzoeksresultaten wordt verwezen naar de betreffende rapportage(s) en/of documenten. De juistheid, conformiteit en volledigheid van de informatie is door de auteur(s) van onderhavig advies niet geverifieerd.

3 Bodem, water en omgeving

3.1 Hoogte maaiveld

De maaiveldhoogte ter plaatse van de onderzoekspunten varieert van 18,06 m + tot 18,10 m + NAP.

3.2 Bodem

3.2.1 Laagopbouw van de grond en de variaties daarvan op de planlocatie

De lokale bodemopbouw kan tot de maximaal verkende diepte als volgt worden gekarakteriseerd.

Diepte tot [m tov NAP]	Dominante lithologie / samenstelling	Kenmerken / bijzonderheden
ca. 17,5 +	Zand (organisch)	Toplaag
ca. 13,5 +	Afwisseling van zand en silt	
ca. 0,5 - à 2 -	Zand, matig vast tot (zeer) vast	Meervoudige teruggangen in conusweerstand door klei- en of zand met een hogere silt-/kleifractie en/of een lossere pakking

3.2.2 Geologie van de planlocatie en omgeving

De op basis van de geraadpleegde bronnen verwachte ondiepe geologie op de locatie is weergegeven in de navolgende tabel. Hierbij dient te worden opgemerkt dat het de geologische bodemopbouw betreft die door TNO is geïnterpoleerd op basis van onderzoek in de omgeving. De werkelijke laagopbouw en bodemsamenstelling kunnen hiervan afwijken.

Diepte tot* [m - NAP]	Formatienaam*	Kenmerken	Dominante lithologie
ca. 8	Boxtel	Holocene en Pleistocene heterogene afzettingen met een eolisch, periglaciaal, lacustrien en fluviatiel karakter. Afzetting vond plaats in stuifvlaktes, dekzanden, beken, geulen, oevers en kleinschalige moerassen.	Zand met een wisselende korrelgrootte, vaak siltig. Zandige leem. Dunne klei-, gyttja-, en veenlagen.
ca. 67	Sterksel	Fluviatiele afzettingen van het Rijn-Maas systeem uit het Pleistoceen. Afzetting vond ook plaats in geulen en crevasses.	Grof zand en grind. Lokaal siltige en zandige klei.
ca. 95	Stramproy	Fluviatiele en fluvio-eolische afzettingen van de Noord-Belgische rivieren uit het Pleistoceen. Lokaal aanwezig als ondiep mariene afzettingen.	Fijn tot grof zand met plaatselijke klei- en leemlagen. Plaatselijk veen en fijn grind.

* Bron: Regis v.2.2 en/of GeoTOP 1.4, TNO; de werkelijke dieptes en samenstelling kunnen hiervan afwijken

3.3 Water

3.3.1 Grondwater

De tijdens het onderzoek geregistreerde grondwaterniveaus zijn weergegeven in de navolgende tabel.

Meetpunt [nr.]	Meetdiepte	Meetmoment [datum]	[relatief]	Waterspiegel ¹⁾	
				[m - mv]	[m + NAP]
B1/D1	Freatisch	25-11-2022	tijdens boren	2,50	15,56

¹⁾ Gemeten waterstanden zijn momentopnamen en dienen met de nodige voorzichtigheid te worden gehanteerd, omdat:

- o waterniveaus gemeten direct na de plaatsing van een sondering, boring of peilbuis, significant kunnen afwijken van de heersende grondwaterstand of stijghoogte. Het kan namelijk enige tijd duren voordat een representatieve waterspiegel is ingesteld (enkele seconden in grof zand tot soms enkele uren in slecht doorlatende klei).
- o de grondwaterstand onder invloed van seizoens-afhankelijke factoren met de tijd zal fluctueren. Deze fluctuaties varieert per regio/gebied; in polders meestal ca. 0,5 m, nabij grote rivieren soms 4 à 5 m en elders vaak 1,5 à 2 m. Een representatief beeld hiervan kan slechts worden gekregen door monitoring van de grondwaterstand gedurende langere tijd en/of door tijdreeksanalyse van gedurende langere tijd gemonitorde peilbuizen uit de omgeving.

4 Funderingsadvies

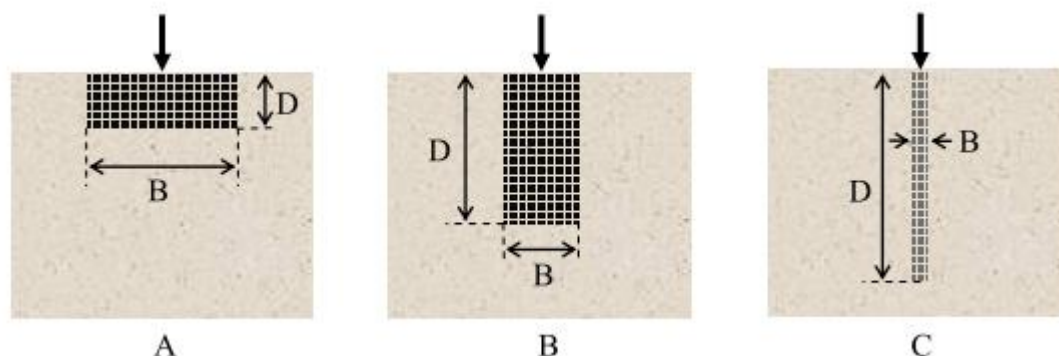
4.1 Keuze funderingstype

4.1.1 Vrijblijvend advies

Er zijn 3 hoofdtypen funderingen, te weten:

- Fundering op staal; een ondiepe fundering op de vaste grond. Een fundering op staal is vaak goedkoper dan een fundering op palen, wanneer op een geringe diepte goede, draagkrachtige bodemlagen aanwezig zijn. Bij een samendrukbare bodem is het vaak niet goed mogelijk om een fundering op staal te realiseren, omdat de zettingen dan te groot worden.
- Diepfundering; een tussenvorm van palen en staal met elementen met een diepte tussen circa 3 en $5 \times$ de breedte. Een diepfundering kan interessant zijn wanneer op een diepte van 2 tot 4 m een draagkrachtige bodemlaag aanwezig is en voor een normale fundering op staal te veel grondwerk zou zijn vereist.
- Fundering op palen; een fundering bestaande uit elementen met een diepte $> 5 \times$ de breedte/diameter. Een fundering op palen wordt doorgaans toegepast in gebieden met een slappe of heterogene bodem, of bij de uitbreiding van bestaande bebouwing (om zettingsverschillen te voorkomen) en/of bij zeer hoge funderingsbelastingen.

Een schematisch overzicht van de hoofdtypen is weergegeven in Figuur 4.1.



Figuur 4.1 Soorten funderingen: (a) fundering op staal (stroken, poeren, plaatfundering), (b) diepfundering en (c) paalfundering

Ons oordeel over de (geotechnische) geschiktheid van de onderzochte bodem voor de 3 hoofdtypen fundering is samengevat in navolgende tabel.

Aspect	Score* Fundering op staal	Diepfundering	Fundering op palen
Inspanning nodig om draagkrachtige laag te bereiken	+/-0	0	+
Inspanning nodig om trekkracht te kunnen opnemen	0	0	0
Risico op ontoelaatbare verticale verplaatsing (zetting)	0	0	+
Risico op ontoelaatbare verschilzetting / rotatie	0	0	+
Risico's tav erosie-, oplos-, krimp- of zwelgevoelige lagen	0	0	0
Uitvoeringsrisico's archeologie of verontreinigingen	0	0	0
Kosten (niet onderbouwde inschatting)	-	0	-
geo-score (= som plussen en minnen)	0	0	+2

* toelichting score:

- + naar verhouding klein
- 0 neutraal / niet bekend / niet relevant
- naar verhouding groot

Rekening houdend met voorgaande is onze inziens, vanuit geotechnisch oogpunt, een fundering op palen de preferente funderingskeuze. Een fundering op staal is mogelijk indien de berekende zetting

acceptabel wordt geacht door de opdrachtgever en/of constructeur. Anders gaat de voorkeur uit naar een paalfundering.

Opmerking

- Het vrijblijvende keuzeadvies is gebaseerd op de voorhanden zijnde en verstrekte gegevens. Aanvullende milieukundige, archeologische, economische of bijvoorbeeld uitvoeringstechnische randvoorwaarden kunnen aanleiding geven tot een wijziging van het keuzeadvies.

4.1.2 Besluit funderingskeuze

In dit rapport wordt zowel een fundering op palen als een fundering op staal nader uitgewerkt. De definitieve funderingskeuze zal door de opdrachtgever / constructeur in een later stadium worden gemaakt.

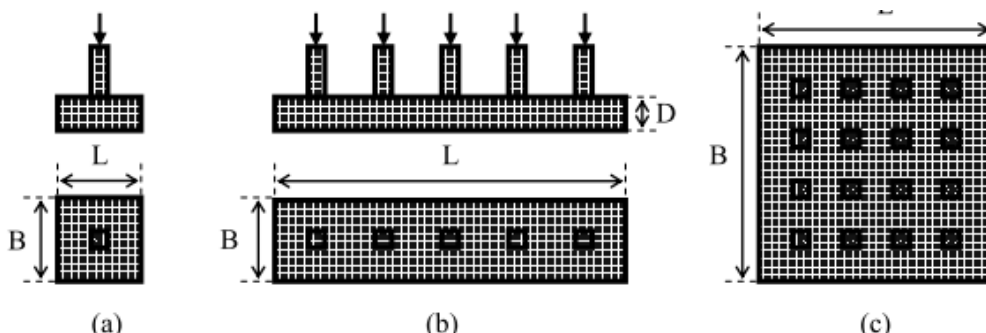
4.2 Fundering op staal

4.2.1 Keuze subtype fundering op staal

Een fundering op staal is een ondiepe funderingsconstructie die zorgt voor spreiding van de lijn- en/of puntlasten over een groter oppervlakte. De 3 belangrijkste subtypen hiervan zijn:

- Poeren: kolommen of geprefabriceerde platen, meestal bestaande uit gewapend beton.
- Stroken: betonnen, meestal gewapende stroken.
- Plaatfundering: integraal vlakke platen (al dan niet voorzien van vorstranden) of keldervloeren.

Een schematisch overzicht van de 3 subtypen is weergegeven in Figuur 4.2.

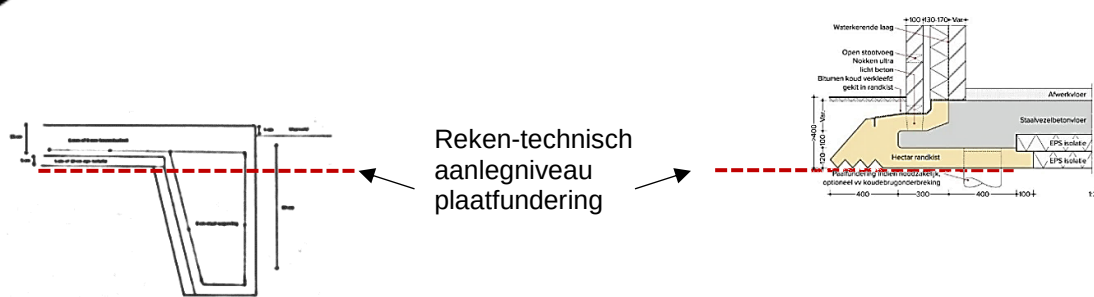


Figuur 4.2 Soorten funderingen op staal: (a) poeren, (b) stroken en (c) plaatfundering

In overleg met de architect wordt uitgewerkt: een plaatfundering.

Opmerking plaatfundering

- In de navolgende berekeningen worden de met wapening versterkte plaatgedeelten, waarover de lijn- en/of puntlasten worden gespreid, beschouwd als meewerkende funderingselementen (als richtwaarde wordt vaak een maat van circa $5 \times$ de vloerdikte aangehouden). Deze meewerkende oppervlakken worden verder in dit rapport aangeduid als meewerkende stroken en poeren. De afmetingen daarvan en de daartoe vereiste wapening dienen door de constructeur te worden bepaald aan de hand van de gegevens uit dit rapport.
- De plaat dient te worden voorzien van vorstranden tot een diepte van 0,7 m onder maaiveld, of in geval van horizontale vorstranden, tot een afdoende breedte. Volledigheidshalve wordt erop gewezen dat in de berekening de onderkant van de vloer wordt beschouwd als het aanlegniveau van de fundering (zie ook Figuur 4.3). Indien de vorstrand zelf als funderingselement wordt beschouwd, mogen de rekenresultaten voor de plaatfundering niet zonder meer worden gehanteerd. Er zou in dat geval moeten worden gerekend met de onderkant van vorstrand (als zijnde 'verzwaarde strook'), als het aanlegniveau van de fundering.



Figuur 4.3 Voorbeeld van een verticale en horizontale vorstrand en het reken-technisch aanlegniveau van de fundering

4.2.2 Bekrachtiging funderingskeuze / toetsing grenstoestanen

Om de keuze van funderingstype en -elementen te kunnen bekrachtigen, dient:

- te worden nagegaan of er sprake is van conflicterende uitvoeringsaspecten (zie onder meer hoofdstuk 5).
- cf. NEN 9997-1 een toetsing plaats te vinden van de weerstand en de vervorming bij constructieve en geotechnische grenstoestanen in blijvende en tijdelijke situaties:
 - Bij de beschouwing van een grenstoestand door bezwijken of uitzonderlijke vervorming van een constructief element of van de ondergrond (STR en GEO) moet zijn getoetst dat: $E_d \leq R_d$.
 - Bij de toetsing van bruikbaarheidsgrenstoestanen in de ondergrond of in een constructief onderdeel, element of constructieve verbinding is vereist dat: $E_d \leq C_d$.
 - Onderzocht moet worden of in de geotechnische constructie dusdanige vervormingen optreden dat een uiterste grenstoestand of bruikbaarheidsgrenstoestand in de bouwconstructie, die direct of indirect wordt beïnvloed door de geotechnische constructie, wordt overschreden ($S_d \leq S_{req}$). Ongelijkmatige verplaatsingen van funderingen, die vervormingen in de ondersteunde constructie tot gevolg hebben, moeten zo zijn beperkt dat ze niet leiden tot een grenstoestand in de ondersteunde constructie.

De rekenresultaten zijn weergegeven in hoofdstuk 4.3. Door de opdrachtgever en/of ontwerper van de constructie dient, aan de hand van deze rekenresultaten, te worden vastgesteld:

- met welke (meewerkende) afmetingen en eventueel vereiste wapening, de benodigde draagkracht kan worden behaald.
- of de zettingsverwachting acceptabel is². Indien de berekende zetting onacceptabel is, wordt geadviseerd om na te gaan of er maatregelen te nemen zijn om deze zettingen te beperken (bijvoorbeeld een diepere grondverbetering, een wijziging van het aanlegniveau of een reductie van de grondspanning) of om een fundering op palen toe te passen.

Opmerking

Zoals vermeld in NEN 9997-1 artikel 2.4.9 wordt voor woonfuncties en -gebouwen, en tenzij nader gedefinieerd ook voor overige gebouwen en bouwwerken, voor de bruikbaarheidsgrenstoestand (BGT) in het algemeen aangehouden dat de scheefstand ω en/of de relatieve rotatie β_x niet de waarde 1:300 mag overschrijden. Als eis voor de uiterste grenstoestand (UGT) type B wordt vaak een relatieve rotatie β van 1:100 aangehouden. In de regel zal derhalve de bruikbaarheidsgrenstoestand bepalend zijn.

² Conform NEN 9997-1 kan de toetsing aan de grenswaarden voor verplaatsing feitelijk niet door de geotechnische ontwerper worden gedaan, omdat de eisen met betrekking tot de zakkings (voor zowel de uiterste grenstoestand als voor de bruikbaarheidsgrenstoestand) afhankelijk zijn van de specifieke kenmerken van de constructie.

4.3 Berekening fundering op staal

4.3.1.1 Uitgangspunten berekening

4.3.1.2 Rekenmethode

- In dit rapport worden de draagkracht en de vervormingen bepaald van axiaal op druk belaste funderingselementen (stroken, poeren en plaatfundering) met statische of quasi-statische daarop werkende krachten en met een gronddekking van ten hoogste $5 \times$ de breedte van de basis van de fundering.
- De draagkracht en de vervorming van de grond zijn berekend conform NEN 9997-1 H6, waarbij
 - de draagkrachtberekeningen zijn uitgevoerd voor de gedraineerde en eventueel de ongedraineerde toestand, doorponsen en squeezeing.
 - in de zettingsberekeningen de belasting in beginsel wordt afgeleid van de maximale draagkracht van de bodem (tenzij anders afgesproken) en waarbij spanningsspreiding in rekening is gebracht met een spanningsconcentratiefactor $m_\sigma = 3$.
 - onmiddellijke zetting (s_0) ten gevolge van afschuifvervorming en volumevermindering cf. § 6.6.2 verwaarloosbaar zijn gesteld.
 - Op de grondparameters de partiële factoren γ_M toegepast zijn van de verzameling M2 en de partiële factoren $\gamma_{R,v}$ toegepast zijn volgens de verzameling R3.
- Het project wordt ingedeeld in de geotechnische categorie 2 (GC2).

4.3.1.3 Geometrische gegevens

- Op basis van de verstrekte plangegevens (zie § 1.3.2) en aanvullende informatie van de architect zijn de navolgende peilen aangenomen:
 - Bouwpeil 18,35 m + NAP
 - Maaiveld 18,2 m + NAP
 - Aanlegniveau plaatfundering 18,05 m + NAP
- Voor de berekeningen is uitgegaan van een maximale grondwaterstand van 17,5 m + NAP en een minimale grondwaterstand van 15,0 m + NAP.
- De hoek van het maaiveld met de horizontaal is verwaarloosbaar gesteld.
- De draagkracht is onder meer afhankelijk van de gronddekking. Met gronddekking wordt bedoeld het minimale verschil van het aanlegniveau ten opzichte van de zich er direct naast bevindende grondslag (tijdens de levensduur van het bouwwerk, dus ook als deze slechts tijdelijk aanwezig is). Bij een plaatfundering is geen directe zandaanvulling aanwezig, maar bestaat de gronddekking in beginsel uit de combinatie van het eigen gewicht van de betonvloer en de weerstand die de betonvloer levert tegen buiging. Door ons bureau wordt gerekend met een gronddekking van maximaal 0,4 m; door de constructeur dient, op basis van de eigenschappen van de betonvloer, de te hanteren gronddekking te worden gekozen.

4.3.1.4 Geotechnische parameters (schematische bodemopbouw)

Ten behoeve van de berekening van het draagvermogen van de ondergrond en de zettingen van de funderingselementen is een representatief bodemprofiel opgesteld op basis van het grondonderzoek. Vervolgens is gebruik gemaakt van tabel 2.b in NEN 9997-1 om de karakteristieke waarden van deze grondeigenschappen te bepalen.

Opmerking

- Er wordt aangenomen dat de oorspronkelijke, op natuurlijke wijze gesedimenteerde bodemopbouw aanwezig is. Indien de grond geroerd of vergraven is, kan het gedrag van de bodem significant anders zijn dan aangenomen.
- De gunstige invloed van grondverbetering is, uitgaande van een uitvoering zoals beschreven in § 4.3.2, meegenomen in de berekening van de draagkracht en de vervormingen.

4.3.1.5 Opgegeven belastingen en vervormingseisen

- Op het moment van schrijven zijn er (nog) geen belastingen bekend bij ons bureau.
- Door de opdrachtgever/ontwerper van de constructie zijn geen gegevens verstrekt betreffende de maximaal toelaatbare verplaatsing (S_{req}).

Algemene opmerking

Geadviseerd wordt de uitgangspunten te verifiëren, voordat met de resultaten van het onderzoek verder wordt gewerkt.

4.3.2 Ontgravingsdiepte en grondverbetering

Rekening houdend met de uitgangspunten zoals weergegeven in § 4.3.1.1, wordt geadviseerd om de grond tot de in de navolgende tabel aangegeven diepte te vervangen door een goed verdicht zandpakket (grondverbetering in de vorm van grondvervanging).

Sondering [nr.]	Hoogte maaiveld [m + NAP]	Ontgravingsniveau tbv grondverbetering ¹⁾ [m + NAP]
D1	18,06	16,4
D2	18,10	16,5

¹⁾ Opmerking:

- Wanneer het aanlegniveau dieper is dan het geadviseerde ontgravingsniveau, dan hoeft daar geen grondverbetering te worden uitgevoerd en kan de fundering, na verdichting, direct op de aanwezige grondslag worden aangelegd.
- Indien de vrijkomende grond voldoende verdichtbaar is (bv. wanneer het zwak siltig en/of zwak humus-houdend los zand betreft), kan deze ter plaatse worden hergebruikt voor grondverbetering.

Tussen de sonderingen moet tot dezelfde grondslag worden ontgraven zoals is aangetroffen ter plaatse van de aangrenzende sonderingen met het diepste ontgravingsniveau. Wanneer visueel het verloop van de laag is vast te stellen kan als ontgravingsniveau tussen de sonderingen het laagverloop worden aangehouden. Bestaat de onderste 0,2 à 0,4 meter uit los gepakt goed te verdichten zand dan hoeft dit niet te worden verwijderd maar kan, indien de vochtigheidsgraad dit toelaat, dit direct worden verdicht.

Wanneer op het ontgravingsniveau ten behoeve van de fundering insluitingen van slechte grond of andere ongewenste zaken zijn aangetroffen, dan moeten deze ongewenste insluitingen tot de vaste natuurlijke grondslag worden vervangen door zand of door een materiaal dat ten minste de eigenschappen qua draagkracht en vervorming heeft die als uitgangspunten voor het ontwerp zijn gebruikt. Ongewenste zaken onder een funderingselement kunnen zijn:

- cohesieve afzettingen (klei, veen);
- vegetatieresten (wortels, boomstronken);
- oude waterlopen;
- oude funderingen, putten, buizen e.d.

Bij de berekeningen wordt ervan uitgegaan dat de uitvoering van de grondverbetering voldoet aan de eisen zoals gesteld in NEN 9997-1 H5 en eventuele overige eisen vermeldt in dit rapport.

4.4 **Rekenresultaten**

De rekenresultaten zijn weergegeven in Bijlage 1; A (plaatfundering ALN 18,05 m + NAP), met nummering:

- 1 Grondparameters, materiaalfactoren en overige uitgangspunten
- 2 Stroken (meewerkend): Draagkracht en maximale funderingsdruk
- 3 Stroken (meewerkend): Zakkingen en beddingscoëfficiënten
- 4 Poeren (meewerkend): Draagkracht en maximale funderingsdruk
- 5 Poeren (meewerkend): Zakkingen en beddingscoëfficiënten
- 6 Last-zakkingsdiagrammen voor (meewerkende) stroken
- 7 Last-zakkingsdiagrammen voor (meewerkende) poeren
- VBL Voorbeeldberekening

Opmerking

- Als gevolg van een mogelijke heterogeniteit van de ondergrond en uitvoeringsonvolkomenheden moet, voor toetsing van de vervorming, worden gerekend met een zakkingsverschil (Δs_d) tussen twee afzonderlijk op staal gefundeerde elementen van in beginsel tenminste 50 % van de gemiddelde waarde van de zakking van de funderingselementen.
- Opgemerkt wordt dat de zettingsberekening is gebaseerd op beperkte informatie en als zodanig moet worden gehanteerd. Zo zijn de volumegewichten en samendrukkingsconstanten afgeleid uit het beschreven onderzoek. Aan de hand van een uitgebreider daartoe gericht grondonderzoek (met name door het uitvoeren van enkele classificatieproeven en/of samendrukkingsproeven in

het laboratorium) is een betere prognose te geven van de te verwachten zettingen en zettingsverschillen.

4.5 Fundering op palen

4.5.1 Paalkeuze

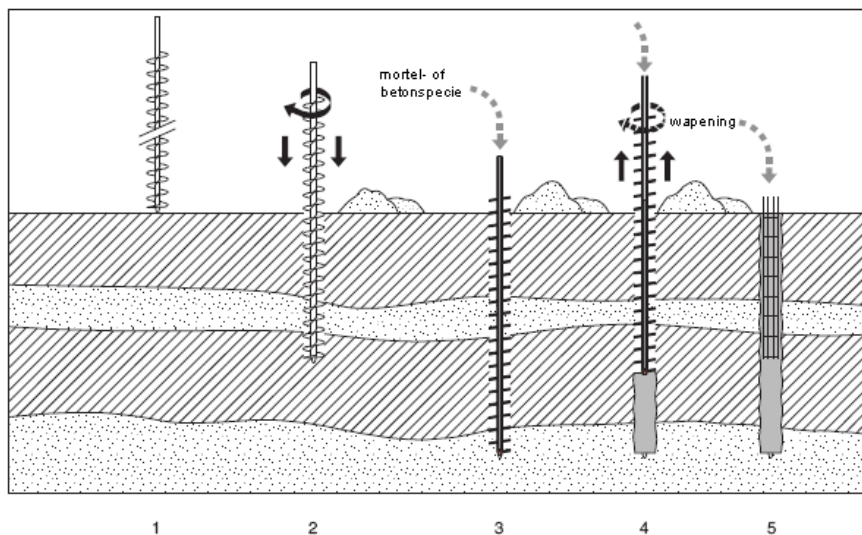
In dit rapport wordt in overleg met de architect een fundering op avegaarpalen nader uitgewerkt.

Ten aanzien van de paalkeuze dient het volgende te worden opgemerkt:

- De paalsysteemkeuze is gebaseerd op de voorhanden zijnde en verstrekte gegevens. Aanvullende milieukundige, archeologische, geohydrologische, gemeentelijke of overige randvoorwaarden kunnen aanleiding geven tot een wijziging van het paalttype.
- Er wordt op gewezen dat op het terrein mogelijk palen aanwezig zijn van gesloopte gebouwen. Wij adviseren deze palen niet te verwijderen indien dat niet nodig is om grondontspanning te voorkomen. Deze palen kunnen uiteraard ook niet zonder meer onderdeel vormen van de nieuwe fundering.
- De keuze voor alternatieve paalsystemen is niet uitgesloten.

4.5.2 Beschrijving paalttype: Avegaarpaal

Een avegaarpaal is een in de grond gevormde, grond-verwijderende paal. De avegaar, bestaande uit een holle as met daaromheen een doorgaand schroefblad, wordt rechts-omdraaiend op diepte geschroefd. Vervolgens wordt de holle as volgepompt waarna de avegaar stilstaand of langzaam rechtsonder roterend uit de grond wordt getrokken. Gedurende het proces moet het gehele systeem onder een continue speciedruk worden gehouden. Direct na het vervaardigen wordt de wapening in de verse specie aangebracht.



4.5.3 Bekrachtiging funderingskeuze / toetsing grenstoestanden

Om de keuze van funderingstype en -elementen te kunnen bekrachtigen, dient:

- te worden nagegaan of er sprake is van conflicterende uitvoeringsaspecten (zie onder meer hoofdstuk 5).
- cf. NEN 9997-1 een toetsing plaats te vinden van de weerstand en de vervorming bij constructieve en geotechnische grenstoestanden in blijvende en tijdelijke situaties:
 - Bij de beschouwing van een grenstoestand door bezwijken of uitzonderlijke vervorming van een constructief element of van de ondergrond (STR en GEO) moet zijn getoetst dat: $E_d \leq R_d$.
 - Bij de toetsing van bruikbaarheidsgrenstoestanden in de ondergrond of in een constructief onderdeel, element of constructieve verbinding is vereist dat: $E_d \leq C_d$.
 - Onderzocht moet worden of in de geotechnische constructie dusdanige vervormingen optreden dat een uiterste grenstoestand of bruikbaarheidsgrenstoestand in de

bouwconstructie, die direct of indirect wordt beïnvloed door de geotechnische constructie, wordt overschreden ($S_d \leq S_{req}$).

De rekenresultaten zijn weergegeven in hoofdstuk 4.6. Door de opdrachtgever en/of ontwerper van de constructie dient, aan de hand van deze rekenresultaten, te worden vastgesteld:

- met welke paalpuntniveau(s), paaltype, en paalafmeting(en) de benodigde draagkracht kan worden behaald.
- of de zettingsverwachting acceptabel is³.

Opmerking

Zoals vermeld in NEN 9997-1 artikel 2.4.9 wordt voor woonfuncties en -gebouwen, en tenzij nader gedefinieerd ook voor overige gebouwen en bouwwerken, voor de bruikbaarheidsgrenstoestand (BGT) in het algemeen aangehouden dat de scheefstand ω en/of de relatieve rotatie β_x niet de waarde 1:300 mag overschrijden. Als eis voor de uiterste grenstoestand (UGT) type B wordt vaak een relatieve rotatie β van 1:100 aangehouden. In de regel zal derhalve de bruikbaarheidsgrenstoestand bepalend zijn.

4.6 Berekening fundering op palen

4.6.1 Uitgangspunten berekening

4.6.1.1 Rekenmethode

- In dit rapport worden de draagkracht en de vervormingen bepaald van axiaal op druk belaste funderingselementen.
- De draagkracht en de vervorming van de grond is berekend volgens conform NEN 9997-1, uitgaande van ontwerpbenadering 3.
- In de berekeningen is gebruik gemaakt van de partiële weerstandsfactoren volgens de verzameling R3, bedoeld voor toetsing van de draagkracht en de vervorming in de uiterste grenstoestanden bij bezwijken of buitensporig vervormen van de constructie (STR) en de ondergrond (GEO), uitgaande van de berekening van de draagkracht op basis van sonderingen. Conform NEN 9997-1 A 3.3.2 is, voor zover van toepassing, aangehouden:
 - de partiële weerstandsfactor γ_b , γ_s en γ_t voor op druk belaste palen = 1,2;
 - de partiële weerstandsfactor γ_{st} voor op trek belaste palen = 1,35.
- De correlatiefactoren ξ_3 en ξ_4 , voor berekening van de draagkracht op basis van grondproeven, zijn conform NEN 9997-1 A 3.3.3 vastgesteld op 1,39, uitgaande van een niet stijf bouwwerk en presentatie van de draagkracht per afzonderlijke sondering.
- Het project is ingedeeld in de geotechnische categorie 2 (GC2).

4.6.1.2 Geometrische gegevens

- Op basis van de verstrekte plangegevens (zie § 1.3.2) en aanvullende informatie van de architect zijn de navolgende peilen aangenomen:
 - Bouwpeil 18,35 m + NAP
 - Maaiveld 18,2 m + NAP
 - Aanlegniveau fundering 17,5 m + NAP
- Voor de berekeningen is uitgegaan van een maximale grondwaterstand van 17,5 m + NAP en een minimale grondwaterstand van 15,0 m + NAP.

³ Conform NEN 9997-1 kan de toetsing aan de grenswaarden voor verplaatsing feitelijk niet door de geotechnische ontwerper worden gedaan, omdat de eisen met betrekking tot de zakking (voor zowel de uiterste grenstoestand als voor de bruikbaarheidsgrenstoestand) afhankelijk zijn van de specifieke kenmerken van de constructie.

4.6.1.3 Geotechnische gegevens

- De bodemparameters zijn, voor zover niet rechtstreeks afkomstig van de sondeerdata, afgeleid van NEN 9997-1 tabel 2.b. De paalkarakteristieken die zijn gehanteerd, zijn in beginsel afkomstig van het SBR Handboek Funderingen en tabel 7.c. uit de NEN 9997-1+C2:2017 nl. Navolgend zijn de gehanteerde waarden en eventuele bijzonderheden samengevat:

Paaltype:	α_p	α_s^*	α_t^*	β	L-Z diagr.	Bijzonderheden
Avegaarpaal	0,56	0,006	0,0045	1,0	2	$q_{c,ill,gem.}$ maximaal 2 MPa

* voor zand en zand/grind-houdende grond. Voor klei-, leem- of veenlagen wordt, cf. NEN 9997-1 art. 7.6.1.1, door ons bureau schachtwrijving buiten beschouwing gelaten.

- Conform NEN 9997-1 § 7.6 is, voor op druk belaste palen, de schachtwrijving berekend voor de grondlagen boven paalpuntniveau tot het niveau waarbij deze grondlagen *overwegend* bestaan uit zand-, klei- en leemlagen met conusweerstand groter dan 2 MPa.
- Omdat de verwachte potentiële maaiveldzakking na het installeren van de palen meer dan 0,1 m bedraagt is de maximumwaarde van de negatieve kleeft F_{nk} beschouwd als een belasting op de palen. Hierbij is gerekend met een bodemprofiel met samendrukbare lagen tot een diepte van ca. 13,5 à 14,1 m + NAP. De berekening van de karakteristieke waarde van de negatieve kleeft is uitgevoerd volgens NEN 9997-1 § 7.3.2.2(d) met een partiële belastingsfactor $\gamma_{f,nk}$ van 1,0.

4.6.1.4 Opgegeven belastingen en vervormingseisen

- Op het moment van schrijven zijn er (nog) geen belastingen bekend bij ons bureau.
- Door de ontwerper van de constructie zijn geen gegevens verstrekt betreffende de maximaal toelaatbare verplaatsing (s_{req}).

Algemene opmerking

Geadviseerd wordt de uitgangspunten te verifiëren, voordat met de resultaten verder wordt gewerkt.

4.6.2 Rekenresultaten

4.6.2.1 Paaldiameter en paalpuntniveau

De draagkracht en vervormingen zijn bepaald voor:

- Avegaarpalen met een schachtafmeting van Ø 300, Ø 350, Ø 400 en Ø 450 mm.

De paalpuntniveaus waarvoor de draagkracht is berekend, inclusief de vanuit geotechnisch oogpunt preferente paalpuntniveaus (indien aanwezig), zijn weergegeven in de navolgende tabel.

De uiteindelijke keuze van paalpuntniveau(s), en paalafmeting(en) dient door de opdrachtgever en/of constructeur te geschieden, op basis van deze tabel en de rekenresultaten (zie § 4.6.2.2 en 4.6.2.3).

Sondering [nr.]	Maaiveldhoogte [m + NAP]	Paalpuntniveau [m + NAP] Berekend	Preferent
D1	18,06	12,0 t/m 11,5 & 9,5 t/m 9,25	12,0 & 9,5
D2	18,10	12,0 t/m 11,5 & 9,5 t/m 9,25	12,0 & 9,5

Opmerkingen / toelichting

- Preferente paalpuntniveaus* zijn niveaus die onzes inziens vanuit geotechnisch oogpunt de voorkeur hebben. Het zijn niveaus die bijvoorbeeld geen significante beperkingen kennen ivm de dikte van de draagkrachtige bodemlaag, de aanwezigheid van slechte / samendrukbare lagen, de uitwisselbaarheid van paalpuntniveaus en/of de diepte van de paal in het zandpakket. De preferente niveaus zijn niet bedoeld als een bindend advies.
- Indien er onzes inziens geen paalpuntniveaus te onderscheiden zijn die een duidelijke voorkeur genieten boven de andere (in positieve dan wel negatieve zin), is dit aangegeven met “-”.
- Als leidraad voor de aan te houden diepte van avegaarpalen tussen twee sonderingen dient de sondering met het diepste paalpuntniveau te worden gevolgd.
- De slankheid van de palen (de verhouding tussen diens lengte en dwarsafmeting) dient te worden getoetst aan de eisen gesteld door Bouwtoezicht.
- Geadviseerd wordt vooraf met de funderingsaannemer af te stemmen of de gekozen paalpuntniveaus met de bij hen beschikbare middelen haalbaar zijn.

4.6.2.2 Maximumdraagkracht van de grond op druk

De rekenresultaten zijn, voor de geadviseerde paalpuntniveaus, per sondering weergegeven in de tabel(len) in Bijlage 2. Weergegeven zijn met name:

- $q_{b;max}$: de berekende paalpuntweerstand
- $R_{s;cal;max}$: de schachtwrijving
- $R_{b;cal;max}$: de maximumdraagkracht van de paalpunt
- $R_{c;d}$: de rekenwaarde van de maximumdraagkracht
- $F_{s;nk;d}$: de eventuele belasting door negatieve kleef
- $R_{c;net;d}$: de rekenwaarde van de netto draagkracht ($= R_{c;d} - F_{s;nk;d}$).

In Bijlage 2 is een rekenvoorbeeld weergegeven van:

- Een avegapaal met een schachtafmeting van Ø 300 mm op 9,5 m + NAP (D2);
- Een avegapaal met een schachtafmeting van Ø 350 mm op 12,0 m + NAP (D1);
- Een avegapaal met een schachtafmeting van Ø 450 mm op 12,0 m + NAP (D1);

Opmerking

- Indien de palen een flexibele c.q. niet stijve constructie ondersteunen, moet cf. NEN 9997-1 ervan worden uitgegaan dat de weerstand op druk van de minst draagkrachtige paal maatgevend is voor het ontstaan van een uiterste grenstoestand. Het draagvermogen van een paal dient derhalve te zijn afgestemd op de laagste draagkracht op hetzelfde paalpuntniveau van de omliggende sonderingen.
- De vermelde draagkracht wordt ontleend aan de ondergrond. Door de constructeur moeten de constructieve aspecten van de funderingspalen, waaronder de sterkte, worden beoordeeld.

4.6.2.3 Zakking van de bovenkant van de paalfundering

De zakking van de paalpunt (s_b) is cf. NEN 9997-1 bepaald, voor de als rekenvoorbeeld gekozen paal/palen en is weergegeven in Bijlage 2. De last-zakking is bepaald op basis van:

- de berekende maximumdraagkracht van de paalpunt ($R_{b;cal;max}$)
- de maximumwrijvingskracht over het deel van de schacht dat meedoet in de bepaling van de draagkracht ($R_{s;cal;max}$)
- de lastzakkingsdiagrammen uit de NEN 9997-1.
- de elastische verkorting van de paal (s_{el}).
- de zakking door samendrukking van de onder het paalpuntniveau gelegen lagen (s_2).

Ter indicatie zijn tevens de rekenwaarden van de veercoëfficiënten weergegeven, voor verschillende belastingen.

Opmerking

De last-zakkingsdiagrammen zijn weergegeven voor de als rekenvoorbeeld gekozen paal/palen. Last-zakkingsdiagrammen voor andere sonderingen, palen, paalconfiguraties of belastingen kunnen desgewenst in een aanvullende opdracht worden uitgewerkt.

5 Richtlijnen voor ontwerp, berekening en uitvoering

5.1 Algemeen

- Voor richtlijnen en aandachtspunten qua uitvoering en ontwerp, wordt verwezen naar Bijlage 3.
- Conform NEN 9997-1 art.6.4.3(d) geldt dat de oppervlakte van de fundering tenminste gelijk moet zijn aan die van de onderste doorsnede van de erop staande kolom of wand. Voor een wand geldt bovendien een funderingsbreedte van de strookfundering van tenminste 0,3 m.
- Eventuele terreinophogingen dienen voor of uiterlijk tijdens de funderingswerkzaamheden te worden aangebracht.
- Bij het kiezen van de diepte van een fundering op staal moet onder meer het volgende in beschouwing zijn genomen:
 - Er dient te worden nagegaan of de vereiste ontgraving zonder risico voor de bestaande bebouwing / belending kan worden uitgevoerd⁴.
 - Indien de mogelijkheid bestaat dat langs de fundering sleuven voor kabels en leidingen worden gegraven, moet hiervoor een diepte van 0,8 m en een breedte van 1,2 m worden aangehouden.
 - de diepte waarboven schade door vorst kan voorkomen; conform NEN 9997-1 art. 6.4 dient de aanlegdiepte van de fundering voor muren van bouwwerken langs de perceelsgrens, behoudens die tussen woningen en gebouwen onderling, tenminste 0,80 m te zijn. Voor het overige kan 0,60 meter worden aangehouden.

5.2 Aspecten uitvoering ontgraving / grondverbetering

- Voor richtlijnen en eisen omtrent de uitvoering en controle van grondverbetering en verdichting wordt verwezen naar Bijlage 4.
- Grondverbetering moet ten minste het gebied bestrijken waarin de belasting zich onder een hoek van 45° spreidt. De dikte van de te verdichten laag dient bij voorkeur hooguit 30 centimeter te bedragen, waarbij het grondwater zicht ten minste 0,5 m onder de te verdichten laag bevindt. Vervolgens dient de ontgraven bouwputbodan te worden aangetrild. De uitvoering van de grondverbetering dient te voldoen aan de eisen zoals gesteld in NEN 9997-1.

5.3 Richtlijnen uitvoering avegaarpalen

Voor richtlijnen en aanwijzingen voor de uitvoering van avegaarpalen wordt verwezen naar:

- NEN-EN 1536:2010+A1:2015 en - Uitvoering van bijzonder geotechnisch werk – Boorpalen;

Volgens het handboek funderingen dient de minimale hart-op-hart-afstand tussen de palen bij de uitvoering normaliter 2,25 à 2,5 d_{voet} te zijn indien de naburige palen een ouderdom van minimaal 4 uur hebben bereikt (bij de toepassing van een vertrager dient deze periode evenredig te worden verlengd). Bij een kortere wachttijd geldt een minimale h.o.h.-afstand van $4 \times d_{voet}$ of 2 m. De minimale tussenafstand tot eventuele belendingen bedraagt normaliter 0,4 à 0,6 m in verband met de uitvoering. Bij kleinere tussenafstanden moet de invloed van de uitvoering op de eventuele belendingen worden onderzocht.

In beginsel dienen de avegaarpalen gemaakt te worden vanaf een werkniveau waarbij er geen potentiaalsprong is tussen de freatische grondwaterspiegel en de stijghoogte van het grondwater in diepere watervoerende lagen (waarin de paal wordt geboord). Dit aspect is met name relevant bij de aanwezigheid van spanningswater of bij de toepassing van een bemaling.

De kwaliteit van de geïnstalleerde palen kan door middel van akoestisch doormeten worden gecontroleerd. Deze metingen kunnen desgewenst door ons bureau worden verzorgd.

⁴ Diverse CAR-polissen bieden geen dekking voor schade aan onroerende zaken, indien de schade is veroorzaakt door ontgraving of andere bodem-ontspannende activiteiten beneden de lijn "1 meter horizontaal, 45 graden naar beneden" vanaf de zijkant/onderkant van een belendende fundering, tenzij kan worden aangetoond dat geen schade aan die belendingen te verwachten is.

5.4 Vloeren

Fundering op staal

Indien de begane-grondvloer op een zandbed wordt aangelegd, wordt geadviseerd dezelfde ontgravingsdiepte aan te houden als vermeld in § 4.3.2.

Opgemerkt wordt dat het aanbrengen van een goed verdicht zandpakket voor de vloer in beginsel in twee fasen dient plaats te vinden. Allereerst dient grondverbetering plaats te vinden tot de onderkant van de fundering. Nadat de fundering is gestort en de muren zijn opgemetseld tot het vloerniveau dient een goed verdicht zandpakket (laagsgewijs) te worden aangebracht tot de onderkant van de vloer. Voor (algemene) richtlijnen en eisen hieromtrent wordt verwezen naar Bijlage 4.

Fundering op palen

Geadviseerd wordt de vloeren vrijdragend (b.v. als systeemvloer) uit te voeren, omdat bij een vloer op zand te grote zettingsverschillen met de rest van het gebouw te verwachten zijn.

5.5 Richtlijnen nieuwbouw/uitbreiding/belending

De volgende richtlijnen dienen in acht te worden genomen met betrekking tot de belending:

- Er dient te worden nagegaan of de vereiste ontgravingen zonder risico voor de belending kan worden uitgevoerd.
- Bij het ontwerp van het palenplan dient er naar gestreefd te worden zo weinig mogelijk palen dicht bij een eventueel op staal gefundeerde belending te plaatsen en een zo groot mogelijke afstand van de palen tot de belending aan te houden.

Reeds bij het uitwerken van het funderingsontwerp moet de belending bij de beschouwingen betrokken worden. Allereerst betekent dit het verzamelen van relevante gegevens over de belendende fundering, zoals paaltype, paallocatie, inheidiepte en belasting. Daarnaast houdt dit voor de nieuwe fundering een aantal uitgangspunten in die zoveel als praktisch mogelijk is aangehouden moeten worden:

- de nieuwe palen moeten worden aangebracht op maximale afstand van de bestaande palen. Bij een beperkte afstand tussen de bestaande en de nieuwe palen kan zich een aantal verschijnselen voordoen die leiden tot schade aan de bestaande fundering;
- bij het doorheien van onsamendrukbare lagen zoals kleilagen kunnen de bestaande palen onderhevig zijn aan opheien;
- bij het doorheien van zandige lagen kan een neerwaarts gerichte wrijving op de bestaande palen optreden;
- tijdens de ontwikkeling van de belasting op de nieuwe palen kan de afgifte van wrijving langs de omtrek van deze palen (vergroting van de) negatieve kleef bij de oude palen veroorzaken;
- bij voorkeur worden de nieuwe palen niet dieper gefundeerd dan de bestaande. Als dit wel zou gebeuren, zouden de heitellingen kunnen leiden tot verdichting van het zandpakket onder de bestaande fundering en daarmee tot zettingen van die fundering. Bovendien kunnen in zandige lagen met een relatief lage pakkingsdichtheid tijdens het heien wateroverspanningen geïntroduceerd worden, waardoor het draagvermogen van de bestaande palen tijdelijk gereduceerd wordt;
- ter beperking van de heitellingen wordt bij voorkeur een paalontwerp uitgewerkt waarbij zwaar heiwerk vermeden wordt. Deze trillingen kunnen eveneens aanleiding zijn tot deformaties in de bestaande fundering. Indien de belending op palen is gefundeerd worden de volgende richtlijnen over het algemeen als veilig beschouwd (Generally Recognized As Safe):
 - Bij een paalpuntniveau, van de nieuwe palen, hoger of gelijk aan dat van de palen onder de belending dient er bij betonpalen onder de belending een h.o.h. paalafstand van $3 D_{eq}$ te worden aanhouden, bij houten palen onder de belending wordt een minimale h.o.h. afstand van $0,75 \text{ m} + 0,5 D_{eq}$ geadviseerd (D_{eq} van de grootste paalafmeting).
 - Bij een paalpuntniveau, van de nieuwe palen, dieper dan dat van de palen onder de belending wordt bij zowel bij houten als betonpalen onder de belending een minimale h.o.h. paalafstand van $4 D_{eq}$ geadviseerd met een minimum van 2 m.
 - Bij een paalpuntniveau, van de nieuwe palen, dieper dan 2 m onder dat van de palen van de belending wordt bij avegaarpalen een minimale h.o.h. paalafstand van $5 D_{eq}$ geadviseerd met een minimum van 2 m.

Nadere gegevens met betrekking tot de (fundering van de) belending kunnen aanleiding geven tot een wijziging van het in dit rapport vermelde paalsysteem en/of paalpuntniveaus.

Bijlage 1 : Berekeningsresultaten fundering op staal

Rapport berekening Fundering op staal cf. NEN 9997-1

IVgeo-FST is een rekenprogramma, ontworpen voor de bepaling van het draagvermogen de zetting van de grond voor quasi-statische verticale belastingen volgens NEN 9997-1 § 6.5.2.2 en § 6.6.2.

Grondparameters

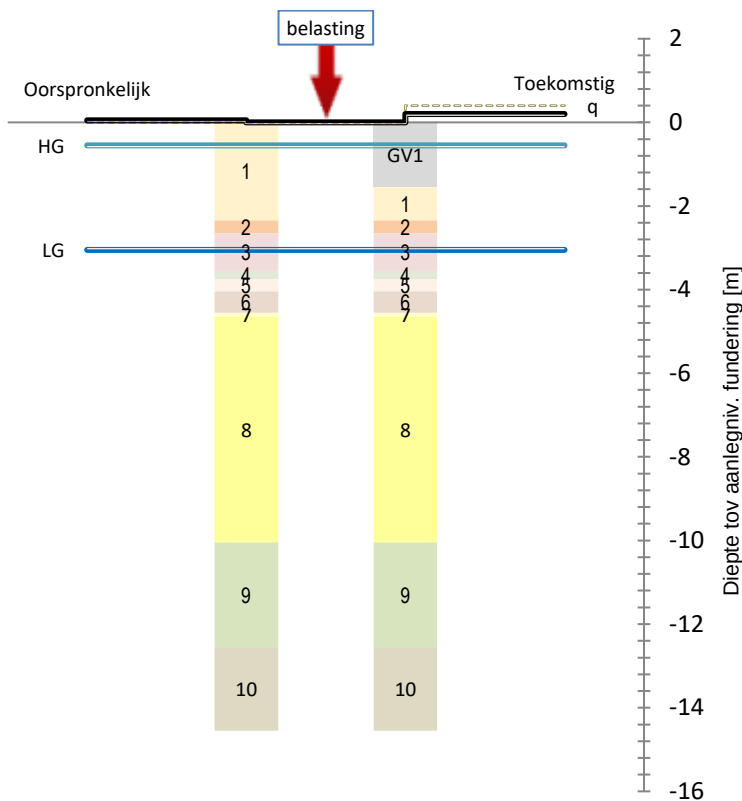
De grondparameters van de verschillende bodemlagen zijn op basis van het grondonderzoek ingeschat aan de hand van tabel 2.b uit de NEN 9997-1, eventueel i.c.m. algemene/locale kennis en ervaring.

Partiële factoren voor grondparameters γ_M

- Volumiek gewicht	1,1
- Tangent hoek inwendige wrijving	1,15
- Ongedraineerde schuifsterkte	1,35
- Cohesie	1,6

Berekeningsaannamen

Oorspronkelijke maaiveldhoogte [m NAP]	18,10
Toekomstige maaiveldhoogte [m NAP]	18,25
Hoek maaiveld met horizontaal [°]	0,00
Aanlegniveau fundering [m NAP]	18,05
Hoge grondwaterstand (HG) [m NAP]	17,5
Lage grondwaterstand (LG) [m NAP]	15,0
Pre-overburden pressure (POP) [kN/m ²]	2,0
Volumiek gewicht gronddekking dr./ nat [kN/m ³]	17/ 19
maatgevend gestelde gronddekking (q) [m]	0,40
Drempel spanningsverhoging zettingsberekening	5%



Extra belasting op mv [kN/m²]

0

figuur 1.1 - Schematisatie van de bodemopbouw

tabel 1.2 - karakteristieke waarden van de grondparameters van de oorspronkelijke bodemopbouw

laag	onderzijde [m Ref]	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	ϕ' [°]	c' [kPa]	c_u [kPa]	CR*	$C\alpha$ [-]	c_v [m/s ²]
1	15,7	18,0	20,0	27,5	0,0	0,0	0,012	0	
2	15,4	17,0	19,0	27,5	0,0	50,0	0,051	0,002	5,00E-07
3	14,5	17,0	19,0	30,0	0,0	0,0	0,011	0	
4	14,3	17,0	19,0	27,5	0,0	50,0	0,092	0,004	5,00E-07
5	14,0	17,0	19,0	30,0	0,0	0,0	0,011	0	
6	13,5	17,0	19,0	27,5	0,0	50,0	0,092	0,004	5,00E-07
7	13,4	17,0	19,0	27,5	0,0	50,0	0,051	0,002	5,00E-07
8	8,0	18,0	20,0	32,0	0,0	0,0	0,005	0	
9	5,5	18,0	20,0	27,5	0,0	0,0	0,012	0	
10	3,5	18,0	20,0	32,0	0,0	0,0	0,005	0	

tabel 1.3 - karakteristieke waarden van de grondparameters van de te vervangen grond onder de fundering

GV1	16,5	18,0	20,0	32,0	0,0	0,0	0,005	0	
-----	------	------	------	------	-----	-----	-------	---	--

* RR wordt, indien van toepassing, steeds aangenomen op 1/3 CR

Symbolen en eenheden

γ	volumiek gewicht, natuurlijke grond	kN/m ³	q	gronddekking	m
γ_{sat}	volumiek gewicht, verzadigde grond	kN/m ³	$\sigma'_{max;d}$	rekenwaarde funderingsdruk	kPa
ϕ'	effectieve hoek van inwendige wrijving	°	R_d	rekenwaarde verticale draagkracht	kN
c'	effectieve cohesie	kPa	s_1	primaire zakking	mm
c_u	ongedraineerde schuifsterkte	kPa	s_2	secundaire zakking	mm
CR	compression ratio; $C_c/(1+e_0)$	-	s	totale zakking	mm
$C\alpha$	secundaire samendrukkingsindex	-	$k_{v;d}$	rekenwaarde statische beddingscoëfficiënt	kN/m ³
RR	Recompression ratio (aanname 1/3 CR)	-	e_0	poriëngetal van de grond	-

Berekening draagvermogen van de grond voor een fundering van (meewerkende) stroken

Berekening van de weerstand tegen belasting loodrecht op het oppervlak van de fundering volgens NEN 9997-1 par. 6.5.2.2; analytische methode.
De berekeningen zijn uitgevoerd voor gelaagde grond in gedraineerde en ongedraineerde toestand.
De rekenresultaten zijn, voor verschillende funderingsafmetingen, weergegeven in tabel 2.1 en 2.2

tabel 2.1 - Rekenwaarden maximale funderingsdruk en weerstand tegen belasting

Strookbreedte [m]	Rekenwaarde maximale funderingsdruk in verschillende toestanden** $\sigma'_{\max;d}$ [kPa]				toelaatbare funderingsdruk* $\sigma'_{\max;d}$ [kPa]	rekenwaarde weerstand tegen belasting* R_d [kN/m']
	Ongedrain.	Gedraineerd	Doorponsen	Squeezing		
0,40	n.v.t.	122	n.v.t.	n.v.t.	122	49
0,50	n.v.t.	129	n.v.t.	n.v.t.	129	64
0,60	n.v.t.	135	n.v.t.	n.v.t.	135	81
0,70	n.v.t.	142	n.v.t.	n.v.t.	142	99
0,80	n.v.t.	148	n.v.t.	n.v.t.	148	119
0,90	n.v.t.	155	n.v.t.	n.v.t.	155	139
1,00	n.v.t.	161	n.v.t.	n.v.t.	161	161
1,20	n.v.t.	172	n.v.t.	n.v.t.	172	207
1,40	n.v.t.	181	n.v.t.	n.v.t.	181	253
1,60	n.v.t.	187	n.v.t.	n.v.t.	187	300
1,80	n.v.t.	193	n.v.t.	n.v.t.	193	348
2,00	n.v.t.	199	n.v.t.	n.v.t.	199	399
2,20	n.v.t.	206	n.v.t.	n.v.t.	206	454
2,40	n.v.t.	213	n.v.t.	n.v.t.	213	512
2,60	n.v.t.	220	n.v.t.	n.v.t.	220	573
2,80	n.v.t.	228	n.v.t.	n.v.t.	228	637
3,00	n.v.t.	235	n.v.t.	n.v.t.	235	704
3,20	n.v.t.	242	n.v.t.	n.v.t.	242	773

* Bij permanente gronddekking (q): 0,4 m

** De maatgevende toestand is dik gedrukt

tabel 2.2 - Rekenwaarde maximale funderingsdruk en draagkracht bij aangegeven dikte gronddekking

Strookbreedte [m]	Rekenwaarde maximale funderingsdruk $\sigma'_{\max;d}$ [kPa]				Rekenwaarde weerstand tegen belasting* R_d [kN/m']			
	q=0,1	q=0,2	q=0,3	q=0,4	q=0,1	q=0,2	q=0,3	q=0,4
0,40	50	74	98	122	20	30	39	49
0,50	56	80	104	129	28	40	52	64
0,60	63	87	111	135	38	52	67	81
0,70	69	93	117	142	49	65	82	99
0,80	76	100	124	148	61	80	99	119
0,90	82	106	130	155	74	96	117	139
1,00	89	113	137	161	89	113	137	161
1,20	101	124	148	172	121	149	178	207
1,40	110	134	157	181	154	187	220	253
1,60	119	141	164	187	190	226	263	300
1,80	126	149	171	193	228	268	308	348
2,00	134	156	177	199	268	311	355	399
2,20	142	163	184	206	311	359	406	454
2,40	149	171	192	213	359	409	460	512
2,60	157	178	199	220	409	463	518	573
2,80	165	186	206	228	462	520	578	637
3,00	173	193	214	235	518	580	641	704
3,20	180	200	221	242	576	641	707	773

* q = dikte gronddekking

Berekenig zetting voor een fundering van (meewerkende) stroken

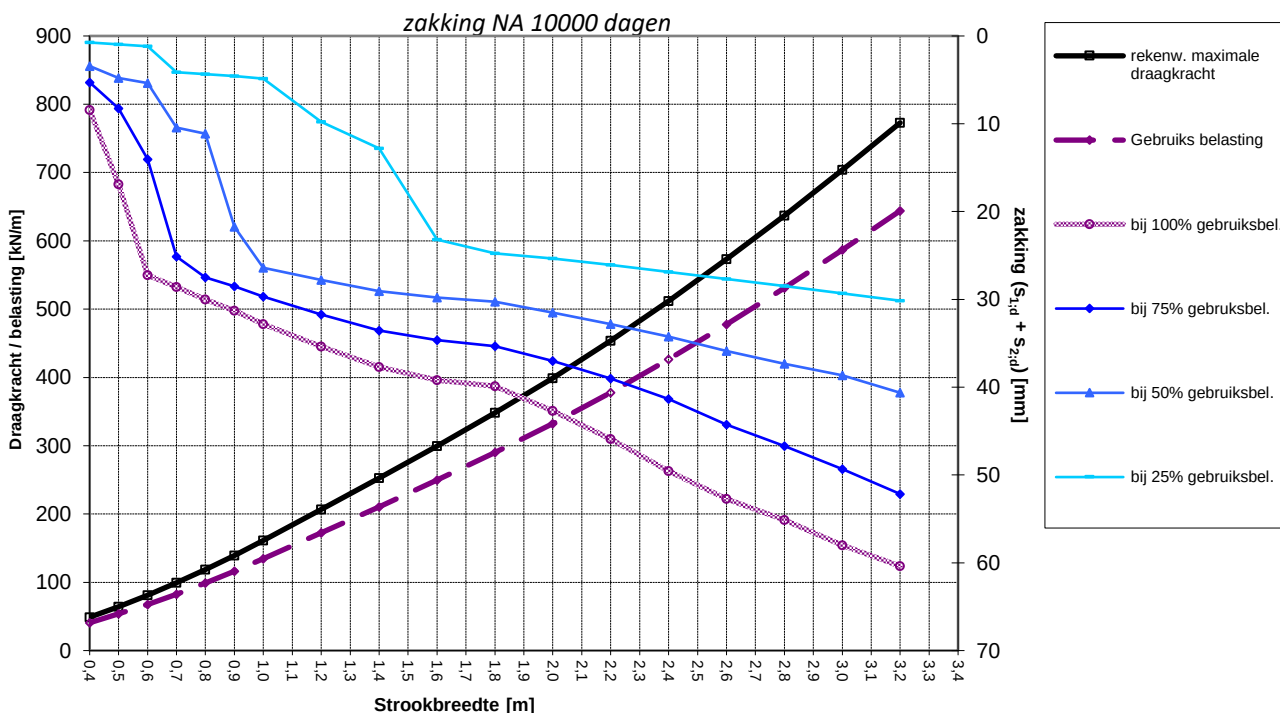
Berekening van de zetting van de grond cf. NEN 9997-1 par. 6.6.2, o.i.v. een gebruiksbelasting (V), die is afgeleid van het maximale draagvermogen of is opgegeven. De beddingscoëfficiënten zijn afgeleid van vermelde primaire zakkings. In tabel 3.1 en Figuur 3 zijn de berekeningsresultaten weergegeven.

Tabel 3.1 - Rekenwaarden zakking en statische beddingscoëfficiënt (gronddekking 0,4 m), NA 10000 dagen

Strookbreedte	Gebruiks belasting	Primaire zakking	Secundaire zakking*	Totale zakking	Statische beddingscoëfficiënt	Extra zakking tgv ophoging/bovenb.
[m]	V [kN/m']	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v,d}$ [kN/m³]	s_{extra} [mm]
0,40	41	4,4	4,0	8,4	1,8E+04	0,0
0,50	54	8,1	8,8	16,9	1,0E+04	0,0
0,60	68	12,8	14,4	27,2	6,8E+03	0,0
0,70	83	14,2	14,4	28,6	6,4E+03	0,0
0,80	99	15,6	14,4	30,0	6,1E+03	0,0
0,90	116	16,9	14,4	31,3	5,9E+03	0,0
1,00	134	18,4	14,4	32,8	5,6E+03	0,0
1,20	172	21,0	14,4	35,4	5,3E+03	0,0
1,40	211	23,3	14,4	37,7	5,0E+03	0,0
1,60	250	24,8	14,4	39,2	4,8E+03	0,0
1,80	290	25,5	14,4	39,9	4,9E+03	0,0
2,00	332	28,3	14,4	42,7	4,5E+03	0,0
2,20	378	31,5	14,4	45,9	4,2E+03	0,0
2,40	426	35,2	14,4	49,6	3,9E+03	0,0
2,60	478	38,3	14,4	52,7	3,7E+03	0,0
2,80	531	40,7	14,4	55,1	3,6E+03	0,0
3,00	587	43,6	14,4	58,0	3,5E+03	0,0
3,20	644	46,0	14,4	60,4	3,4E+03	0,0

* Berekend cf. NEN 9997-1 (spanningsonafhankelijk), dag 1 - ∞

Figuur 3 Draagkracht-last-zakkingsgrafiek



Berekening draagvermogen van de grond voor een fundering van (meewerkende) poeren

Berekening van de weerstand tegen belasting loodrecht op het oppervlak van de fundering volgens NEN 9997-1 par. 6.5.2.2; analytische methode.
De berekeningen zijn uitgevoerd voor gelaagde grond in gedraineerde en ongedraineerde toestand.
De rekenresultaten zijn, voor verschillende funderingsafmetingen, weergegeven in tabel 4.1 en 4.2

tabel 4.1 - Rekenwaarden maximale funderingsdruk en draagkracht

Poerafmeting		Rekenwaarde maximale funderingsdruk in verschillende toestanden**				toelaatbare funderingsdruk*	rekenwaarde weerstand tegen belasting*
B	L	$\sigma'_{\max;d}$ [kPa]				$\sigma'_{\max;d}$ [kPa]	R_d [kN]
[m]	[m]	Ongedrain.	Gedraineerd	Doorponen	Squeezing		
0,40	0,40	n.v.t.	161	n.v.t.	n.v.t.	161	26
0,50	0,50	n.v.t.	165	n.v.t.	n.v.t.	165	41
0,60	0,60	n.v.t.	170	n.v.t.	n.v.t.	170	61
0,70	0,70	n.v.t.	174	n.v.t.	n.v.t.	174	85
0,80	0,80	n.v.t.	179	n.v.t.	n.v.t.	179	114
0,90	0,90	n.v.t.	183	n.v.t.	n.v.t.	183	148
1,00	1,00	n.v.t.	188	n.v.t.	n.v.t.	188	188
1,20	1,20	n.v.t.	195	n.v.t.	n.v.t.	195	281
1,40	1,40	n.v.t.	199	n.v.t.	n.v.t.	199	389
1,60	1,60	n.v.t.	201	n.v.t.	n.v.t.	201	516
1,80	1,80	n.v.t.	204	n.v.t.	n.v.t.	204	660
2,00	2,00	n.v.t.	206	n.v.t.	n.v.t.	206	825
2,20	2,20	n.v.t.	210	n.v.t.	n.v.t.	210	1016
2,40	2,40	n.v.t.	214	n.v.t.	n.v.t.	214	1232
2,60	2,60	n.v.t.	218	n.v.t.	n.v.t.	218	1474
2,80	2,80	n.v.t.	222	n.v.t.	n.v.t.	222	1744
3,00	3,00	n.v.t.	227	n.v.t.	n.v.t.	227	2041
3,20	3,20	n.v.t.	231	n.v.t.	n.v.t.	231	2365

* Bij permanente gronddekking (q): 0,4 m

** De maatgevende toestand is dik gedrukt

tabel 4.2 - Rekenwaarde maximale funderingsdruk en draagkracht bij aangegeven dikte gronddekking

Poerafmeting		Rekenwaarde maximale funderingsdruk				Rekenwaarde weerstand tegen belasting*			
B	L	$\sigma'_{\max;d}$ [kPa]				R_d [kN]			
[m]	[m]	q=0,1	q=0,2	q=0,3	q=0,4	q=0,1	q=0,2	q=0,3	q=0,4
0,40	0,40	54	89	125	161	9	14	20	26
0,50	0,50	58	94	129	165	15	23	32	41
0,60	0,60	63	98	134	170	23	35	48	61
0,70	0,70	67	103	138	174	33	50	68	85
0,80	0,80	72	107	143	179	46	69	91	114
0,90	0,90	76	112	147	183	62	91	119	148
1,00	1,00	81	116	152	188	81	116	152	188
1,20	1,20	89	124	159	195	128	179	229	281
1,40	1,40	95	130	164	199	187	254	321	389
1,60	1,60	101	134	167	201	258	343	429	516
1,80	1,80	106	138	171	204	342	447	553	660
2,00	2,00	110	142	174	206	441	569	696	825
2,20	2,20	115	147	178	210	559	710	862	1016
2,40	2,40	121	152	182	214	695	873	1051	1232
2,60	2,60	126	157	187	218	852	1058	1265	1474
2,80	2,80	131	161	192	222	1029	1266	1503	1744
3,00	3,00	136	166	196	227	1228	1497	1767	2041
3,20	3,20	141	171	201	231	1448	1752	2056	2365

* q = dikte gronddekking

Berekenig zetting voor een fundering van (meewerkende) poeren

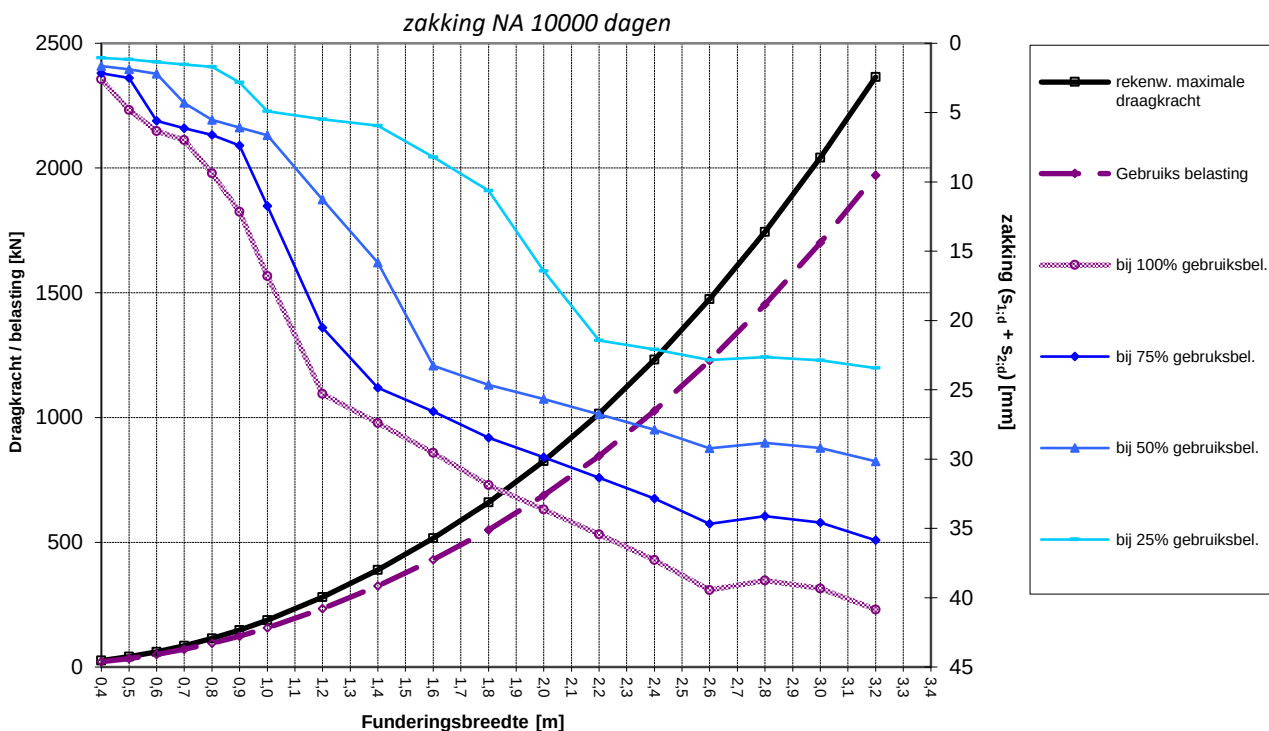
Berekening van de zetting van de grond cf. NEN 9997-1 par. 6.6.2, o.i.v. een gebruiksbelasting (V), die is afgeleid van het maximale draagvermogen of is opgegeven. De beddingscoëfficiënten zijn afgeleid van vermelde primaire zakkings. In tabel 5.1 en Figuur 5 zijn de berekeningsresultaten weergegeven.

tabel 5.1 - Rekenwaarden zakking en statische beddingscoëfficiënt (gronddekking 0,4 m), NA 10000 dagen

Poerafmeting		Gebruiks belasting	Primaire zakking	Secundaire zakking*	Totale zakking	Statische beddingscoëfficiënt	Extra zakking tgv. ophoging/bovenb.
B [m]	L [m]	V [kN]	S_1 [mm]	S_2 [mm]	S_d [mm]	$k_{v,d}$ [kN/m ³]	S_{extra} [mm]
0,40	0,40	21	2,6	0,0	2,6	3,9E+04	0,0
0,50	0,50	34	3,2	1,6	4,8	3,3E+04	0,0
0,60	0,60	51	3,9	2,4	6,3	2,8E+04	0,0
0,70	0,70	71	4,6	2,4	7,0	2,4E+04	0,0
0,80	0,80	95	5,4	4,0	9,4	2,1E+04	0,0
0,90	0,90	124	6,6	5,6	12,2	1,8E+04	0,0
1,00	1,00	156	8,0	8,8	16,8	1,5E+04	0,0
1,20	1,20	234	10,9	14,4	25,3	1,1E+04	0,0
1,40	1,40	325	13,0	14,4	27,4	9,8E+03	0,0
1,60	1,60	430	15,1	14,4	29,5	8,5E+03	0,0
1,80	1,80	550	17,5	14,4	31,9	7,5E+03	0,0
2,00	2,00	688	19,2	14,4	33,6	6,9E+03	0,0
2,20	2,20	846	21,0	14,4	35,4	6,4E+03	0,0
2,40	2,40	1026	22,9	14,4	37,3	6,0E+03	0,0
2,60	2,60	1229	25,0	14,4	39,4	5,6E+03	0,0
2,80	2,80	1453	24,4	14,4	38,8	5,8E+03	0,0
3,00	3,00	1701	24,9	14,4	39,3	5,8E+03	0,0
3,20	3,20	1971	26,4	14,4	40,8	5,6E+03	0,0

* Berekend cf. NEN 9997-1 (spanningsonafhankelijk), dag 1 - ∞

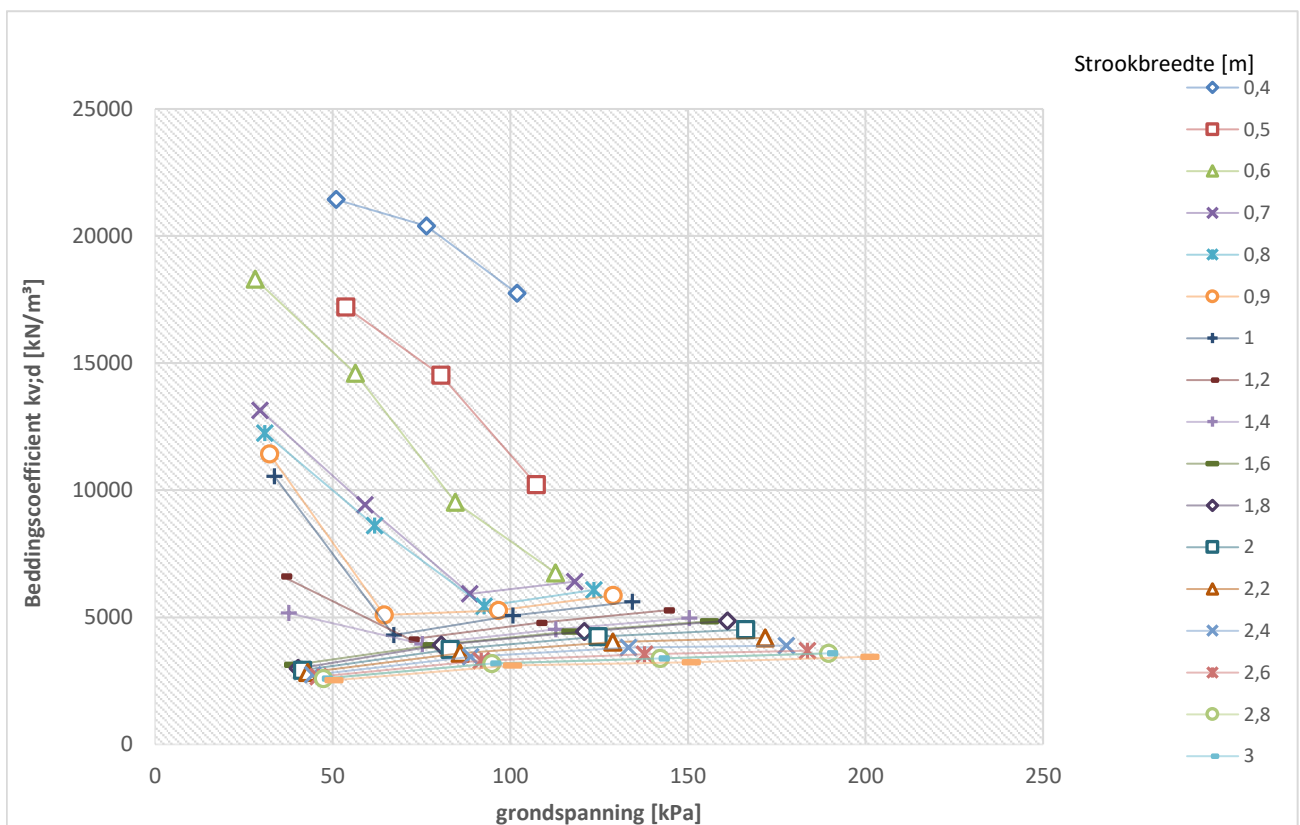
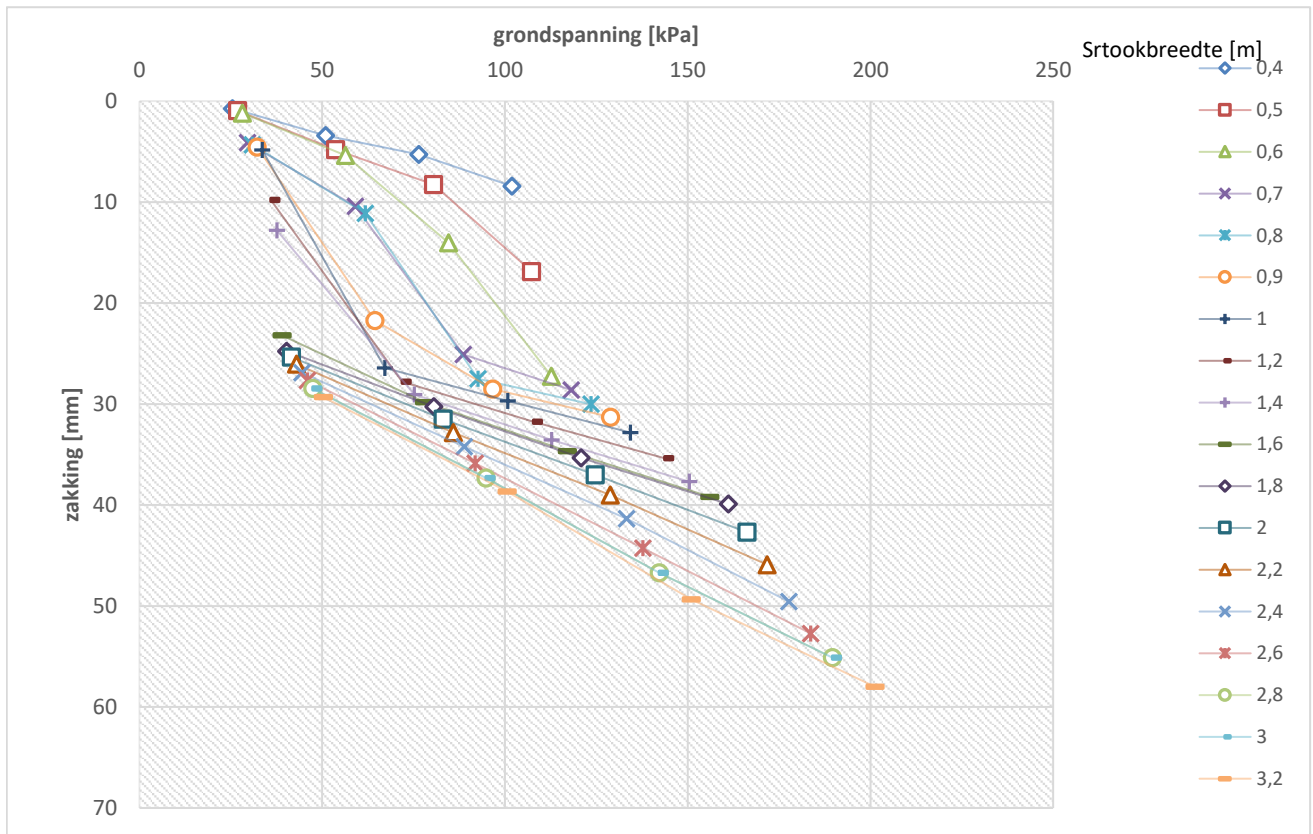
Figuur 5 Draagkracht-last-zakkingsgrafiek



Stroken

Last-zakkingsdiagram

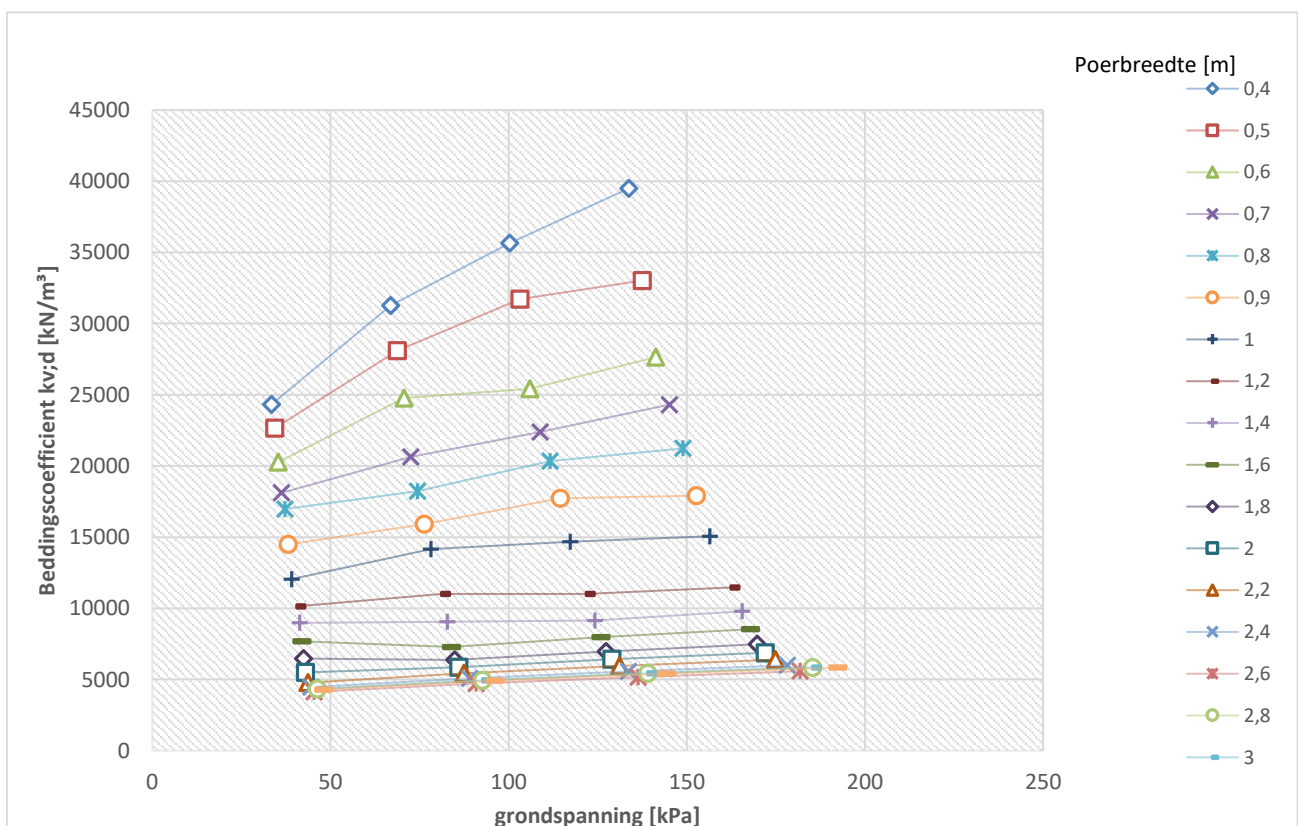
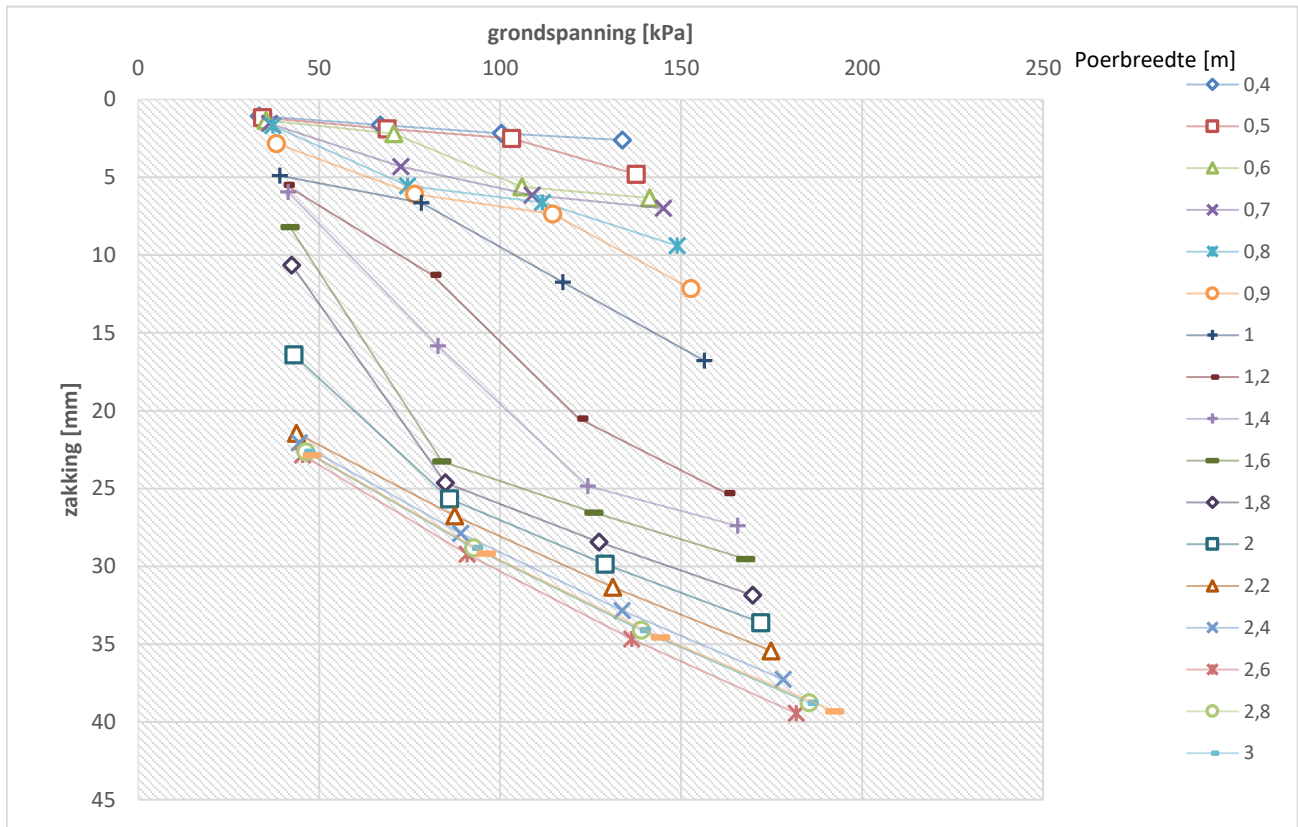
In de onderstaande last - zakkingsgrafiek zijn de zakkingen (prim. + sec.) weergegeven bij verschillende gronddrukken en funderingsbreedten.



Poeren

Last-zakkingsdiagram

In de onderstaande last - zakkingsgrafiek zijn de zakkings (prim. + sec.) weergegeven bij verschillende gronddrukken en funderingsbreedten.



Voorbeeldberekening

Berekening maximale draagkracht (gedraineerd)

	stroken	poeren
Funderingsafmetingen rekenvoorbeeld [m]	1,0	1,0 X 1,0
Effectieve funderingsafmeting voor draagkracht [m]	1,0	1,0 X 1,0

Parameters	Berekende waarden	
	Stroken	Poeren
$\Phi_{gem;d}$ [°]	28,52	28,52
$\gamma'_{gem;d}$ [kN/m³]	8,18	8,18
$c'_{gem;d}$ [kPa]	0,00	0,00
N_c [-]	26,84	26,84
s_c [-]	1,00	1,51
i_c [-]	1,00	1,00
λ_c [-]	1,00	1,00
b_c [-]	1,00	1,00
N_q [-]	15,59	15,59
s_q [-]	1,00	1,48
i_q [-]	1,00	1,00
λ_q [-]	1,00	1,00
b_q [-]	1,00	1,00
N_γ [-]	15,85	15,85
s_γ [-]	1,00	0,70
i_γ [-]	1,00	1,00
λ_γ [-]	1,00	1,00
b_γ [-]	1,00	1,00
Invloedsbreedte [m]	3,88	3,88
Invloedsdiepte [m]	1,50	1,50
Rekenwaarde maximale funderingsdruk ($\sigma'_{max;d}$) [kN/m²]	161,19	187,74

Berekening zakkings

	stroken	poeren
Funderingsafmetingen rekenvoorbeeld [m]	1,0	1,0 X 1,0
Beschouwde gronddruk [kN/m²]	134	156
Berkende invloedsdiepte* [m NAP]	11,50	13,70
Berkenede zetting [mm]	32,8	16,8

Bodemlaag diepte tot [m NAP]	ongedrain.	Percentage zakkings bij voorbeeldberekening			
		Stroken		Poeren	
		primair	secundair	primair	secundair
15,7	-	21%	0%	62%	0%
15,4	ja	11%	17%	17%	27%
14,5	-	6%	0%	7%	0%
14,3	ja	12%	22%	8%	36%
14,0	-	2%	0%	1%	0%
13,5	ja	34%	56%	5%	36%
13,4	ja	4%	6%	0%	0%
8,0	-	9%	0%	0%	0%
5,5	-	0%	0%	0%	0%
3,5	ja	0%	0%	0%	0%

Tijd-zakkingsverloop

direct optredende zakkings:	39%	70%
tijds-afhankelijke zakkings **:	61%	30% in 0,1 jaar oftewel 36 dagen

*De grondlagen (verdeeld in sublagen van 0,1 m) zijn in beschouwing genomen tot een diepte, waarbij de toename van de verticale effectieve spanning ($\Delta\sigma'_v; z$) in het laagmidden, groter is dan 5% van de oorspronkelijke verticale effectieve spanning.

Spanningsspreiding is hierbij verrekend volgens NEN 9997-1 (methode Boussinesq).

** het betreft hier een grove inschatting van de benodigde tijd voor de primaire zakkings (T100) op basis van geschatte Cv waarden.

Bijlage 2 : Berekeningsresultaten fundering op palen

Resultaten draagkrachtberekening volgens NEN-EN 9997-1, pagina 1 van 2
voor axiaal belaste funderingspalen.

PPN	paalpuntniveau	$R_{c,d}$	rekenwaarde maximumdraagkracht
$q_{b,max}$	paalpuntweerstand	$F_{s,sk;d}$	belasting door negatieve kleeft
$R_{b,cal,max}$	maximumdraagkracht van de paalpunt	$R_{c,net;d}$	rekenwaarde netto draagkracht ($= R_{c,d} - F_{s,sk;d}$)
$R_{s,cal,max}$	schachtwrijving	$R_{t,d}$	rekenwaarde draagkracht op trek

Rekenresultaten

Paaltype avegaarpaal schroefpaal NEN9997-1:2017, afmeting Ø300 mm, $\xi_3 = 1,39$ en $\xi_4 = 1,39$

Sondering	Maaiveld [m tov NAP]	PPN [m tov NAP]	$q_{b,max}$ [MPa]	$R_{b,cal,max}$ [kN]	$R_{s,cal,max}$ [kN]	$R_{c,d}$ [kN]	$F_{s,sk;d}$ [kN]	$R_{c,net;d}$ [kN]
D1	18,06	12,00	6,7	475	84	335	63	272
		11,75	6,4	450	101	331	63	267
		11,50	5,1	364	138	301	63	238
		9,50	9,4	668	292	575	63	512
		9,25	7,3	514	309	494	63	430
D2	18,10	12,00	6,3	446	120	340	46	294
		11,75	6,4	449	142	354	46	309
		11,50	6,3	447	163	366	46	320
		9,50	6,2	439	315	453	46	407
		9,25	7,7	546	332	527	46	481

Netto Draagkracht in [kN]

Paaltype avegaarpaal schroefpaal NEN9997-1:2017, afmeting Ø300 mm, $\xi_3 = 1,39$ en $\xi_4 = 1,39$

PPN [m tov NAP]	D1	D2
12,00	272	294
11,75	267	309
11,50	238	320
9,50	512	407
9,25	430	481

Rekenresultaten

Paaltype avegaarpaal schroefpaal NEN9997-1:2017, afmeting Ø350 mm, $\xi_3 = 1,39$ en $\xi_4 = 1,39$

Sondering	Maaiveld [m tov NAP]	PPN [m tov NAP]	$q_{b,max}$ [MPa]	$R_{b,cal,max}$ [kN]	$R_{s,cal,max}$ [kN]	$R_{c,d}$ [kN]	$F_{s,sk;d}$ [kN]	$R_{c,net;d}$ [kN]
D1	18,06	12,00	6,5	625	98	434	74	360
		11,75	5,3	511	118	378	74	304
		11,50	5,1	486	161	388	74	314
		9,50	7,9	765	340	663	74	589
		9,25	5,6	536	360	538	74	464
D2	18,10	12,00	6,1	591	141	439	54	386
		11,75	6,1	591	165	454	54	400
		11,50	5,2	502	190	415	54	361
		9,50	6,3	609	368	586	54	532
		9,25	6,2	594	388	589	54	535

Netto Draagkracht in [kN]

Paaltype avegaarpaal schroefpaal NEN9997-1:2017, afmeting Ø350 mm, $\xi_3 = 1,39$ en $\xi_4 = 1,39$

PPN [m tov NAP]	D1	D2
12,00	360	386
11,75	304	400
11,50	314	361
9,50	589	532
9,25	464	535

Toelichting rekenresultaten

- Indien er paalpuntniveaus te onderscheiden zijn die, vanuit geotechnisch oogpunt, al dan niet de voorkeur hebben ("preferente paalpuntniveaus"), is dat normaliter in de tabel in § 4.6.2 van de rapportage aangegeven.

Resultaten draagkrachtberekening volgens NEN-EN 9997-1, pagina 2 van 2
voor axiaal belaste funderingspalen.

PPN	paalpuntniveau	$R_{c,d}$	rekenwaarde maximumdraagkracht
$q_{b,max}$	paalpuntweerstand	$F_{s,sk;d}$	belasting door negatieve kleef
$R_{b,cal,max}$	maximumdraagkracht van de paalpunt	$R_{c,net;d}$	rekenwaarde netto draagkracht ($= R_{c,d} - F_{s,sk;d}$)
$R_{s,cal,max}$	schachtwrijving	$R_{t,d}$	rekenwaarde draagkracht op trek

Rekenresultaten

Paaltype avegaarpaal schroefpaal NEN9997-1:2017, afmeting Ø400 mm, $\xi_3 = 1,39$ en $\xi_4 = 1,39$

Sondering	Maaiveld [m tov NAP]	PPN [m tov NAP]	$q_{b,max}$ [MPa]	$R_{b,cal,max}$ [kN]	$R_{s,cal,max}$ [kN]	$R_{c,d}$ [kN]	$F_{s,sk;d}$ [kN]	$R_{c,net;d}$ [kN]
D1	18,06	12,00	5,4	676	112	473	85	388
		11,75	5,1	643	135	467	85	382
		11,50	5,0	630	184	489	85	404
		9,50	6,0	760	389	689	85	604
		9,25	4,9	621	411	619	85	535
D2	18,10	12,00	6,0	752	161	547	61	486
		11,75	5,5	695	189	530	61	469
		11,50	4,3	539	217	454	61	393
		9,50	6,0	755	420	705	61	644
		9,25	6,0	751	443	716	61	655

Netto Draagkracht in [kN]

Paaltype avegaarpaal schroefpaal NEN9997-1:2017, afmeting Ø400 mm, $\xi_3 = 1,39$ en $\xi_4 = 1,39$

PPN [m tov NAP]	D1	D2
12,00	388	486
11,75	382	469
11,50	404	393
9,50	604	644
9,25	535	655

Rekenresultaten

Paaltype avegaarpaal schroefpaal NEN9997-1:2017, afmeting Ø450 mm, $\xi_3 = 1,39$ en $\xi_4 = 1,39$

Sondering	Maaiveld [m tov NAP]	PPN [m tov NAP]	$q_{b,max}$ [MPa]	$R_{b,cal,max}$ [kN]	$R_{s,cal,max}$ [kN]	$R_{c,d}$ [kN]	$F_{s,sk;d}$ [kN]	$R_{c,net;d}$ [kN]
D1	18,06	12,00	5,1	814	126	564	95	469
		11,75	5,1	810	152	577	95	482
		11,50	5,0	793	207	600	95	505
		9,50	5,1	815	437	751	95	656
		9,25	4,8	771	463	740	95	645
D2	18,10	12,00	5,9	946	181	676	69	607
		11,75	4,2	670	213	529	69	460
		11,50	4,3	676	244	552	69	483
		9,50	5,8	921	473	837	69	768
		9,25	6,0	950	498	869	69	800

Netto Draagkracht in [kN]

Paaltype avegaarpaal schroefpaal NEN9997-1:2017, afmeting Ø450 mm, $\xi_3 = 1,39$ en $\xi_4 = 1,39$

PPN [m tov NAP]	D1	D2
12,00	469	607
11,75	482	460
11,50	505	483
9,50	656	768
9,25	645	800

Toelichting rekenresultaten

- Indien er paalpuntniveaus te onderscheiden zijn die, vanuit geotechnisch oogpunt, al dan niet de voorkeur hebben ("preferente paalpuntniveaus"), is dat normaliter in de tabel in § 4.6.2 van de rapportage aangegeven.

Voorbeeldberekening

Berekening, volgens NEN 9997-1, van de draagkracht van de grond op druk en verticale verplaatsing van de paalfundering.

Uitgangspunten

Referentie niveau:
Gehanteerde sondering:
Paaltype:
Paalpuntniveau:
Schachtafmeting:
Oorspronkelijke maaiveldhoogte:
Toekomstige maaiveldhoogte:
Aanlegniveau fundering:
Gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG):
Ophoging ten opzichte van maaiveld:
Schachtwrijving startniveau:
Schachtwrijving eindniveau:

NAP
D2
avegaarpaal schroefpaal NEN9997-1:2017
9,5 meter
300 mm
18,1 meter
18,25 meter
17,5 meter
15 meter
0,15 meter
13,5 meter
9,5 meter

Rekenfactoren & resultaten

$q_{c,I,gem}$ =	20,3	MPa
$q_{c,II,gem}$ =	20,1	MPa
$q_{c,III,gem}$ =	2	MPa
α_p =	0,56	
β =	1	
s =	1	
$p_{r,max;punt}$ =	6,22	MPa
a_s =	0,006	
$q_{c,z;a}$ =	13,9	MPa
$q_{s,max}$ =	0,084	MPa
$R_{s,cal,max}$ =	315,161	kN
A_{punt} =	0,071	m ²
Q_s =	0,942	m
Δ_L =	4	m
$R_{b,cal,max}$ =	439	kN
$R_{c,cal,max}$ =	755	kN
ξ_3 en ξ_4 =	1,39	
$R_{c,cal,max;k}$ =	543	kN
γ_t =	1,2	
$R_{c,d}$ =	453	kN
$R_{c,net;d}$ =	407	kN

Negatieve Kleef

Negatieve kleef startniveau:	18,25	meter
Negatieve kleef eindniveau:	14,1	meter
Gebruikte waterstand:	15	meter
F_{snkd} =	46	kN



Verticale verplaatsing van de paalfundering

De paalkopzakking is berekend conform NEN-9997-1 § 7.6.4. De zakking van de lagen onder paalpuntniveau is berekend cf. NEN-9997-1 § 6.6.2 NEN-Bjerrum.

Grondparameters

De representatieve waarden van de grondparameters van de verschillende bodemlagen zijn op basis van het grondonderzoek ingeschat aan de hand van tabel 2.b uit de NEN 9997, eventueel i.c.m. algemene/locale kennis en ervaring.

Materiaalfactoren

- Volumiek gewicht	1
- Tangent hoek inwendige wrijving	1
- Ongedraineerde schuifsterkte	1
- Cohesie	1

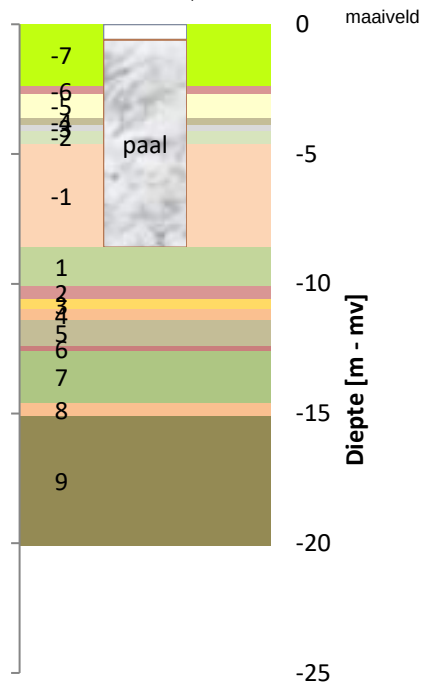
Bodemeigenschappen (aanname)

Oorspronkelijke maaiveldhoogte	18,10 [m NAP]
Toekomstige maaiveldhoogte	18,10 [m NAP]
Hoge grondwaterstand	17,5 [m NAP]
Lage grondwaterstand	15,0 [m NAP]
Pre-overburden pressure (POP)	2,0 [kN/m ²]

Paaleigenschappen

Paaltype	Avegaarpaal
E-modulus [Gpa] (kern)	2,0E+01
Last-zakkingsdiagram	2
Paalkopniveau	17,50 [m tov NAP]
Paalpuntniveau	9,50 [m tov NAP]
Startniveau schachtwrijving	13,50 [m tov NAP]
Aantal palen (X × Y)	1 × 2

Dwarsdoorsnede bodemopbouw



Bovenaanzicht palenplan



Tabel: karakteristieke waarden van de gehanteerde grondparameters voor de oorspronkelijke bodemopbouw

laag	onderzijde [m NAP]	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	ϕ' [°]	CR [-]	C_α [-]
-7	15,7	18,0	20,0	27,5	0,012	0,000
-6	15,4	17,0	19,0	27,5	0,051	0,002
-5	14,5	17,0	19,0	30,0	0,011	0,000
-4	14,2	17,0	19,0	27,5	0,092	0,004
-3	14,0	17,0	19,0	30,0	0,011	0,000
-2	13,5	17,0	19,0	27,5	0,092	0,004
-1	9,5	18,0	20,0	32,5	0,004	0,000
1	8,0	18,0	20,0	32,5	0,004	0,000
2	7,5	17,0	19,0	27,5	0,051	0,002
3	7,1	17,5	19,5	31,0	0,009	0,000
4	6,7	17,0	19,0	27,5	0,051	0,002
5	5,7	17,0	19,0	30,0	0,011	0,000
6	5,5	19,0	21,0	27,5	0,033	0,001
7	3,5	18,0	20,0	32,0	0,005	0,000
8	3,0	19,0	21,0	27,5	0,033	0,001
9	-2,0	18,0	20,0	32,5	0,004	0,000

Symbolen en eenheden

γ	volumieke gewicht van grond (natuurlijk)	kN/m ³	Fc	Paalbelasting	kN
γ_{sat}	volumieke gewicht van verzadigde grond	kN/m ³	Fnk	Negatieve kleef	kN
ϕ'	effectieve hoek van inwendige wrijving	°	Fc,netto	Netto paalbelasting (Fc-Fnk)	kN
CR	compression ration (Cc/(1+e0))	-	Sb	Paalpuntzakking tgv bovenbelasting	mm
Ca	secundaire samendrukkingsindex	-	Sel	Elastische verkorting paal	mm
Rs	Schachtweerstand	kN	S1	Sb + Sel	mm
Rb	Puntweerstand	kN	S2	Zakking tgv samendrukking lagen onder paal	mm
Rc	weerstand van de grond op druk	kN	Sd	Rekenwaarde paalkopzakking (= S1 + S2)	mm
			kv	statische veercoëfficiënt (Fc / Sd)	kN/mm



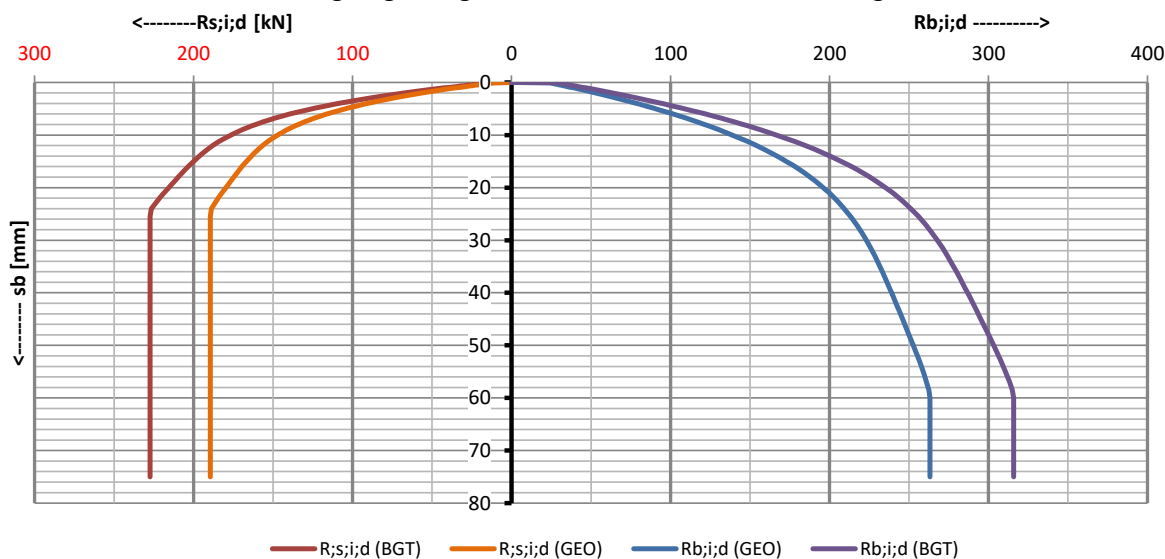
Paalkopzakking en last-zakingsdiagram

0

Paaltype: Avegaarpaal
Paalafmeting: 300 mm
Paalpuntniveau: 9,50 m tov NAP
Sondering: D2

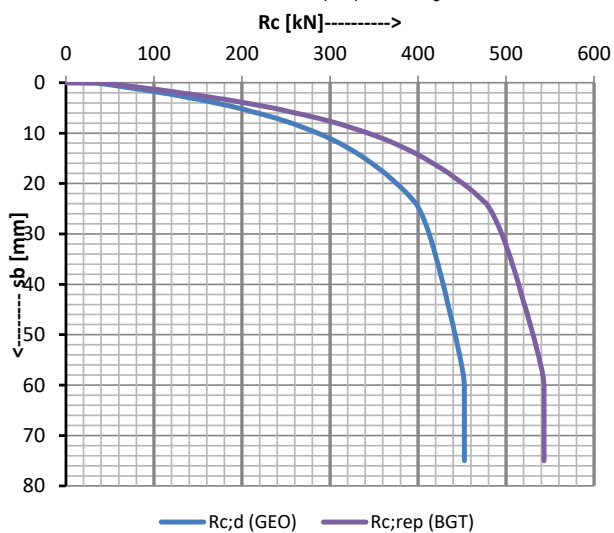
Palenplan	x-richting:	y-richting:
aantal	1	2
hoh-afstand [m]	nvt	2,0

Last / Zakking diagram : grenstoestand Geo en bruikbaarheidsgrenstoestand



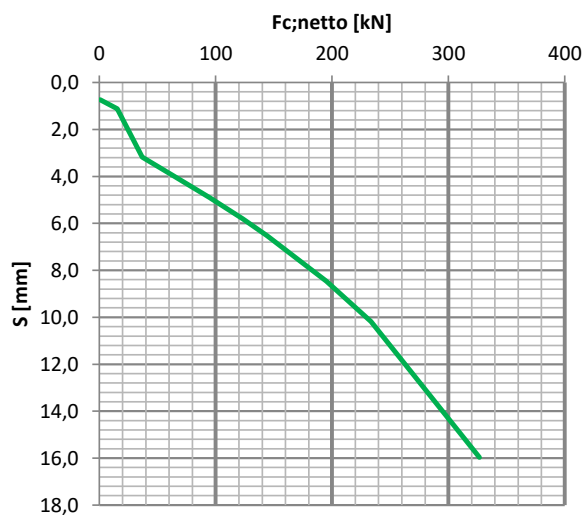
Last / Zakking diagram

Paalweerstand vs. paalpuntzakking



Last / zakking diagram

Netto paalbelasting vs paalkopzakking



UGT

Fc;d;netto [kN]	Fnk;d [kN]	Fc;d [kN]	Sb;d [mm]	Sel;d [mm]	S1;d [mm]	S2;d [mm]	S;d [mm]
407	46	453	60,0	2,7	62,7	3,4	66,1
406	46	452	58,5	2,7	61,2	3,3	64,5
405	46	451	57,0	2,7	59,7	3,3	63,0
403	46	449	55,5	2,7	58,2	3,3	61,5
401	46	447	54,0	2,7	56,7	3,3	59,9
399	46	445	52,5	2,7	55,2	3,3	58,4
397	46	443	51,0	2,7	53,7	3,3	56,9
394	46	440	48,0	2,6	50,6	3,2	53,9
214	46	260	8,3	1,7	10,0	0,5	10,5
5	46	51	0,5	0,6	1,0	0,0	1,0

BGT

Fc;netto [kN]	Fnk [kN]	Fc [kN]	Sb [mm]	Sel [mm]	S1 [mm]	S2 [mm]	S [mm]	kv;rep [kN/mm]	kv;d [kN/mm]
327	46	373	12,0	2,4	14,4	1,6	16,0	23	18
234	46	280	6,8	1,9	8,6	1,6	10,2	27	21
195	46	241	5,3	1,6	6,9	1,6	8,5	28	22
144	46	190	3,6	1,4	5,0	1,6	6,5	29	22
123	46	169	3,0	1,3	4,3	1,6	5,8	29	22
95	46	141	2,3	1,1	3,3	1,6	4,9	29	22
64	46	110	1,5	0,9	2,4	1,5	4,0	28	21
37	46	83	0,9	0,8	1,7	1,5	3,2	26	20
16	46	62	0,5	0,7	1,1	0,0	1,1	55	42
1	46	47	0,2	0,6	0,7	0,0	0,7	64	49

Voorbeeldberekening

Berekening, volgens NEN 9997-1, van de draagkracht van de grond op druk en verticale verplaatsing van de paalfundering.

Uitgangspunten

Referentie niveau:
Gehanteerde sondering:
Paaltype:
Paalpuntniveau:
Schachtafmeting:
Oorspronkelijke maaiveldhoogte:
Toekomstige maaiveldhoogte:
Aanlegniveau fundering:
Gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG):
Ophoging ten opzichte van maaiveld:
Schachtwrijving startniveau:
Schachtwrijving eindniveau:

NAP
D1
avegaarpaal schroefpaal NEN9997-1:2017
12 meter
350 mm
18,06 meter
18,25 meter
17,5 meter
15 meter
0,19 meter
13,3 meter
12 meter

Rekenfactoren & resultaten

$q_{c,I,gem}$ =	23,9	MPa
$q_{c,II,gem}$ =	19,9	MPa
$q_{c,III,gem}$ =	1,3	MPa
α_p =	0,56	
β =	1	
s =	1	
$p_{r,max;punt}$ =	6,49	MPa
a_s =	0,006	
$q_{c,z;a}$ =	11,5	MPa
$q_{s,max}$ =	0,069	MPa
$R_{s,cal,max}$ =	98,238	kN
A_{punt} =	0,096	m ²
Q_s =	1,1	m
Δ_L =	1,3	m
$R_{b,cal,max}$ =	625	kN
$R_{c,cal,max}$ =	723	kN
ξ_3 en ξ_4 =	1,39	
$R_{c,cal,max;k}$ =	520	kN
γ_t =	1,2	
$R_{c,d}$ =	434	kN
$R_{c,net;d}$ =	360	kN

Negatieve Kleef

Negatieve kleef startniveau:	18,25	meter
Negatieve kleef eindniveau:	13,5	meter
Gebruikte waterstand:	15	meter
F_{snkd} =	74	kN



Verticale verplaatsing van de paalfundering

De paalkopzakking is berekend conform NEN-9997-1 § 7.6.4. De zakking van de lagen onder paalpuntniveau is berekend cf. NEN-9997-1 § 6.6.2 NEN-Bjerrum.

Grondparameters

De representatieve waarden van de grondparameters van de verschillende bodemlagen zijn op basis van het grondonderzoek ingeschat aan de hand van tabel 2.b uit de NEN 9997, eventueel i.c.m. algemene/locale kennis en ervaring.

Materiaalfactoren

- Volumiek gewicht	1
- Tangent hoek inwendige wrijving	1
- Ongedraineerde schuifsterkte	1
- Cohesie	1

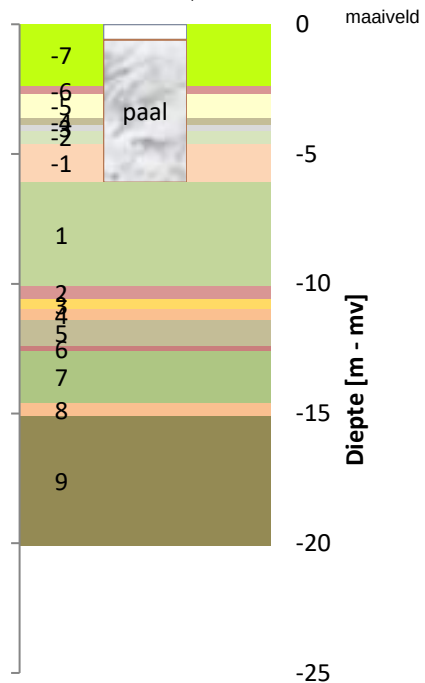
Bodemeigenschappen (aanname)

Oorspronkelijke maaiveldhoogte	18,10 [m NAP]
Toekomstige maaiveldhoogte	18,10 [m NAP]
Hoge grondwaterstand	17,5 [m NAP]
Lage grondwaterstand	15,0 [m NAP]
Pre-overburden pressure (POP)	2,0 [kN/m ²]

Paaleigenschappen

Paaltype	Avegaarpaal
E-modulus [Gpa] (kern)	2,0E+01
Last-zakkingsdiagram	2
Paalkopniveau	17,50 [m tov NAP]
Paalpuntniveau	12,00 [m tov NAP]
Startniveau schachtwrijving	13,30 [m tov NAP]
Aantal palen (X x Y)	1 x 2

Dwarsdoorsnede bodemopbouw



Bovenaanzicht palenplan



Tabel: karakteristieke waarden van de gehanteerde grondparameters voor de oorspronkelijke bodemopbouw

laag	onderzijde [m NAP]	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	ϕ' [°]	CR [-]	C_α [-]
-7	15,7	18,0	20,0	27,5	0,012	0,000
-6	15,4	17,0	19,0	27,5	0,051	0,002
-5	14,5	17,0	19,0	30,0	0,011	0,000
-4	14,2	17,0	19,0	27,5	0,092	0,004
-3	14,0	17,0	19,0	30,0	0,011	0,000
-2	13,5	17,0	19,0	27,5	0,092	0,004
-1	12,0	18,0	20,0	32,5	0,004	0,000
1	8,0	18,0	20,0	32,5	0,004	0,000
2	7,5	17,0	19,0	27,5	0,051	0,002
3	7,1	17,5	19,5	31,0	0,009	0,000
4	6,7	17,0	19,0	27,5	0,051	0,002
5	5,7	17,0	19,0	30,0	0,011	0,000
6	5,5	19,0	21,0	27,5	0,033	0,001
7	3,5	18,0	20,0	32,0	0,005	0,000
8	3,0	19,0	21,0	27,5	0,033	0,001
9	-2,0	18,0	20,0	32,5	0,004	0,000

Symbolen en eenheden

γ	volumieke gewicht van grond (natuurlijk)	kN/m ³	F_c	Paalbelasting	kN
γ_{sat}	volumieke gewicht van verzadigde grond	kN/m ³	F_{nk}	Negatieve kleef	kN
ϕ'	effectieve hoek van inwendige wrijving	°	$F_{c,netto}$	Netto paalbelasting ($F_c - F_{nk}$)	kN
CR	compression ration ($C_c / (1 + e_0)$)	-	S_b	Paalpuntzakking tgv bovenbelasting	mm
C_α	secundaire samendrukkingsindex	-	S_{el}	Elastische verkorting paal	mm
R_s	Schachtweerstand	kN	S_1	$S_b + S_{el}$	mm
R_b	Puntweerstand	kN	S_2	Zakking tgv samendrukking lagen onder paal	mm
R_c	weerstand van de grond op druk	kN	S_d	Rekenwaarde paalkopzakking ($= S_1 + S_2$)	mm
			k_v	statische veercoëfficiënt (F_c / S_d)	kN/mm



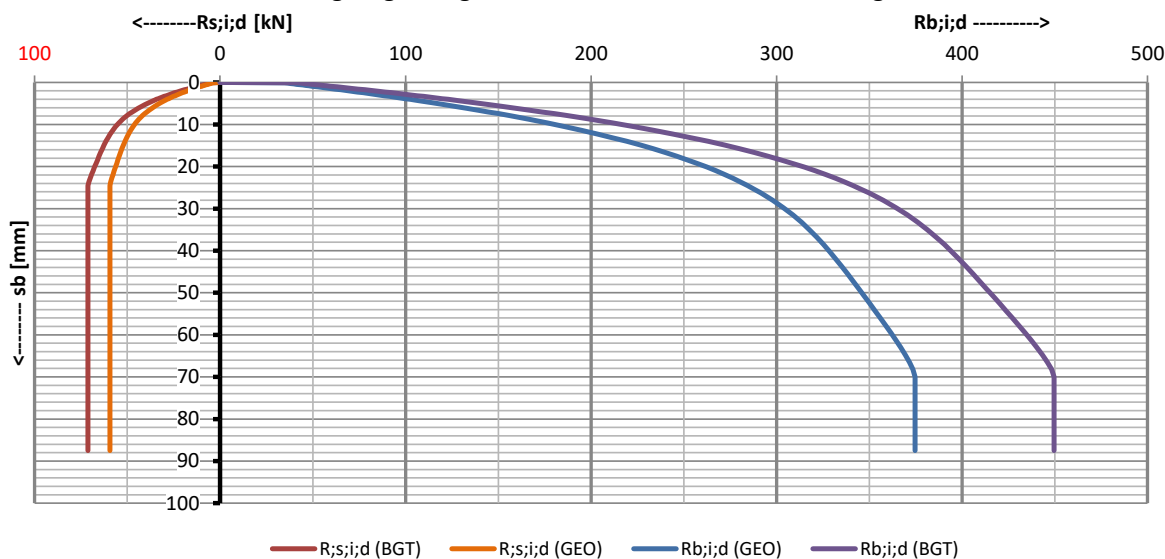
Paalkopzakking en last-zakingsdiagram

0

Paaltype: Avegaarpaal
Paalafmeting: 350 mm
Paalpuntniveau: 12,00 m tov NAP
Sondering: D1

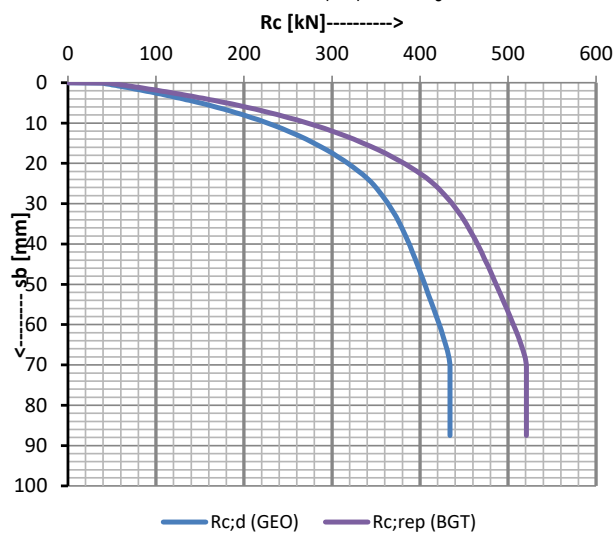
Palenplan	x-richting:	y-richting:
aantal	1	2
hoh-afstand [m]	nvt	2,0

Last / Zakking diagram : grenstoestand Geo en bruikbaarheidsgrenstoestand



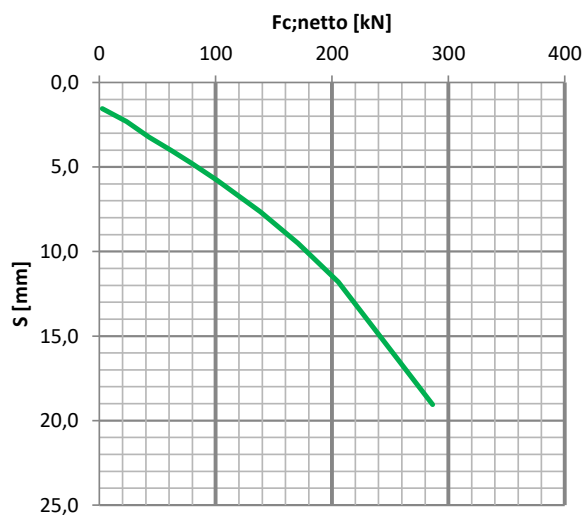
Last / Zakking diagram

Paalweerstand vs. paalpuntzakking



Last / zakking diagram

Netto paalbelasting vs paalkopzakking



UGT

Fc;d;netto [kN]	Fnk;d [kN]	Fc;d [kN]	Sb;d [mm]	Sel;d [mm]	S1;d [mm]	S2;d [mm]	S;d [mm]
360	74	434	70,0	1,4	71,4	0,4	71,9
359	74	433	68,3	1,4	69,7	0,4	70,1
357	74	431	66,5	1,4	67,9	0,4	68,3
355	74	429	64,8	1,4	66,2	0,4	66,6
352	74	426	63,0	1,4	64,4	0,4	64,8
350	74	424	61,3	1,4	62,7	0,4	63,0
347	74	421	59,5	1,4	60,9	0,4	61,3
341	74	415	56,0	1,4	57,4	0,4	57,8
188	74	262	13,1	1,0	14,1	0,1	14,2
7	74	81	1,8	0,5	2,2	0,0	2,2

BGT

Fc;d;netto [kN]	Fnk [kN]	Fc [kN]	Sb [mm]	Sel [mm]	S1 [mm]	S2 [mm]	S [mm]	kv;rep [kN/mm]	kv;d [kN/mm]
286	74	360	17,5	1,4	18,9	0,2	19,1	19	15
205	74	279	10,5	1,1	11,6	0,2	11,8	24	18
171	74	245	8,3	1,0	9,3	0,2	9,5	26	20
138	74	212	6,6	0,9	7,5	0,2	7,7	28	21
102	74	176	4,8	0,8	5,6	0,2	5,8	30	23
79	74	153	3,9	0,7	4,6	0,2	4,8	32	25
61	74	135	3,2	0,7	3,8	0,2	4,0	34	26
43	74	117	2,5	0,6	3,1	0,2	3,2	36	28
23	74	97	1,8	0,6	2,3	0,0	2,3	42	32
3	74	77	1,1	0,5	1,5	0,0	1,5	49	38

Voorbeeldberekening

Berekening, volgens NEN 9997-1, van de draagkracht van de grond op druk en verticale verplaatsing van de paalfundering.

Uitgangspunten

Referentie niveau:
Gehanteerde sondering:
Paaltype:
Paalpuntniveau:
Schachtafmeting:
Oorspronkelijke maaiveldhoogte:
Toekomstige maaiveldhoogte:
Aanlegniveau fundering:
Gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG):
Ophoging ten opzichte van maaiveld:
Schachtwrijving startniveau:
Schachtwrijving eindniveau:

NAP
D1
avegaarpaal schroefpaal NEN9997-1:2017
12 meter
450 mm
18,06 meter
18,25 meter
17,5 meter
15 meter
0,19 meter
13,3 meter
12 meter

Rekenfactoren & resultaten

$q_{c,I,gem}$ =	21,9	MPa
$q_{c,II,gem}$ =	12,3	MPa
$q_{c,III,gem}$ =	1,1	MPa
α_p =	0,56	
β =	1	
s =	1	
$p_{r,max;punt}$ =	5,12	MPa
a_s =	0,006	
$q_{c,z;a}$ =	11,5	MPa
$q_{s,max}$ =	0,069	MPa
$R_{s;cal;max}$ =	126,307	kN
A_{punt} =	0,159	m ²
Q_s =	1,414	m
Δ_L =	1,3	m
$R_{b;cal;max}$ =	814	kN
$R_{c;cal;max}$ =	940	kN
ξ_3 en ξ_4 =	1,39	
$R_{c;cal;max;k}$ =	677	kN
γ_t =	1,2	
$R_{c;d}$ =	564	kN
$R_{c;net;d}$ =	469	kN

Negatieve Kleef

Negatieve kleef startniveau:	18,25	meter
Negatieve kleef eindniveau:	13,5	meter
Gebruikte waterstand:	15	meter
F_{snkd} =	95	kN



Verticale verplaatsing van de paalfundering

De paalkopzakking is berekend conform NEN-9997-1 § 7.6.4. De zakking van de lagen onder paalpuntniveau is berekend cf. NEN-9997-1 § 6.6.2 NEN-Bjerrum.

Grondparameters

De representatieve waarden van de grondparameters van de verschillende bodemlagen zijn op basis van het grondonderzoek ingeschat aan de hand van tabel 2.b uit de NEN 9997, eventueel i.c.m. algemene/locale kennis en ervaring.

Materiaalfactoren

- Volumiek gewicht	1
- Tangent hoek inwendige wrijving	1
- Ongedraineerde schuifsterkte	1
- Cohesie	1

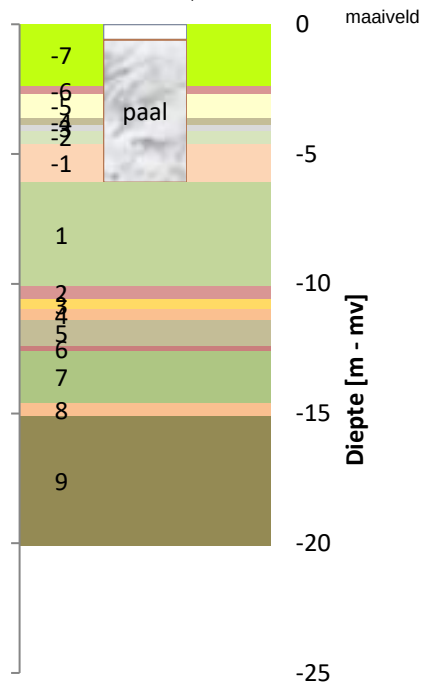
Bodemeigenschappen (aanname)

Oorspronkelijke maaiveldhoogte	18,10 [m NAP]
Toekomstige maaiveldhoogte	18,10 [m NAP]
Hoge grondwaterstand	17,5 [m NAP]
Lage grondwaterstand	15,0 [m NAP]
Pre-overburden pressure (POP)	2,0 [kN/m ²]

Paaleigenschappen

Paaltype	Avegaarpaal
E-modulus [Gpa] (kern)	2,0E+01
Last-zakkingsdiagram	2
Paalkopniveau	17,50 [m tov NAP]
Paalpuntniveau	12,00 [m tov NAP]
Startniveau schachtwrijving	13,30 [m tov NAP]
Aantal palen (X x Y)	1 x 2

Dwarsdoorsnede bodemopbouw



Bovenaanzicht palenplan



Tabel: karakteristieke waarden van de gehanteerde grondparameters voor de oorspronkelijke bodemopbouw

laag	onderzijde [m NAP]	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	ϕ' [°]	CR [-]	C_α [-]
-7	15,7	18,0	20,0	27,5	0,012	0,000
-6	15,4	17,0	19,0	27,5	0,051	0,002
-5	14,5	17,0	19,0	30,0	0,011	0,000
-4	14,2	17,0	19,0	27,5	0,092	0,004
-3	14,0	17,0	19,0	30,0	0,011	0,000
-2	13,5	17,0	19,0	27,5	0,092	0,004
-1	12,0	18,0	20,0	32,5	0,004	0,000
1	8,0	18,0	20,0	32,5	0,004	0,000
2	7,5	17,0	19,0	27,5	0,051	0,002
3	7,1	17,5	19,5	31,0	0,009	0,000
4	6,7	17,0	19,0	27,5	0,051	0,002
5	5,7	17,0	19,0	30,0	0,011	0,000
6	5,5	19,0	21,0	27,5	0,033	0,001
7	3,5	18,0	20,0	32,0	0,005	0,000
8	3,0	19,0	21,0	27,5	0,033	0,001
9	-2,0	18,0	20,0	32,5	0,004	0,000

Symbolen en eenheden

γ	volumieke gewicht van grond (natuurlijk)	kN/m ³	F_c	Paalbelasting	kN
γ_{sat}	volumieke gewicht van verzadigde grond	kN/m ³	F_{nk}	Negatieve kleef	kN
ϕ'	effectieve hoek van inwendige wrijving	°	$F_{c,netto}$	Netto paalbelasting ($F_c - F_{nk}$)	kN
CR	compression ration ($C_c / (1 + e_0)$)	-	S_b	Paalpuntzakking tgv bovenbelasting	mm
C_α	secundaire samendrukkingsindex	-	S_{el}	Elastische verkorting paal	mm
			S_1	$S_b + S_{el}$	mm
R_s	Schachtweerstand	kN	S_2	Zakking tgv samendrukking lagen onder paal	mm
R_b	Puntweerstand	kN	S_d	Rekenwaarde paalkopzakking ($= S_1 + S_2$)	mm
R_c	weerstand van de grond op druk	kN	k_v	statische veercoëfficiënt (F_c / S_d)	kN/mm



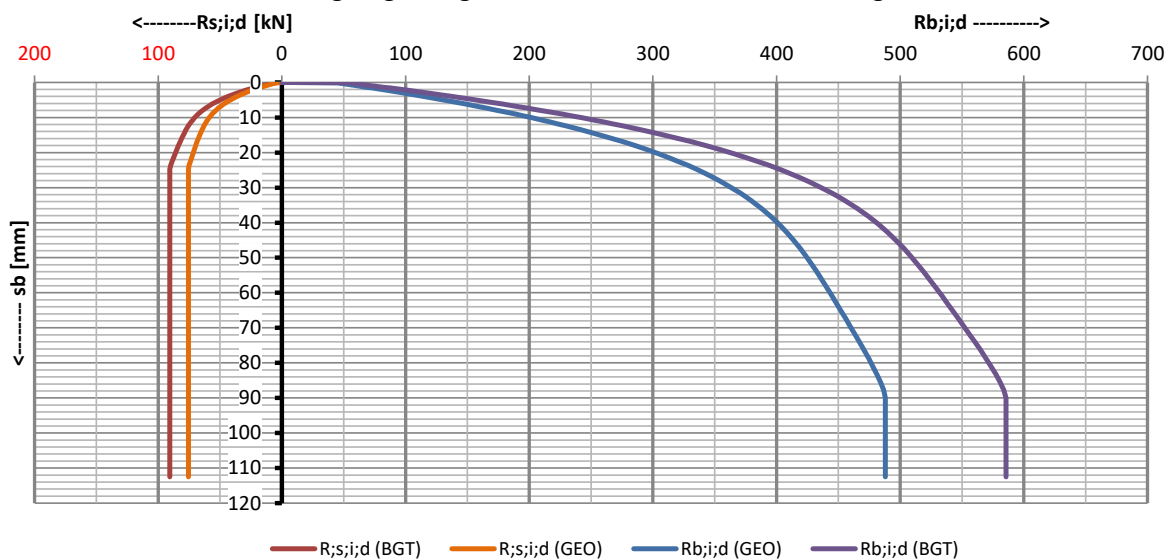
Paalkopzakking en last-zakkingsdiagram

0

Paaltype: Avegaarpaal
Paalafmeting: 450 mm
Paalpuntniveau: 12,00 m tov NAP
Sondering: D1

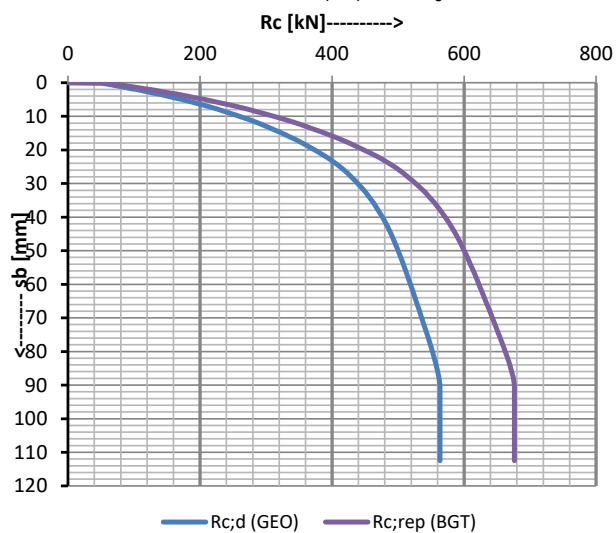
Palenplan	x-richting:	y-richting:
aantal	1	2
hoh-afstand [m]	nvt	2,0

Last / Zakking diagram : grenstoestand Geo en bruikbaarheidsgrenstoestand



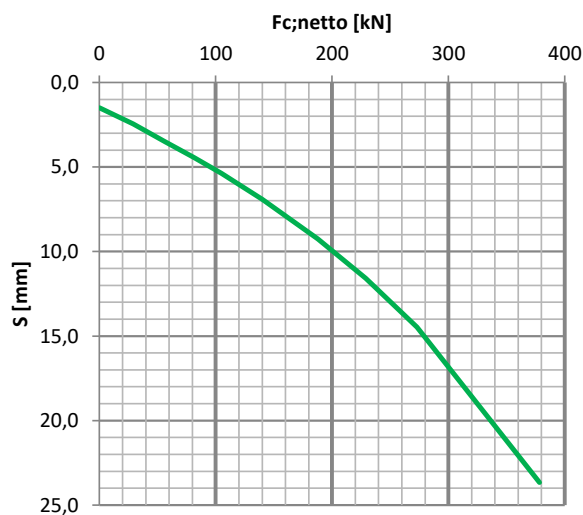
Last / Zakking diagram

Paalweerstand vs. paalpuntzakking



Last / zakkings diagram

Netto paalbelasting vs paalkopzakking



UGT

Fc,d;netto [kN]	Fnk;d [kN]	Fc;d [kN]	Sb;d [mm]	Sel;d [mm]	S1;d [mm]	S2;d [mm]	S;d [mm]
469	95	564	90,0	1,1	91,1	0,3	91,4
467	95	562	87,8	1,1	88,9	0,3	89,2
465	95	560	85,5	1,1	86,6	0,3	86,9
462	95	557	83,3	1,1	84,3	0,3	84,7
459	95	554	81,0	1,1	82,1	0,3	82,4
455	95	550	78,8	1,1	79,8	0,3	80,1
452	95	547	76,5	1,1	77,6	0,3	77,9
444	95	539	72,0	1,1	73,1	0,3	73,3
249	95	344	16,9	0,7	17,6	0,0	17,6
8	95	103	2,0	0,3	2,4	0,0	2,4

BGT

Fc,d;netto [kN]	Fnk [kN]	Fc [kN]	Sb [mm]	Sel [mm]	S1 [mm]	S2 [mm]	S [mm]	kv;rep [kN/mm]	kv;d [kN/mm]
378	95	473	22,5	1,1	23,6	0,1	23,7	20	15
273	95	368	13,5	0,9	14,4	0,1	14,5	25	20
229	95	324	10,7	0,8	11,5	0,1	11,6	28	22
188	95	283	8,4	0,7	9,1	0,1	9,3	31	24
140	95	235	6,2	0,6	6,8	0,1	6,9	34	26
105	95	200	4,7	0,6	5,3	0,1	5,4	37	29
81	95	176	3,8	0,5	4,3	0,1	4,4	40	31
56	95	151	2,9	0,5	3,4	0,1	3,5	43	33
29	95	124	2,0	0,4	2,5	0,0	2,5	51	39
0	95	95	1,1	0,4	1,5	0,0	1,5	63	49

Symbolen en eenheden

Symbool	Eenheid	Uitleg
$q_{c,I,gem}$	MPa	de gemiddelde waarde van de conusweerstand over een traject van 0,7 à 4,0 maal de equivalente diameter beneden de paalvoet
$q_{c,II,gem}$	MPa	de minimum gemiddelde waarde van de conusweerstand over dit traject
$q_{c,III,gem}$	MPa	de minimum gemiddelde waarde van de conusweerstand over een traject van 8,0 maal de equivalente diameter boven de paalvoet
a_p		paalklassefactor
β		factor voor de paalvoetvorm
s		factor voor de vorm van de dwarsdoorsnede van de paalvoet
$p_{r,max;punt}$	MPa	de maximale puntweerstand
a_s		factor afhankelijk van de uitvoering en het paaltype
$q_{c,z;a}$	MPa	de gemiddelde waarde van de conusweerstand over het traject waarover schachtwrijving wordt berekend
$q_{s,max}$	MPa	de maximale paalschachtwrijving
$R_{s,cal,max}$	kN	de maximale schachtwrijving
A_{punt}	m ²	oppervlakte van de paalvoet
Q_s	m	omtrek paalschacht
Δ_L	m	Traject voor berekening schachtwrijving
$R_{b,cal,max}$	kN	de maximale draagkracht van de paalpunt
$R_{c,cal,max}$	kN	de maximale draagkracht van de paal
ξ_3 en ξ_4		correlatiefactoren
$R_{c,cal,max;k}$	kN	de representatieve waarde van de maximale draagkracht van de paal
γ_t		partiële factor voor de totale draagkracht van een paal
$R_{c,d}$	kN	de rekenwaarde van de maximale draagkracht van de paal
F_{snkd}	kN	de rekenwaarde van de maximale negatieve kleefbelasting
$R_{c,net;d}$	kN	de rekenwaarde van de maximale draagkracht gecompenseerd met F_{snkd}
$\gamma_{i,rep}$	kN/m ³	de representatieve waarde van het volumiek gewicht van de grond van laag j

Bijlage 3 : Algemene richtlijnen uitvoering en ontwerp

Algemene richtlijnen en aandachtspunten uitvoering en ontwerp

(gebaseerd op onder andere: NEN 6740, NEN 9997, SBR Handboek funderingen)

Algemeen

Bij de uitvoering moet zijn gecontroleerd of aan de onderstaande uitgangspunten van het ontwerp van de fundering is voldaan:

- de grondgesteldheid, de grondwatertoestand en mogelijk andere omgevingsfactoren mogen niet ongunstiger zijn dan is aangenomen ten behoeve van het ontwerp. Hiertoe dient onder meer te worden nagegaan of het grondonderzoek voldoet aan de onderzoeksrichtlijnen uit de NEN 9997-1 (zie ook navolgend);
- de positie, diepte en afmetingen van de fundering moeten overeenstemmen met de ontwerpspecificaties;
- de kwaliteit van de constructieve onderdelen moet voldoen aan de desbetreffende materiaaleisen en de funderingselementen mogen niet zijn beschadigd;
- indien de nieuwe fundering zich binnen het belastingsspreidingsgebied van de bestaande fundering bevindt, moet de noodzaak van extra voorzieningen zijn overwogen.
- de aanleg van een fundering nabij een bestaande fundering moet voorzichtig en volgens de aanwijzingen in het geotechnisch ontwerprapport zijn uitgevoerd. Hiertoe is informatie noodzakelijk omtrent de constructieve opbouw van deze belendingen, incl. de funderingswijze van de draagconstructie en de begane grondvloeren. Dit geldt in het bijzonder voor ontgravingen dieper dan het aanlegniveau van de fundering van op staal gefundeerde belendingen. Dergelijke ontgravingen verminderen de draagkracht van de bestaande fundering en dienen daarom zoveel mogelijk te worden voorkomen. Daarnaast is de bouwkundige staat, waarin de panden zich bevinden, van belang.

Richtlijnen uitvoering grondonderzoek in de geotechnische categorieën 2 en 3 (cf NEN 9997-1 § 3.2.3)

Algemeen

De afstand tussen de punten en de diepte van onderzoek moeten zijn bepaald op grond van de geologie van het gebied, indien aanwezig de kennis van de grondgesteldheid, de afmetingen van het bouwterrein, de aard van de fundering en van de geotechnische constructie. De onderzoekspunten moeten zo over de plattegrond van het te bouwen project zijn verdeeld dat daaruit de grondgesteldheid ter plaatse van de geotechnische constructies betrouwbaar kan worden afgeleid. In geotechnische categorie 3, moeten gedurende het onderzoek ook de aanwezige grondwaterniveaus worden vastgesteld van ieder vrijwaterniveau dat gedurende het onderzoek wordt opgemerkt. Daarnaast kan extra onderzoek worden verlangd of nodig zijn.

Grondwerken en grondkerende constructies

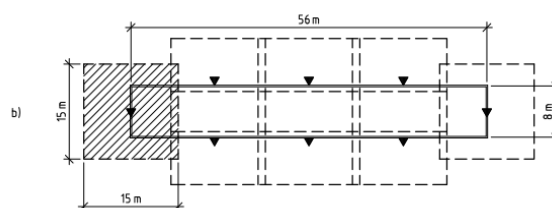
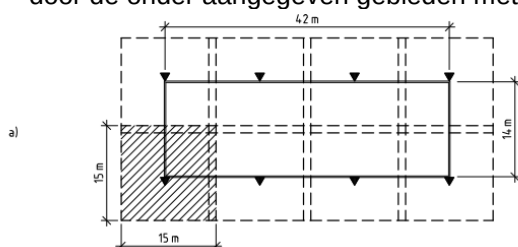
- Indien op basis van de geologische kennis van het gebied wordt verwacht dat afwijkingen in dikte van aanwezige klei-, veen- en leemlagen op het bouwterrein kleiner zijn dan 0,5 m, waardoor geen zakkingsverschillen groter dan 0,10 m over een afstand van 10 m zullen optreden, mag de afstand tussen de punten van onderzoek ten hoogste 100 m zijn. Als zakkingsverschillen van 0,1 m of meer over een afstand van 10 m kunnen leiden tot overstroming van dijken of dammen of tot enig gevaar voor de gebruikers van wegen en spoorwegen, moet de afstand tussen de onderzoekspunten worden verkleind tot ten hoogste 50 m.
- Het geotechnisch onderzoek moet hebben gereikt tot de onderkant van de laag die:
 - zakkingen en/of stabiliteitsverlies veroorzaakt als gevolg van het gewicht van de dam, dijk, aardebaan of kistdam;
 - in het geval van ontgravingen, zorg moet dragen voor de vereiste ondoorlatendheid voor water van de bodem van de bouwput.
- Als bij het grondwerk damwanden worden toegepast, moet het onderzoek in het terrein zijn uitgevoerd tot ten minste de onderkant van de te plaatsen damwanden.
- Als uit het geotechnisch onderzoek voor permanente ontgravingen, bijvoorbeeld voor verdiept aangelegde wegen of spoorwegen blijkt dat de dikte van de waterafsluitende of waterremmende laag meer varieert dan 50 % van de gemiddelde dikte van die laag, mag de afstand tussen de onderzoekspunten niet meer dan 50 m zijn.

Fundering op staal

- Er moeten minstens 2 terreinproeven zijn uitgevoerd en mag de afstand tussen de punten van geotechnisch onderzoek in het terrein ten hoogste 25 m zijn.
- De terreinproeven en boringen met monsterneming moeten ten minste tot een diepte onder het aanlegniveau van de funderingssloof, -poer of -plaat hebben bereikt van driemaal de breedte van het bouwwerk onder het aanlegniveau, waarbij 25 m als maximum mag zijn aangehouden.
- De terreinproeven moeten zijn uitgevoerd op de omtrek van het bouwwerk.

Fundering op palen

- Het geotechnisch onderzoek moet hebben bestaan uit een of meer proefbelastingen of terreinproeven, eventueel gecombineerd met boringen met monsternaming.
- Er moeten ten minste 2 terreinproeven (eventueel gecombineerd met boringen met monsternaming) zijn uitgevoerd die tot een diepte van 5 m onder het paalpuntniveau hebben bereikt. Bovendien moet een van de terreinproeven een diepte hebben bereikt van ten minste $10 \times$ de kleinste dwarsafmeting van de paalvoet onder het paalpuntniveau. Voor bouwwerken hoger dan 70 m moeten de terreinproeven ten minste tot een diepte hebben bereikt van driemaal de breedte van het bouwwerk onder het paalpuntniveau, waarbij 25 m als maximum mag zijn aangehouden.
- Worden terreinzettingen verwacht van meer dan 0,1 m, die het gevolg zijn van recent of vroeger aangebrachte terreinbelastingen in de buurt van het op palen te funderen bouwwerk of door verlaging van de grondwaterstand, dan moet, ten behoeve van de bepaling van de grootte van de representatieve waarde van de maximale negatieve kleeft ($F_{nk;rep}$), één boring met ongeroerde monsters uit de cohesieve samendrukbare grondlagen beschikbaar zijn, waarvan de schuifweerstandseigenschappen zijn/worden bepaald. Deze boring mag achterwege blijven als uit eerder onderzoek in de directe omgeving van het bouwproject betrouwbare gegevens met betrekking tot de schuifweerstandseigenschappen van de cohesieve samendrukbare grondlagen zijn verkregen, of als de samenstelling van de bodem en de grondeigenschappen aan tabel 2.b zijn ontleend.
- Als het geotechnisch onderzoek bestaat uit terreinproeven gelden de volgende voorwaarden:
 - Voor de gemiddelde onderlinge afstand van de onderzoekspunten (a_{gem}), als functie van $R_{c;cal;gem}$ (gemiddelde waarde van de maximumdraagkracht van de paal of palen onder het bouwwerk of deel van het bouwwerk, voor eenzelfde paalpuntniveau) en $\Delta R_{c;cal}$ (is het verschil tussen de hoogste en de laagste waarde van de maximumdraagkracht van de paal of palen onder het bouwwerk of deel van het bouwwerk, voor eenzelfde paalpuntniveau):
 - als $\Delta R_{c;cal} \leq 0,3 \times R_{c;cal;gem}$, dan is $a_{gem} \leq 25$ m en wordt per terreinproef een oppervlakte bestreken van ten hoogste 25 m $\times$ 25 m;
 - als $\Delta R_{c;cal} \leq 0,4 \times R_{c;cal;gem}$, dan is $a_{gem} \leq 20$ m en wordt per terreinproef een oppervlakte bestreken van ten hoogste 20 m $\times$ 20 m;
 - als $\Delta R_{c;cal} \leq 0,5 \times R_{c;cal;gem}$, dan is $a_{gem} \leq 15$ m en wordt per terreinproef een oppervlakte bestreken van ten hoogste 15 m $\times$ 15 m;
 - als $\Delta R_{c;cal} > 0,5 \times R_{c;cal;gem}$, dan is $a_{gem} \leq 15$ m en wordt per terreinproef een oppervlakte bestreken van ten hoogste 15 m $\times$ 15 m. Op basis van de resultaten van de terreinproeven moet worden beoordeeld of en hoe een verantwoord funderingsontwerp kan worden gemaakt voor de beoogde constructie.
- Het oppervlak waarbinnen de funderingselementen zijn geprojecteerd, moet volledig zijn afgedekt door de onder aangegeven gebieden met de plaatsen van de terreinproeven als middelpunt.



- Er moeten terreinproeven zijn uitgevoerd op de omtrek van het bouwwerk waarbinnen funderingselementen zijn geprojecteerd. Bij rechthoekige bouwwerken met zijden met een lengte groter of gelijk aan a_{gem} moet ten minste één terreinproef nabij elke hoek zijn uitgevoerd. Bij rechthoekige bouwwerken waarvan de breedte van het grondoppervlak kleiner is dan $0,6 \times a_{gem}$ mogen de terreinproeven nabij de hoeken zijn vervangen door één terreinproef halverwege elke korte zijde.
- De afstand tussen deze aanvullende terreinproeven hangt, behalve van de praktische mogelijkheden, ook af van de aard en de omvang van het overgangsgebied. Het kan in bepaalde gevallen voor het ontwerp van de paalfundering en de keuze van het paaltype, nodig zijn lokaal het net van terreinproeven te verdichten.

Wat als het grondonderzoek niet voldoet aan deze richtlijnen?

Indien het grondonderzoek niet voldoet aan de voornoemde richtlijnen, geldt dat:

- Een definitief advies slechts kan worden opgesteld nadat het gehele grondonderzoek is afgerond cf. deze onderzoeksrichtlijnen.
- Zo nodig andere onderzoeksmethoden moeten worden overwogen, zoals bv slagsonderingen, boorsonderingen, mechanische boringen.
- Bij de verdere verwerking van de resultaten van het funderingsadvies er rekening mee dient te worden gehouden dat de bodem op de bouwplaats kan afwijken van hetgeen is aangetroffen tijdens onderhavig onderzoek. De resultaten dienen derhalve met de nodige voorzichtigheid te worden gehanteerd.

Afstand WKO-boringen tot fundering

Bij de uitvoering van een mechanische boring direct naast een gebouw of constructie (zoals een viaduct, dijklichaam, spoor, weg, riolering, etc.) moet men rekening houden met mogelijke negatieve effecten op (de fundering van) deze bouwwerken of constructies als gevolg van de grondontspanning die de boring veroorzaakt. Deze grondontspanning ontstaat bij het plaatsen van een eventuele mantelbuis en bij het boorproces.

Schade aan gebouwen en constructies kan worden voorkomen, door de boring op veilige afstand hiervan te plaatsen. Conform de uitvoeringseisen uit SIKB Protocol 2101 "Mechanisch boren", versie 4.0 d.d. 1 februari 2018 geldt dat, tenzij anders overeengekomen, een boring op een afstand van minimaal $10 \times$ de boorgatdiameter van een bestaand gebouw of constructie dient te worden geplaatst en $15 \times$ de boorgatdiameter van een bekend c.q. gepland gebouw of constructie.

Grondwater

Tijdens de uitvoering van de werkzaamheden moet de bodem van de sleuf of de put droog zijn, tenzij speciale maatregelen zijn genomen om uitspoeling van beton of bindmiddelen te voorkomen.

Wanneer de grondwaterstand te hoog is, kan mede afhankelijk van de waterdoorlatendheid van het toegepaste zand, de ondergrond en de gebruikte verdichtingsapparatuur, een "drijfzand"-situatie ontstaan. Een verlaging van de grondwaterstand is doorgaans middels een van de volgende drie bemalingsmethoden te realiseren:

- horizontale drains in en rond de bouwput
- korte (vacuüm)filters rondom de bouwput, h.o.h. 2 m geplaatst, met zuigleiding aan een zuigperspomp verbonden
- plaatsing van enige grote en diepe deepwell-pompputten met een flinke reikwijdte met betrekking tot de verlaging van de grondwaterstand.

Van geval tot geval dient dit apart te worden bekeken of een bemalingsadvies is vereist. De noodzaak hiertoe kan onder meer afhankelijk zijn van de ligging van de bouwplaats (binnen of buiten beschermd gebied), het verwachte onttrekkingsdebiet/waterbezwaar (aanvraag vergunningen bij overschrijding vergunningsgrens) en invloed naar de omgeving (aanwezigheid van monumentale panden, of bomen). Ons bureau kan hieromtrent nader adviseren en desgewenst en indien van toepassing de (MER-) vergunnings- of meldingsprocedure verzorgen.

Bijlage 4 : Algemene eisen grondverbetering en verdichting

Eisen aan en controle tijdens de uitvoering grondverbetering

(gebaseerd op onder andere: NEN 6740, NEN 9997, SBR Handboek funderingen)

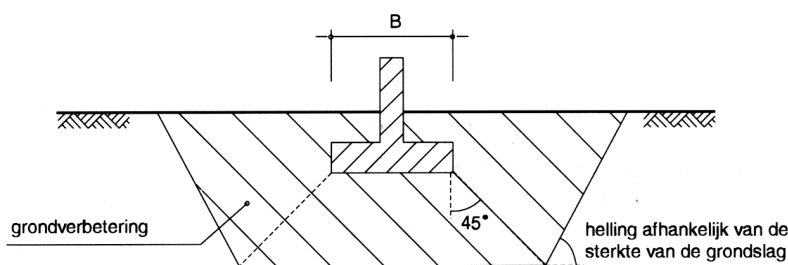
Algemeen

Voor de berekeningen wordt ervan uitgegaan dat de uitvoering van de grondverbetering en/of controle van de verdichting voldoet aan de eisen zoals gesteld in de vigerende norm NEN 9997-1 en de navolgende richtlijnen.

Uitvoering ontgraving

Indien het geadviseerde ontgravingsniveau lager ligt dan het aanlegniveau van de fundering moet een grondverbetering worden toegepast tot de onderkant van de fundering, en in het geval dat de vloeren op staal worden gefundeerd tot onderkant vloer.

In beginsel dient te worden ontgraven tot de in het rapport vermelde niveaus. De bodem van de ontgraving moet een zodanige breedte hebben, dat deze buiten het spannings-spreidingsgebied van de fundering ligt. Tenzij in het rapport anders is vermeld moet de grondverbetering tenminste worden aangebracht binnen een gebied waarin de belasting onder 45° spreidt (zie ook navolgende figuur).



Voor elk bouwdeel moet het graafwerk worden begonnen bij de sondering, waar het diepste ontgravingsniveau is geadviseerd. Op deze wijze kunnen in het werk aan de hand van de aangetroffen grondlagen de overgangen naar minder diepe ontgravingsniveaus worden vastgesteld. Deze overgangen moeten geleidelijk of trapsgewijs worden uitgevoerd in samenhang met de laagdikten van de grondverbetering.

Nadat de geadviseerde ontgravingsniveaus zijn bereikt, moet bij een staalfundering met een handsondeerapparaat worden gecontroleerd of zich direct onder dit niveau nog samendrukbare laagjes bevinden die niet bij de sondering zijn aangetroffen. Deze controle moet vooral tussen de sonderingen (en boringen) intensief worden uitgevoerd. Worden dergelijke laagjes aangetroffen dan dienen deze laagjes, tenzij anders in het rapport is aangegeven, verder te worden verwijderd en vervangen door een grondverbetering.

Het ontgravingsvlak moet worden verdicht wanneer dat tijdens de graafwerkzaamheden is verstoord. Dit is alleen mogelijk wanneer zich onder het ontgravingsniveau niet cohesieve grond bevindt. Indien direct op vaste klei- (bijvoorbeeld op potklei); leem- of löss- afzettingen wordt aangelegd en geen grondverbetering is geadviseerd dient de laatste 0,1 m voorzichtig te worden afgeschaafd, zodat de klei; leem of löss beneden het ontgravingsniveau niet wordt geroerd. Om verweking van de grondslag door neerslag te voorkomen moet zo snel mogelijk na ontgraven op de bodem van de ontgraving een bescherm laag (bijvoorbeeld zand) van ten minste 0,1 m worden aangebracht. Cohesief materiaal zoals klei; leem en löss kan namelijk niet of nauwelijks worden verdicht.

Uitvoering grondverbetering

Grondverdichting beoogt het bereiken van een zo groot mogelijke pakkingsdichtheid van de (zand)korrels. Dit kan worden bereikt door het uitoefenen van grote klappen (aanstampen, explosieverdichters of zeer grote valgewichten bij grote terreinen). Tegenwoordig worden echter hoofdzakelijk trilapparaten gebruikt.

De te gebruiken trilapparatuur dient te worden afgestemd op het beoogde verdichtingsbereik. De onderstaande tabel geeft inzicht in het dieptebereik van in te zetten trilapparatuur.

Massa trilplaat [kg]	Slagkracht [kN]	Verdichtingsbereik [m]
200 à 250	15	0,25-0,35
300 à 400	30	0,35-0,55
450 à 550	45	0,55-0,75
600 à 750	60	0,75-1,00

Een aanvulling met zand moet laagsgewijs zijn verdicht. Bij een breedte van de aanvulling van ten hoogste 0,5 m mag de laagdikte bij het verdichten niet groter dan of gelijk aan 0,1 m zijn geweest. Bij een breedte groter dan of gelijk aan 1 m mag de laagdikte ten hoogste 0,3 m zijn. Bij tussen gelegen waarden van de aanvullingsbreedte mag de laagdikte door interpolatie tussen de hiervoor genoemde waarden zijn bepaald.

Het verdichtingsbereik is daarbij ook sterk afhankelijk van het aantal walsovergangen. Naarmate de trillende passage herhaald wordt, neemt de dieptewerking en de verdichtingsgraad nog iets toe. In het algemeen worden er ten minste 3 kruislings gerichte overgangen gevraagd. In de praktijk wordt er vaak van 5 passages uitgegaan.

Wanneer zware trilapparatuur wordt gebruikt, moet op het funderingsniveau nagetrild worden met een lichte trilplaat omdat een zware trilplaat of trilwals de bovenste ca. 15 cm niet verdicht maar juist losschudt.

Voor de uitvoering dienen de volgende richtlijnen te worden gevolgd:

- Het grondwaterniveau moet zo nodig worden verlaagd, zodanig dat de grondwaterstand zich beneden de invloedssfeer van de verdichtingsapparatuur bevindt. NEN6740 en NEN 9997-1 stellen dat in GC2 de grondwaterstand zich minimaal 0,3 m onder het oppervlak bevinden, waarop de verdichtingmachine werkt. In de praktijk wordt vaak een diepte van 0,5 m gehanteerd.
- Bij voorkeur zal een grondverbetering tot een iets hoger peil (ca. 0,1 m) moeten worden uitgevoerd dan het aanlegniveau van de fundering, waarna de overhoogte voorzichtig weer wordt verwijderd.
- De aanvullingen van de bouwput rondom kelders en/of verdiepte funderingen moeten als grondverbetering worden uitgevoerd indien deze aanvulling binnen de invloedssfeer van een hoger gelegen bestaande of aan te brengen fundering ligt.

N.B. Transportmiddelen zoals bulldozers, loaders en scrapers geven slechts een verdichting tot een zeer geringe diepte, waarbij zeer veel overgangen noodzakelijk zijn voor het bereiken van een voldoende verdichting. Het is niet toegestaan een grondverbetering uit te voeren, waarbij aanplempen of inwateren van zand wordt toegepast.

Kwaliteitseisen zand grondverbetering

Het uitvoeren van een grondverbetering geschiedt vrijwel uitsluitend met zand. Dit kan van elders zijn aangevoerd of ook wel zijn vrijgekomen bij het ontgraven van de bouwput zelf (de goede grondlagen). In het verleden werden er veel eisen aan het materiaal gesteld teneinde een hoge draagkracht te kunnen verzekeren. Tegenwoordig is er in het kader van de prestatieconcepten of een resultaatsverplichting, in dit geval een vereiste conusweerstand, veel meer vrijheid voor de aannemer om zelf vast te stellen welk zand hij gebruikt. Zo kan er soms met langduriger trillen en/of zwaardere apparatuur ook met minder geschikt zand toch een goed draagkrachtige grondslag worden gecreëerd. Indien als aanvulmateriaal zand wordt gebruikt, dan moet dit conform NEN 6740 aan de volgende eigenschappen voldoen:

- de korrelfractie kleiner dan 0,016 mm dient lager te zijn dan 5 gewichtsprocenten.
- de korrelfractie kleiner dan 0,063 mm dient lager te zijn dan 10 gewichtsprocenten.

Daarnaast gelden de volgende praktische criteria:

- Het zand dient bij voorkeur een goede gradering te hebben; dat wil zeggen dat alle fracties zoveel mogelijk vertegenwoordigd zijn (zeefkromme met een niet te steil verloop). De gelijkmatigheidscoëfficiënt D_{60}/D_{10} moet tenminste 2 zijn. D_{60} = zeefopening met een doorval van 60 gewichtsprocenten. D_{10} - zeefopening met een doorval van 10 gewichtsprocenten;
- het humusgehalte (gloeiverlies) mag ten hoogste 3 gewichtsprocenten bedragen;

- de korrelvorm dient bij voorkeur enigszins hoekig te zijn. Brekerzand is bijvoorbeeld erg stabiel, maar stuifzand rolt gemakkelijk.
- de Proctorcurve van het zand (relatie vochtgehalte en verdichtbaarheid) rond de maximale dichtheid dient bij voorkeur een flauw verloop te hebben. Het vochtgehalte fungeert bij de verdichting enerzijds als smeermiddel en anderzijds door de capillairspanningen als lijm. Te veel vocht geeft echter verweking en werkt dus averechts. Over het algemeen wordt een goede verdichting verkregen bij een vochtpercentage van ongeveer 6 á 12%. Indien het materiaal óf te nat óf te droog is wordt zelden de vereiste verdichting verkregen.

Hierbij wordt het volgende opgemerkt:

- Indien zand wordt toegepast dat niet geheel aan voorgenoemde eisen voldoet dan kan, ten koste van meer verdichtingsenergie en/of mogelijke vertraging bij ongunstige weersomstandigheden, soms toch nog het gewenste resultaat worden bereikt.
- In plaats van zand kunnen ook andere korrelige materialen worden toegepast zoals stolgrind, puingranulaat en dergelijke. Hierbij geldt eveneens dat de gelijkmatigheidscoëfficiënt $D_{60}/D_{10} > 3$ moet zijn.

Controle verdichting

De kwaliteit van de aangebrachte grondverbeteringen kan als volgt wordt gecontroleerd:

- verkenning met het visiteerijzer; hiermee kan meteen na het aanbrengen van een laag een indruk worden verkregen van de bovenste verdichting van deze laag.
- mechanische (lichte)slagsonderingen; hierbij kan het volledige aangebrachte pakket achteraf worden gecontroleerd.
- sonderingen; middels handsonderingen kan een pakket van beperkte dikte (in beginsel 50 cm) worden gecontroleerd. In combinatie met voorboren is deze diepe enigszins te vergroten. Indien de aangebrachte grondverbetering berijdbaar is voor een sondeertruck kan op deze wijze het volledige aangebrachte pakket achteraf worden gecontroleerd.
- in-situ-dichtheidsbepalingen; met volumesteeeringen worden monsters genomen waarvan de dichtheid wordt bepaald. Ook nucleaire dichtheidsmetingen kunnen worden gebruikt.
- plaatdruk- en CBR-proeven; middels deze methoden kunnen de stijfheidseigenschappen op aanlegniveau van de fundering worden gecontroleerd. Hierbij dient rekening te worden gehouden met de beperkte indringingsdiepte van de proeven.

Voor kwaliteitsbeoordeling van de aangebrachte grondverbeteringen worden in het algemeen de volgende kwalitatieve maatstaven gehanteerd:

- De indringing van een visiteerijzer met een doorsnede van 8 mm mag niet meer dan 10 à 15 cm bedragen.
- Bij controle met een (hand)sondeerapparaat moet, bij constructies ingedeeld in GC2, de conusweerstand toenemen met de diepte. Op 0,2 m diepte geldt $q_c \geq 3$ MPa, op 0,5 m onder de onderkant van de fundering moet $q_c \geq 5$ MPa zijn (eis NEN 6740).
Bij hoge funderingsdrukken en vervormingsgevoeligheid van het bouwwerk dienen hogere waarden te worden aangehouden. Voor constructies in GC1 geldt dat $q_c \geq 2$ MPa op 0,3 m diepte volstaat.
- De beoordeling van de gemeten dichtheid moet worden gerelateerd aan de uit de proctor-proeven verkregen maximale dichtheid. De gemeten dichtheid dient minimaal 95 à 98 % van de standaard (maximale) proctor-dichtheid te bedragen.

N.B. De bemaling mag pas worden beëindigd na afloop van de funderingswerkzaamheden, of als is aangetoond dat het opkomen van het water in de sleuf niet meer leidt tot een kwaliteitsachteruitgang van de al uitgevoerde werken.

Bijzondere aspecten

In afwijking op grondverbetering met zand, zoals hiervoor beschreven, bestaan alternatieven.

Voorbeelden hiervan (niet noodzakelijkerwijs toepasbaar in onderhavige situatie) zijn ondermeer:

- Verdichten van de grondslag tot op grote diepte door middel van ingebrachte verticale vibratoren c.q. trilnaalden. Deze techniek wordt veelal aangeduid met 'Rütteln' of 'Vibroflotation'.

- Verbetering van de ondergrond door middel van kolommen van grind-, steenslag of gebroken betongranulaat. De kolommen worden vervaardigd met behulp van een trilnaald die op diepte wordt gespoten. De trilnaald wordt getrokken en het ontstane gat wordt gevuld met grind, steenslag of gebroken puin. Vervolgens wordt de trilnaald weer op diepte gebracht en kunnen de hierboven omschreven handelingen worden herhaald totdat de gewenste kolomdiameter is gerealiseerd.
- Versteving van een bestaande grondslag. Grond kan in situ met cement gemengd worden om op die manier de draagkracht aan het oppervlak sterk te vergroten. In het buitenland is relatief veel ervaring opgedaan met de versteving van kleigronden door ze met kalk te vermengen. Gebeurt dit met een avegaar in een patroon zoals dit met verticale zanddrains ook wel geschiedt, dan wordt er van kalkpalen gesproken.
- Grondvervanging door met cement gestabiliseerd zand. Onder verhardingen, naast kelders enzovoort ter reductie van de zijdelingse gronddruk.
- Grondvervanging door lichtgewicht korrels (bijvoorbeeld argex of lytag) ten behoeve van isolatie en/of gewichtsreductie. Deze techniek wordt in oude binnensteden toegepast om de zware zandlagen naast gebouwen te vervangen door stroken met licht aanvulmateriaal. Hierdoor kan de negatieve kleefbelasting op de funderingspalen aanzienlijk gereduceerd worden om zo verdere zettingsverschillen te vermijden.
- Grondvervanging door schuimbeton of polystyreen in gebieden met een samendrukbare ondergrond om een zogeheten 'evenwichtsconstructie' te bereiken. Deze techniek wordt vooral bij lichte woningbouw en bedrijfsvloeren toegepast.

Silt Advies is trots onderdeel van de Silt Groep:



Geotechnisch bodemonderzoek

- Sonderen in Nederland, België en Frankrijk, met (track)truck, minirups, demontabel en hand
- Sonderen op het water (met hefeiland)
- Dissipatieproeven
- Peilbuizen wegdrukken
- Mechanisch (puls)boren conform protocol 'Mechanisch boren' (2101).
- Handboren
- Geotechnische monitoring
- Waterdoorlatendheidsmetingen
- Palen akoestisch doormeten
- Onderzoek niet gesprongen explosieven (NGE)
- dGPS-metingen

Milieukunde

- Verkennend onderzoek
- Onderzoek naar asbest in de (water)bodem
- Nulsituatie-onderzoek
- Nader onderzoek
- Waterbodemonderzoek (monsternameboot)
- BUS-melding
- Saneringsplan
- Milieukundige begeleiding
- Second opinion
- Partijkeuring
- Bouwstoffenkeuring
- Onderzoek PFAS

Silt Advies

- Funderingsadvies bebouwing, leidingen, constructies
- Geohydrologische modellering (bemaling, drainage, wateroverlast, barrièrewerking, etc.)
- Bemalingsadvies, bemalingsplan, monitoringsplan, vergunningsaanvraag, MER aanmeldnotitie
- Bouwputadvies, damwandberekeningen en -advies
- Zettings- en ophoogadvies
- Zettingsrisico's bemaling t.b.v. CAR-verzekering
- Stabiliteitsberekeningen taluds
- Infiltratiegeschiktheidsadvies, watertoetsadvies
- Analyse waterstanden, doorlatendheid, wateroverlast.
- GIS-toepassingen en geostatistiek
- Algemene expertise, controle grondverbetering

Silt Lab

- Classificatieproeven
- Foto's monsters en boringen
- Atterbergse grenzen (fallcone en Casagrande)
- Doorlatendheidsmetingen
- Samendrukkingsproeven, CRS
- Korrelverdeling, -vorm en afleiding k-waarden
- Triaxiaalproeven
- Directe afschuifproef (DS), Direct Simple Shear (DSS)
- Diverse RAW-proeven (oa. 2, 9, 10, 11, 13, 14, 28, 35)
- Opstellen analyseplan/-strategie
- Digitaal bestel- en informatieportaal: www.siltlab.nl

Rapport: RESULTATEN GRONDONDERZOEK
Nieuwbouw woning, Molekeslaan 1
Nuenen

Opdrachtgever: Familie van de Kerkhof
Molekeslaan 1
5674 VX Nuenen

Projectnummer: 2203057
Rapportdatum: 30 november 2022

Versie: 1

Contactpersoon: Henrie Vereijken
Dataverwerking: Bedrijfsbureau
Controle: Kayleigh Swinkels




Inhoudsopgave

1	Projectbeschrijving	1
1.1	Inleiding	1
2	Veldonderzoek.....	2
2.1	Onderzoeksopzet	2
2.2	Sonderingen	2
2.3	Boring	2
2.4	Hoogtemeting	2

Bijlagen

Bijlage 1: Resultaten grondonderzoek

1 Projectbeschrijving

1.1 Inleiding

In opdracht van Familie van de Kerkhof is door Ockhuizen Geo- en Milieutechniek een grondonderzoek uitgevoerd voor het project "Nieuwbouw woning, Molekeslaan 1 te Nuenen".

In onderhavig rapport worden de resultaten van het grondonderzoek weergegeven.

2 Veldonderzoek

2.1 Onderzoeksopzet

Het grondonderzoek heeft plaatsgevonden op 25 november 2022.

De onderzoeksopzet is bepaald door ons bureau aan de hand van de onderzoeksrichtlijnen uit de NEN 9997-1 en de verstrekte gegevens.

De onderzoekspunten zijn door ons bureau in het terrein uitgezet en ingemeten.

2.2 Sonderingen

Voor dit project zijn door ons bureau 2 sonderingen gemaakt. Het betreft sondeernummers: D1 en D2. De sonderingen zijn uitgevoerd conform NEN-EN-ISO 22476-1, met een sondeerunit met een elektrische kleefmantelconus klasse 2.

Opgemerkt wordt dat er bij sondering D1 een voorboring is gemaakt vanwege aanwezige leidingen van de sproei installatie.

In Bijlage 1 zijn de sondeergegevens in grafiekvorm weergegeven, evenals een situatieschets met de locaties van de sondeerpunten. Stopcriterium en eventuele opmerkingen ten aanzien van de uitvoering zijn per sondering weergegeven in de waterpasstaat (Bijlage 1).

2.3 Boring

Om inzicht te krijgen in de grondsamenstelling en de actuele grondwaterstand is 1 handboring verricht. Het betreft boring B1, die is uitgevoerd nabij sondering D1.

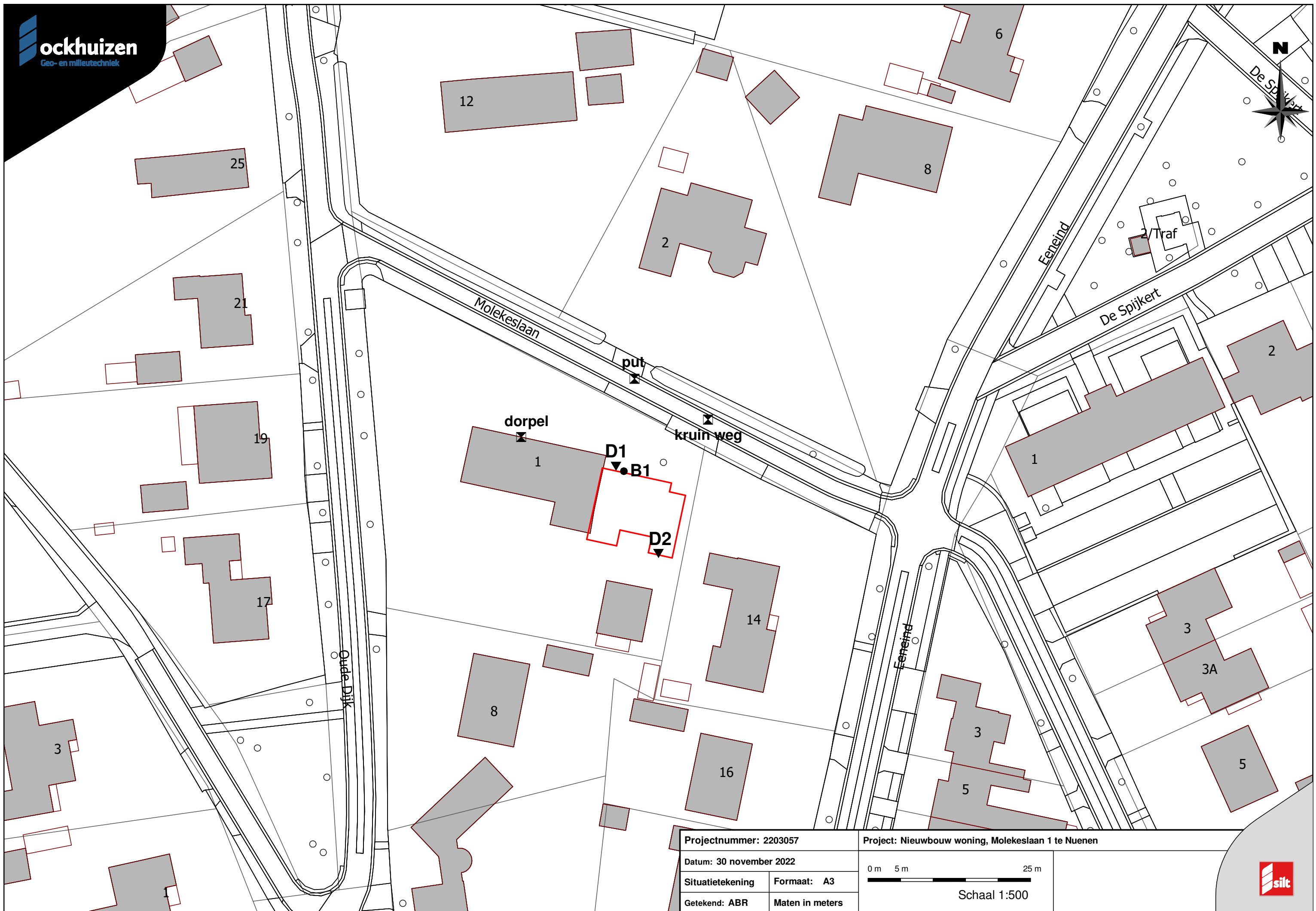
De boorstaat en de eventueel gemeten grondwaterstand is weergegeven in Bijlage 1. De situering van de boring is weergegeven op de situatietekening.

2.4 Hoogtemeting

De hoogte van de onderzoekspunten is ingemeten ten opzichte van NAP.

Voor de hoogteligging van de verschillende meetpunten wordt verwezen naar de waterpasstaat in Bijlage 1.

Bijlage 1 : Resultaten grondonderzoek



Projectnummer: 2203057

Project: Nieuwbouw woning, Molekeslaan 1 te Nuenen

Datum: 30 november 2022

Situatietekening

Formaat: A3

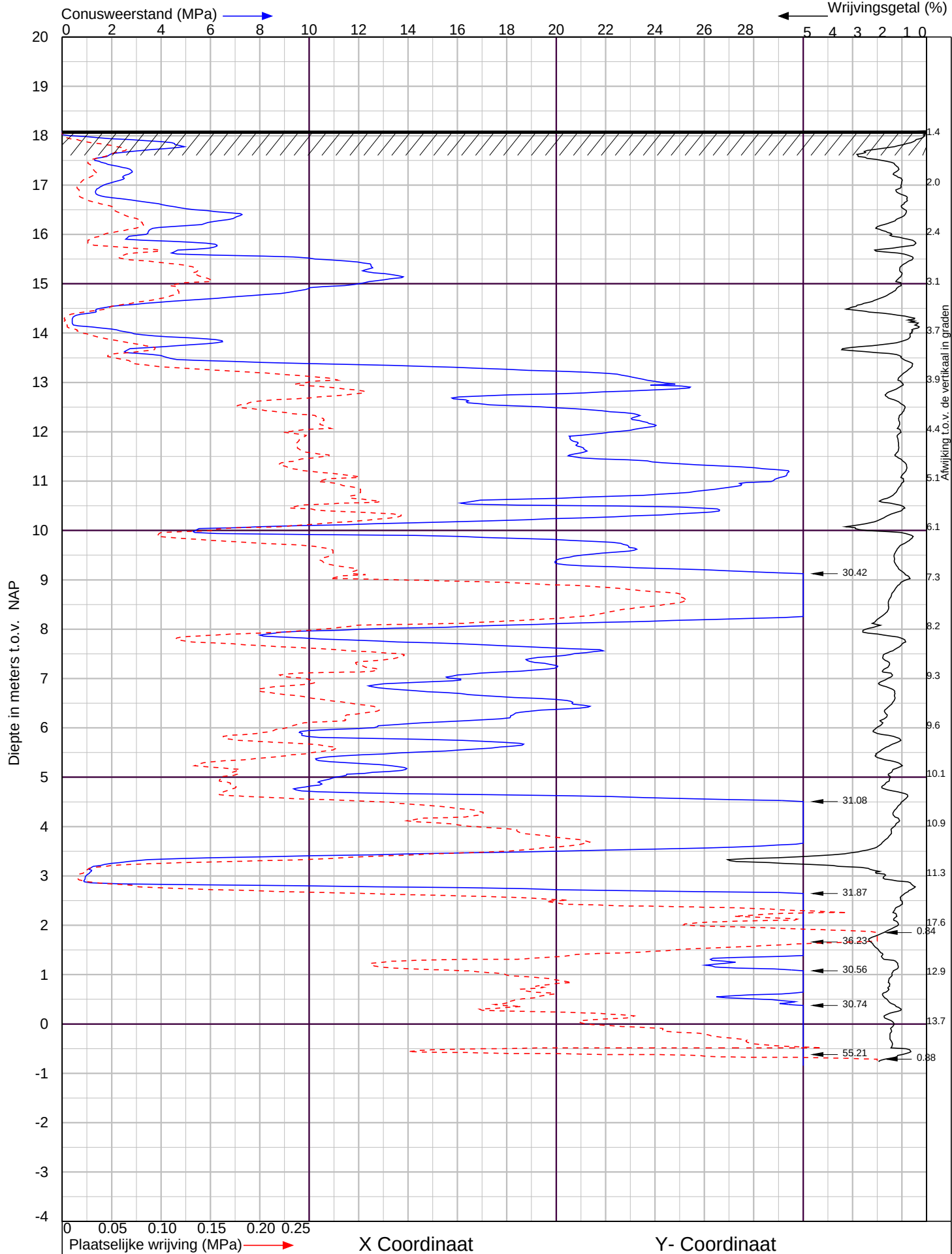
Getekend: ABR

Maten in meters

0 m 5 m 25 m

Schaal 1:500





Molekeslaan 1 te Nuenen

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 Klasse 2



Putstraat 9a 5091 TH Middelbeers
Postbus 38 5688 ZG Oirschot
tel. : 0493 - 78 22 89
info@ockhuizen-geo.nl
www.silt.nl

Datum : 25-11-2022
Conusnr. : 071161
MV. is 18.1 m t.o.v. NAP

Project nummer : **2203057**

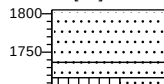
Sondering : 2



Boring: vB1 / D1

Datum: 25-11-2022
NAP hoogte [m]: 18.06

t.o.v. NAP [cm]



0 t.o.v. M.V. [cm]

Zand, fijn 150-200, zwak organisch, donkerbruin

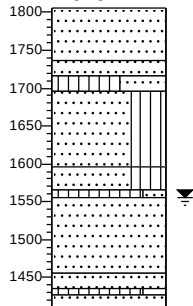
70
100 Zand, fijn 150-200, standaardgeel

Silt, stevig, sterk zandig, grijs

Boring: B1 / D1

Datum: 25-11-2022
GWS: 250
NAP hoogte [m]: 18.06

t.o.v. NAP [cm]



0 t.o.v. M.V. [cm]

Zand, fijn 150-200, zwak organisch, donkerbruin

70
90
110 Zand, fijn 150-200, standaardgeel

Silt, sterk zandig, grijs

210 Zand, fijn 105-150, siltig, standaardgrijs

240
250 Zand, fijn 105-150, siltig, lichtgrijs

Silt, slap, zwak zandig, grijs

350 Zand, fijn 150-200, lichtgrijs

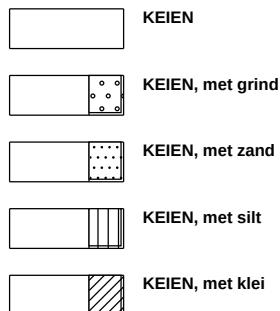
380
400 Zand, fijn 150-200, lichtgrijs

Silt, zwak zandig, grijs

Zand, fijn 150-200, lichtgrijs

Legenda (conform NEN-EN-ISO 14688-1)

KEIEN (KEITJES)



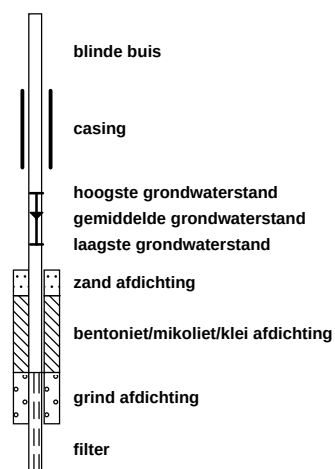
GRIND



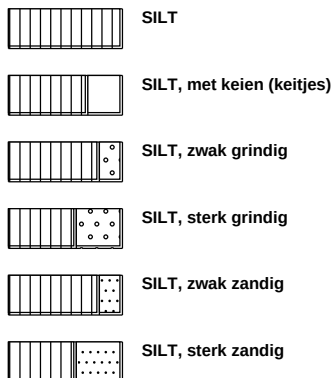
ZAND



peilbuis



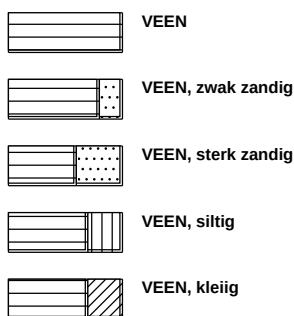
SILT



KLEI



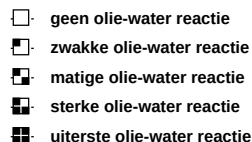
VEEN (HUMUS, DETRITUS)



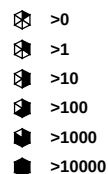
geur



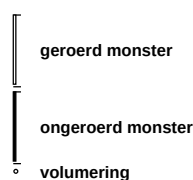
olie



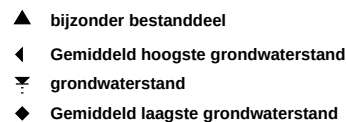
p.i.d.-waarde



monsters



overig



Waterpasstaat

(+ stopcriterium sonderingen)

Hoogten ingemeten met behulp van dGPS

Datum uitvoering: 25 november 2022

Meetpunt	Hoogte* [m t.o.v. NAP]	Stopcriterium ¹	Opmerking
sondering 1	18,06 +	V	
sondering 2	18,10 +	O1	
boring 1	18,06 +		
put	17,80 +		
kruin weg	17,84 +		
dorpel	18,35 +		

* Hoogten in deze waterpasstaat zijn uitsluitend bedoeld om inzicht te verkrijgen in de maaiveldhoogten van de meetpunten. Zonder verificatie door de gebruiker mogen deze hoogten niet voor andere doeleinden worden gebruikt

Grondwater

De tijdens het onderzoek geregistreerde stijghoogtes zijn weergegeven in navolgende tabel.

Meetpunt	Stijghoogte* [m - mv]	Grondwaterstand [m t.o.v. NAP]
boorgat B1	2,50	15,56 +

* Gemeten stijghoogtes zijn momentopnamen en dienen met de nodige voorzichtigheid te worden gehanteerd, omdat:

- o waterniveaus gemeten direct na plaatsing van een sondering, boring of peilbuis, significant kunnen afwijken van de heersende grondwaterstand of stijghoogte. Het kan namelijk enige tijd duren voordat een representatieve waterspiegel is ingesteld (enkele seconden in grof zand tot soms enkele uren in slecht doorlatende klei).
- o de stijghoogte onder invloed van seizoensafhankelijke factoren in de tijd zal fluctueren. Deze fluctuatie varieert per regio/gebied; in polders meestal ca. 0,5 m, nabij grote rivieren soms 4 à 5 m en elders vaak 1,5 à 2 m. Een representatief beeld hiervan kan slechts worden gekregen door monitoring van de grondwaterstand gedurende langere tijd en/of door tijdreeksanalyse van gedurende langere tijd gemonitorde peilbuizen uit de omgeving.

¹ Toelichting :

- V: streefdiepte bereikt
- D: streefdiepte overschreden i.v.m. minimaal benodigd geachte pakketdikte
- N1: beoogd sondeerpunt onbereikbaar voor sondeerunit i.v.m. (afmeting) doorgang
- N2: beoogd sondeerpunt onbereikbaar voor sondeerunit i.v.m. obstakels, begroeiing
- N3: beoogd sondeerpunt onbereikbaar voor sondeerunit i.v.m. berijdbaarheid terrein
- O1: totaalweerstand overschrijdt de maximaal toelaatbare druk sondeerequipment
- O2: uitbuiging sondeerstangen overschrijdt maximaal toelaatbare waarde
- O3: overschrijding toelaatbare puntdruk sondeerconus

Algemene toelichting onderzoeksmethoden

Toelichting sonderingen

Elektrische sonderingen worden uitgevoerd conform NEN-EN-ISO 22476-1, met een elektrische (kleefmantel)conus.

De sondeergegevens worden in een grafiek weergegeven waarbij, indien van toepassing, het wrijvingsgetal (verhouding plaatselijke wrijving / conusweerstand) is berekend en gepresenteerd. Het wrijvingsgetal geeft samen met de conusweerstand over het algemeen een indicatie van de bodemopbouw onder de grondwaterstand. In navolgende tabel zijn enige indicatieve waarden hiervoor aangegeven. Opgemerkt wordt dat boven het grondwater de waarden hiervan kunnen afwijken.

Grondsoort	Conusweerstand (q_c) [MPa]	Wrijvingsgetal (f_s/q_c) [%]
grind	> 10	0,2 - 0,5
zand grof	> 10	0,4 - 0,6
zand	> 5	0,6 - 1,0
silt	1 - 3	2,0 - 4,0
klei vast	0 - 8	2,0 - 4,0
klei slap	0 - 2	4,0 - 6,0
veen	0 - 4	5,0 - 10,0

Handsonderingen

Sonderingen uitgevoerd met een handsondeerapparaat, waarbij tevens een boring wordt gemaakt. De sondeerwaarden worden handmatig geregistreerd.

Waterspanningsmeting

Bij deze sonderingen wordt met behulp van een piëzoconus naast de conusweerstand en de plaatselijke wrijving tevens de waterspanning geregistreerd. Meting van de waterspanning geeft meer inzicht in de stijghoogte(verschillen) van het grondwater, de gelaagdheid van de bodem en de aanwezigheid van waterremmende lagen. De geregistreeerde waterspanning is weergegeven op de betreffende sondeergrafiek. Opgemerkt dient te worden, dat uit de geregistreeerde waterspanning niet zonder meer de stijghoogte van de diverse lagen kan worden afgeleid, omdat de stijghoogte wordt beïnvloed door de beweging van de sondeerconus.

Dissipatieproef

Bij een dissipatietest wordt tijdens het sonderen de conus enige tijd gestopt, waarna wordt geregistreerd op welke wijze de door het wegdrukken geïnitieerde waterspanning reageert. Het waterspanningsverloop geeft een indicatie omtrent de waterdoorlatendheid in de desbetreffende laag. Indien de test wordt gecontinueerd totdat een quasistationaire waterspanning wordt bereikt kan tevens op betrouwbare wijze de stijghoogte van het grondwater van de betreffende laag worden bepaald.

Wegdrukpeilbuis

Wegdrukpeilbuizen worden geplaatst met behulp van een sondeertruck.

Mechanische boring

Machinaal uitgevoerde boring onder certificaat van de BRL SIKB 2100, conform protocol 2101.

Waterdoorlatendheidsmeting verrichting middels de Constant-flow-rate-methode (onverzadigde zone)

Waterdoorlatendheidsmeting, in de onverzadigde bodem (boven de grondwaterspiegel) verricht middels constant-flow-rate-methode conform ISO/FDIS 22282-2:2008(E). Bij het uitvoeren van deze meting wordt, in onverzadigde grond, water met een constant debiet in een gesteund boorgat gepompt, totdat de bodem rondom verzadigd is en een constante waterspiegel ontstaat. Uit de verhouding van het pompdebiet en de waterspiegel kan de

verzadigde waterdoorlatendheid worden berekend van het bodemtraject waarin de proef heeft plaatsgevonden.

Waterdoorlatendheidsmeting verrichting middels de Constant-flow-rate-methode (verzadigde zone)

Waterdoorlatendheidsmeting, onder de grondwaterspiegel, uitgevoerd middels de constant-flow-rate-methode cf. ISO/FDIS 22282-2:2008(E). Bij het uitvoeren van deze meting wordt de peilbuis met een constant debiet doorgepompt totdat een constante waterstandsverlaging ontstaat in de peilbuis. Uit de verhouding tussen het pompdebiet en de waterstandsverlaging kan de doorlatendheid worden berekend van het bodemtraject waarin het filter is geplaatst.

Waterdoorlatendheidsmeting verricht middels de falling-head-methode.

Doorlatendheidsmeting ter bepaling van de horizontale waterdoorlatendheid van de verzadigde ondergrond (onder de grondwaterspiegel). Bij deze proef wordt een peilbuis geheel of gedeeltelijk gevuld met water, waarna de waterstandsvaling wordt gemeten. De dalingssnelheid van het water is een maat voor de horizontale waterdoorlatendheid (K_h -waarde) van het bodemtraject waarin de proef heeft plaatsgevonden.

Waterdoorlatendheidsmeting verricht middels de rising-head-methode.

Doorlatendheidsmeting ter bepaling van de horizontale waterdoorlatendheid van de verzadigde ondergrond (onder de grondwaterspiegel). Bij deze proef wordt peilbuis geheel of gedeeltelijk leeg getrokken, waarna de stijging van het grondwater in de peilbuis wordt geregistreerd. De stijgingssnelheid van het water is een maat voor de horizontale waterdoorlatendheid (K_h -waarde) van het bodemtraject waarin de proef heeft plaatsgevonden.

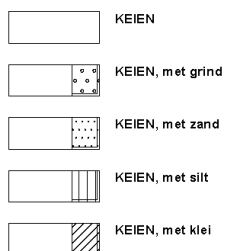
Onverzadigde zone (Ringinfiltratieproeven)

Doorlatendheidsmeting ter bepaling van de verticale waterdoorlatendheid van de onverzadigde grond. De proeven worden uitgevoerd op maaiveld of diepte, met de dubbele ringinfiltratiemeter bestaande uit een buitenring met een diameter van ca. 0,53 m en een binnenring met een diameter van ca. 0,28 m.

Beide ringen worden op het ontgravingsvlak aangebracht en vervolgens enige centimeters de grond ingeslagen. Na het aanbrengen van een meetbrug met een vlotter worden beide ringen gevuld met water waarna met een zekere frequentie in de binnenring, de dalingssnelheid van het water wordt vastgesteld. Door toepassing van een buitenring infiltreert grondwater in de binnenring zoveel mogelijk verticaal. Uit de infiltratiesnelheid kan vervolgens de verticale waterdoorlatendheid worden afgeleid.

Legenda Boorstaat (conform NEN-EN-ISO 14688-1)

KEIEN (KEITJES)



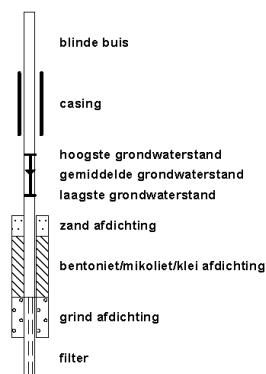
GRIND



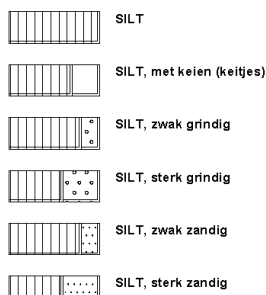
ZAND



peilbuis



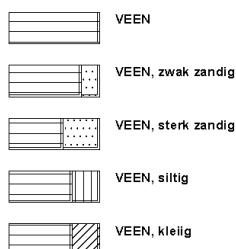
SILT



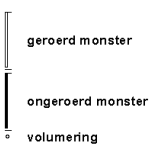
KLEI



VEEN (HUMUS, DETRITUS)



monsters



overig



Legenda Situatietekening

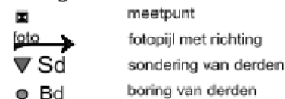
sonderen



boren



overig



fasering onderzoek





Geotechnisch bodemonderzoek

- Sonderen in Nederland, België en Frankrijk, met (track)truck, minirups, demontabel en hand
- Sonderen op het water (met hefeiland)
- Dissipatieproeven
- Peilbuizen wegdrücken
- Mechanisch (puls)boren conform protocol 'Mechanisch boren' (2101).
- Handboren
- Geotechnische monitoring
- Waterdoorlatendheidsmetingen
- Palen akoestisch doormeten
- Onderzoek niet gesprongen explosieven (NGE)
- dGPS-metingen

Milieukunde

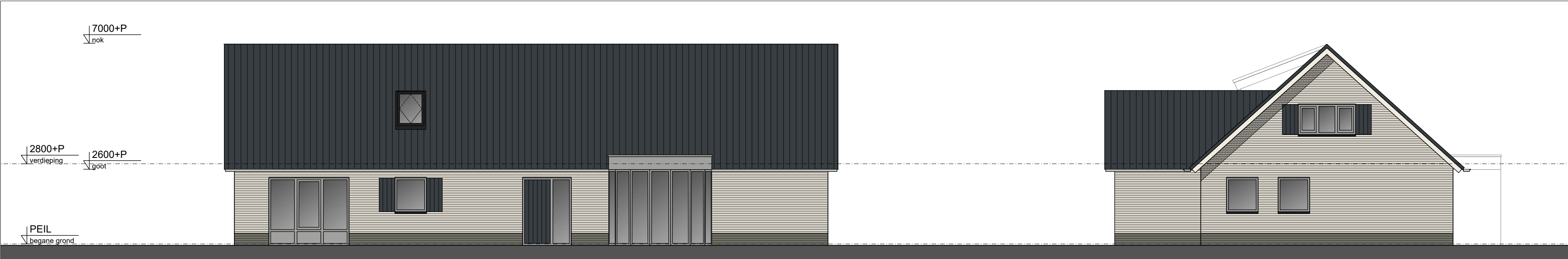
- Verkennend onderzoek
- Onderzoek naar asbest in de (water)bodem
- Nulsituatie-onderzoek
- Nader onderzoek
- Waterbodemonderzoek (monsternameboot)
- BUS-melding
- Saneringsplan
- Milieukundige begeleiding
- Second opinion
- Partijkeuring
- Bouwstoffenkeuring
- Onderzoek PFAS

Advies

- Funderingsadvies bebouwing, leidingen, constructies
- Geohydrologische modellering (bemaling, drainage, wateroverlast, barrièrewerking, etc.)
- Bemalingsadvies, bemalingsplan, monitoringsplan, vergunningsaanvraag, MER aanmeldnotitie
- Bouwputadvies, damwandberekeningen en -advies
- Zettings- en ophoogadvies
- Zettingsrisico's bemaling t.b.v. CAR-verzekering
- Stabiliteitsberekeningen taluds
- Infiltratiegeschiktheidsadvies, watertoetsadvies
- Analyse waterstanden, doorlatendheid, wateroverlast.
- GIS-toepassingen en geostatistiek
- Algemene expertise, controle grondverbetering

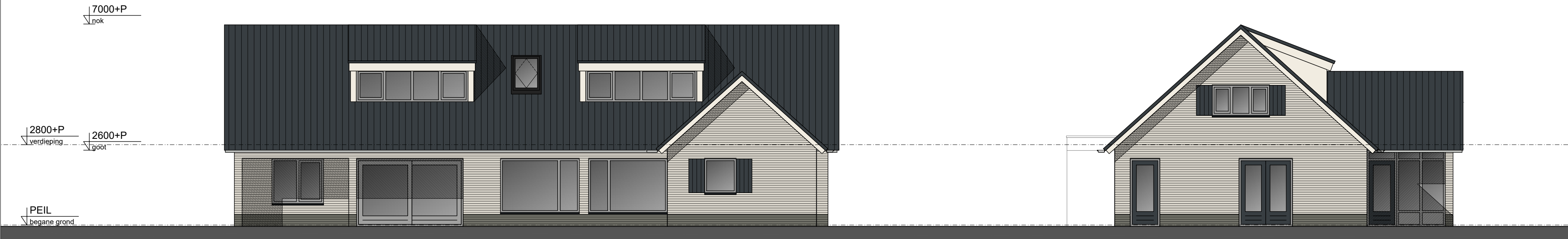
Laboratorium

- Classificatieproeven
- Foto's monsters en boringen
- Atterbergse grenzen (fallcone en Casagrande)
- Doorlatendheidsmetingen
- Samendrukkingsproeven, CRS
- Korrelverdeling, -vorm en afleiding k-waarden
- Triaxiaalproeven
- Directe afschuifproef (DS), Direct Simple Shear (DSS)
- Diverse RAW-proeven (oa. 2, 9, 10, 11,13, 14, 28, 35)
- Opstellen analyseplan/-strategie



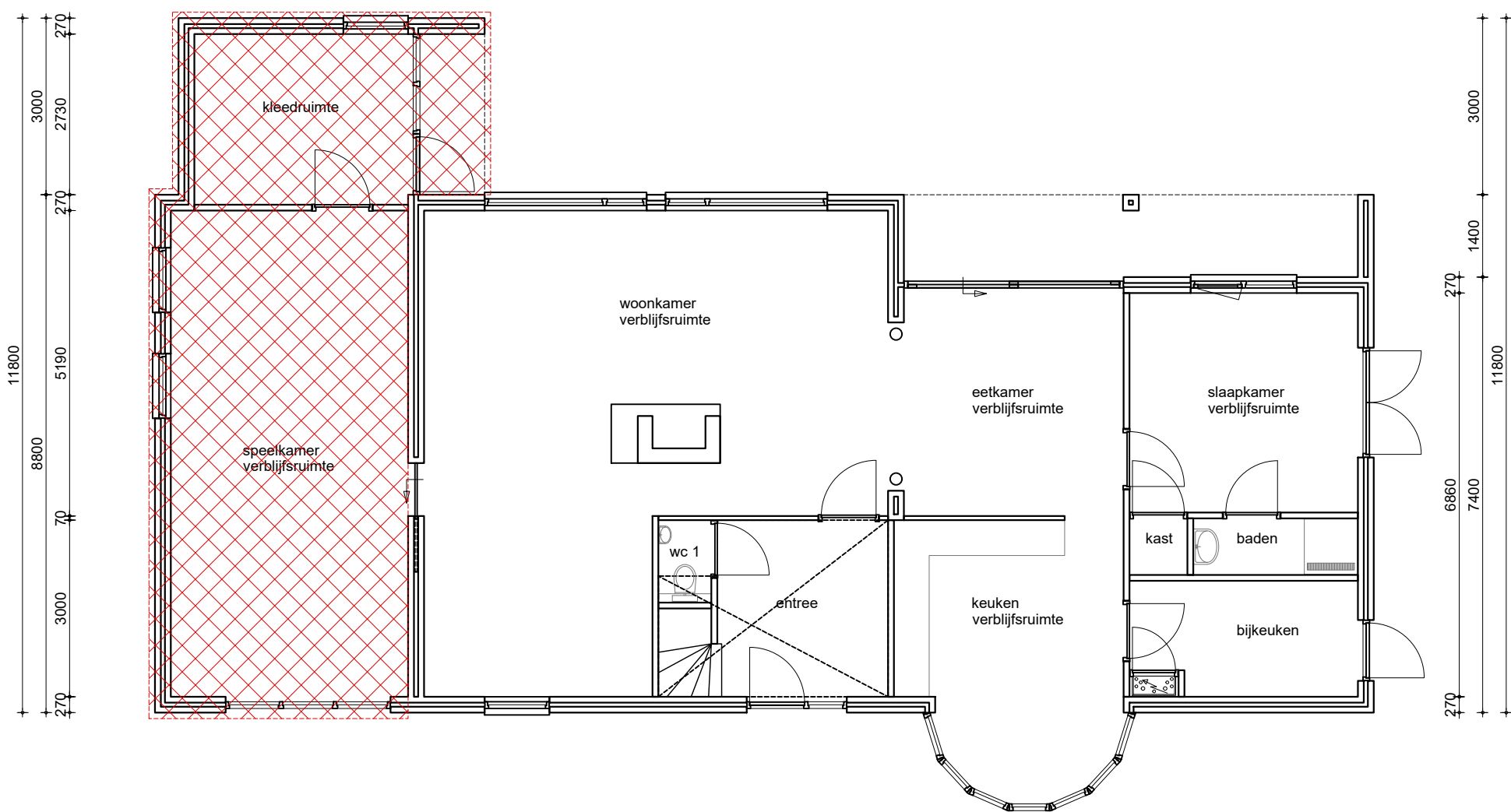
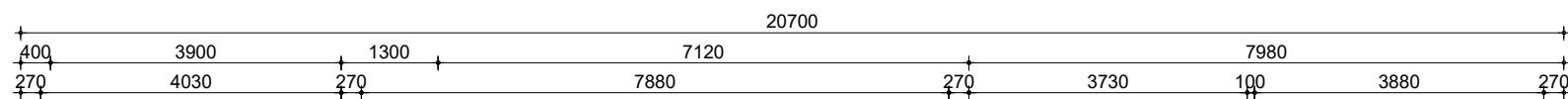
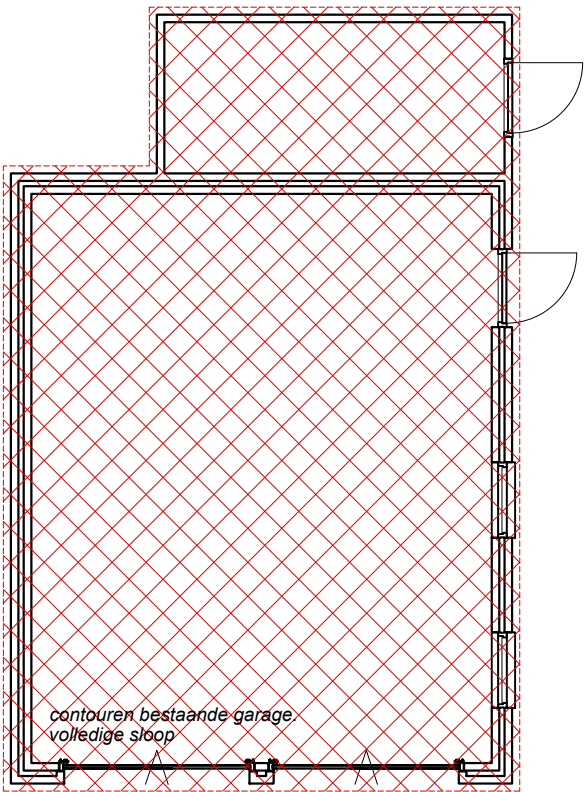
voorgevel - bestaand

linker zijgevel - bestaand

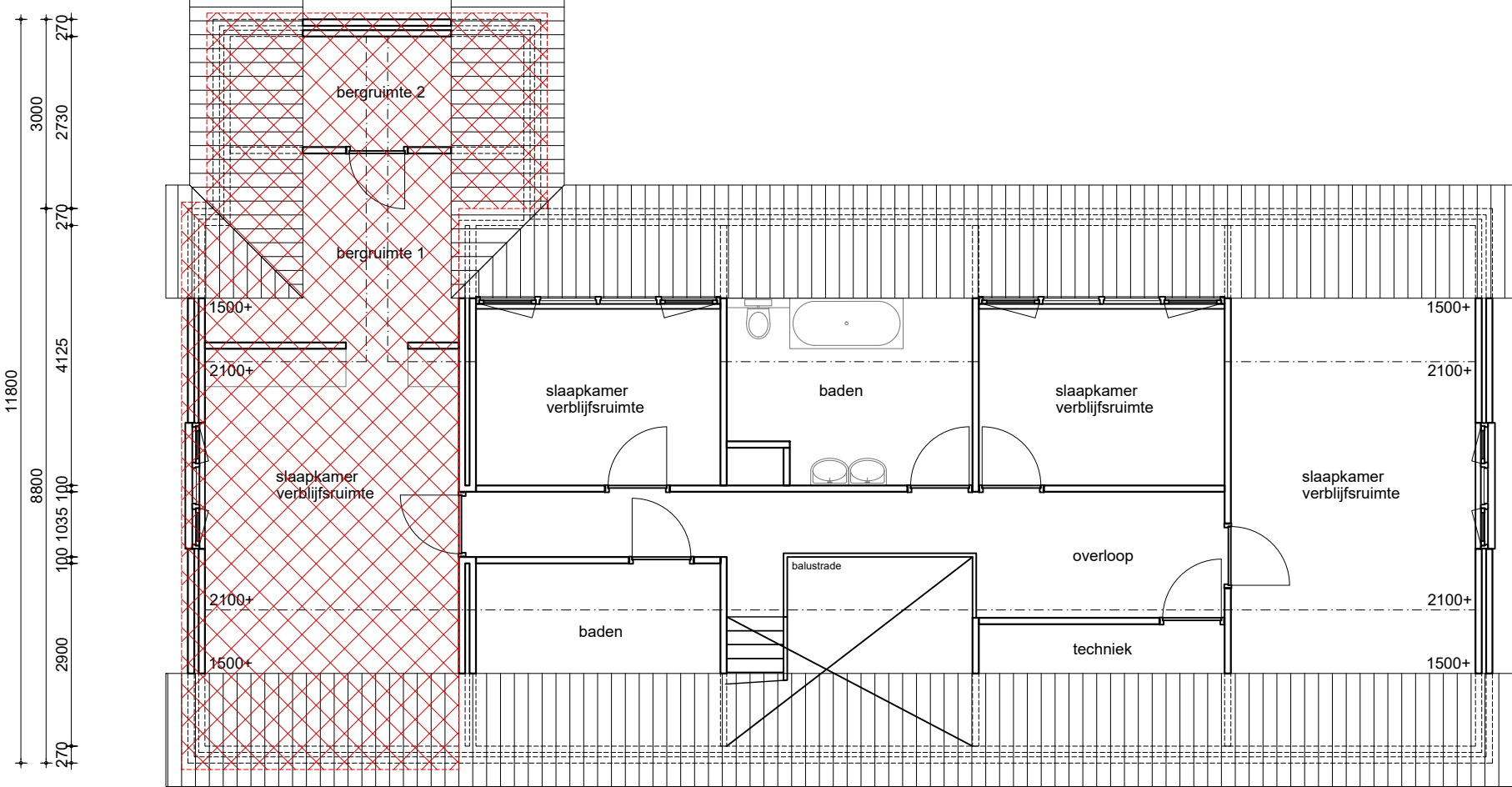
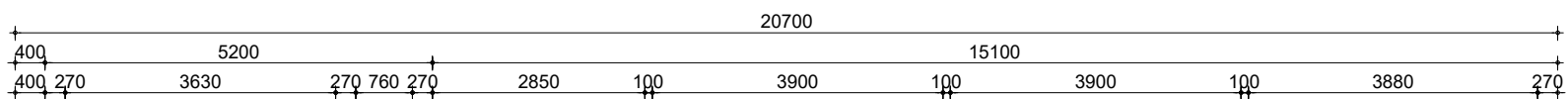


achtergevel - bestaand

rechter zijgevel - bestaand



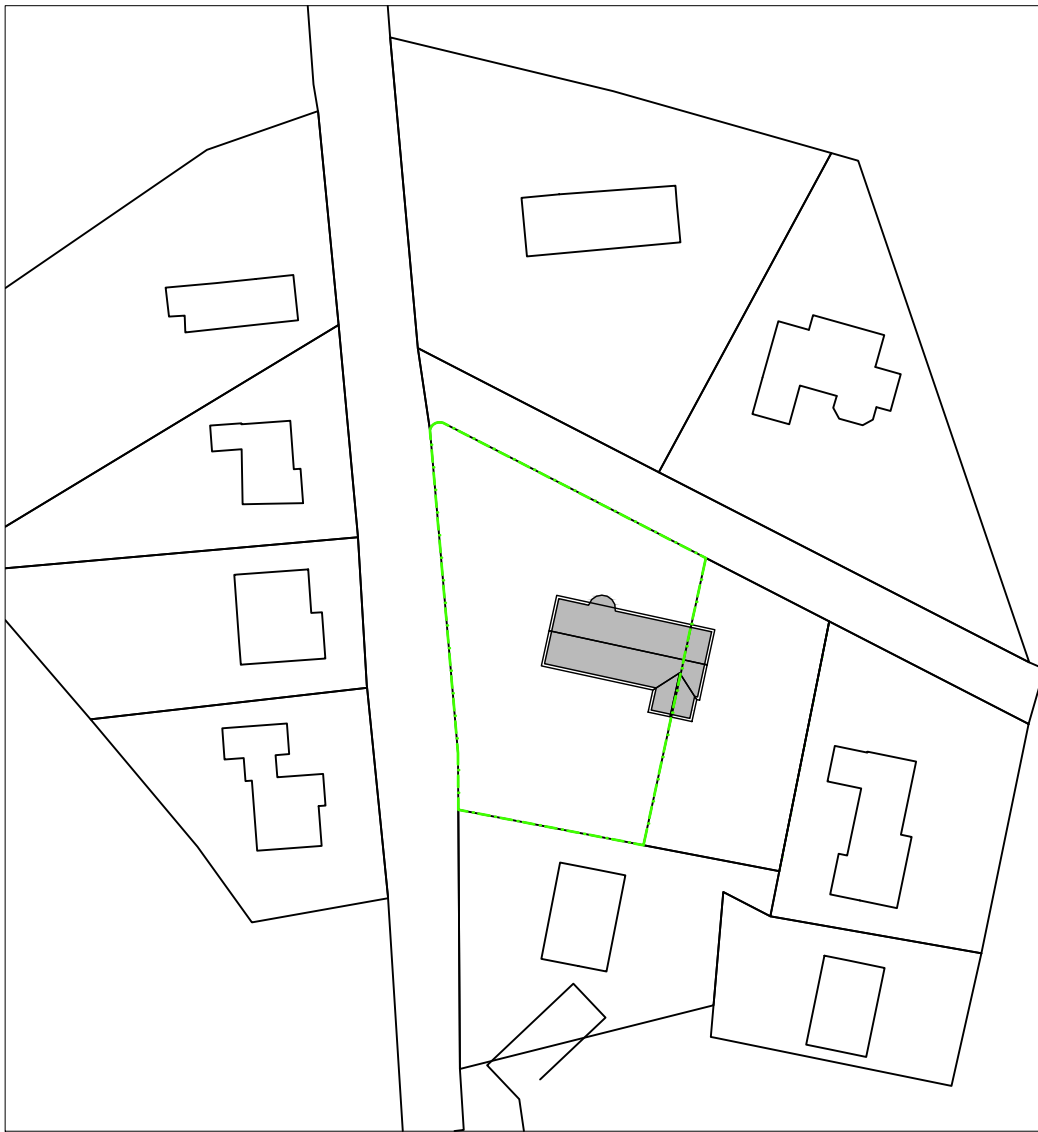
begane grond - bestaand



verdieping - bestaand

06.04.2023 → kleuren en materialen

gevel	gevel - plint	kozijnen	dichte deuren	ramen/glasdeuren	dak	boedelen	goten/hwa	metselwerk	metselwerk	hout	hout	keramische dakpannen	multilap	gecoat zink	RAL9010, zuiver wit	RAL7038, agaatgrijs	RAL7038, agaatgrijs	antraciet	RAL7038, agaatgrijs	antraciet	RAL 9010, zuiver wit	natuurel
-------	---------------	----------	---------------	------------------	-----	----------	-----------	------------	------------	------	------	----------------------	----------	-------------	---------------------	---------------------	---------------------	-----------	---------------------	-----------	----------------------	----------



alle maatvoering
in het werk te controleren
en te bepalen

situatie
schaal: 1:500
gemeente: Nuene
plaats: Nuene
sectie: C
nummer: 2589
nog niet verkaveld



bestek
bestaande toestand
Verbouw vrijstaande woning
Nabij Molekeslaan 1, 5674VX te Nuene

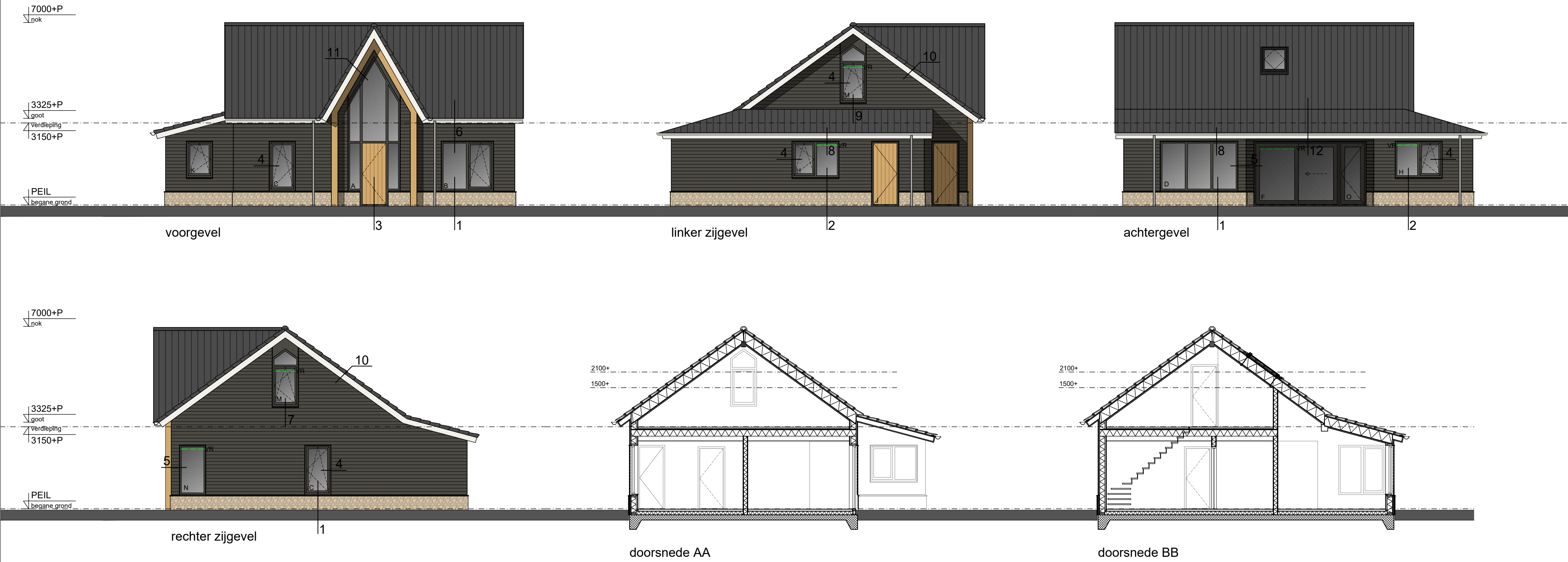
schaal: 1:100
formaat: A1
tekenaar: RL



Bureau voor architectuur en stedenbouw Rose en de Bie BV BNA/BNSP
Torenstraat 32
5473 EL Heeswijk-Dinther (gem. Bernheze)
Lietingsstraat 15
5441 AR Oeffelt (gem. Boxmeer)
tel.: 0413-29 12 18 / 29 35 95
website: www.roseendebie.nl
e-mail: info@roseendebie.nl

project nr: NK01
datum: 08.03.2023
wijz. datum: 06.04.2023

tekeningnummer:
b01



bouwbesluit

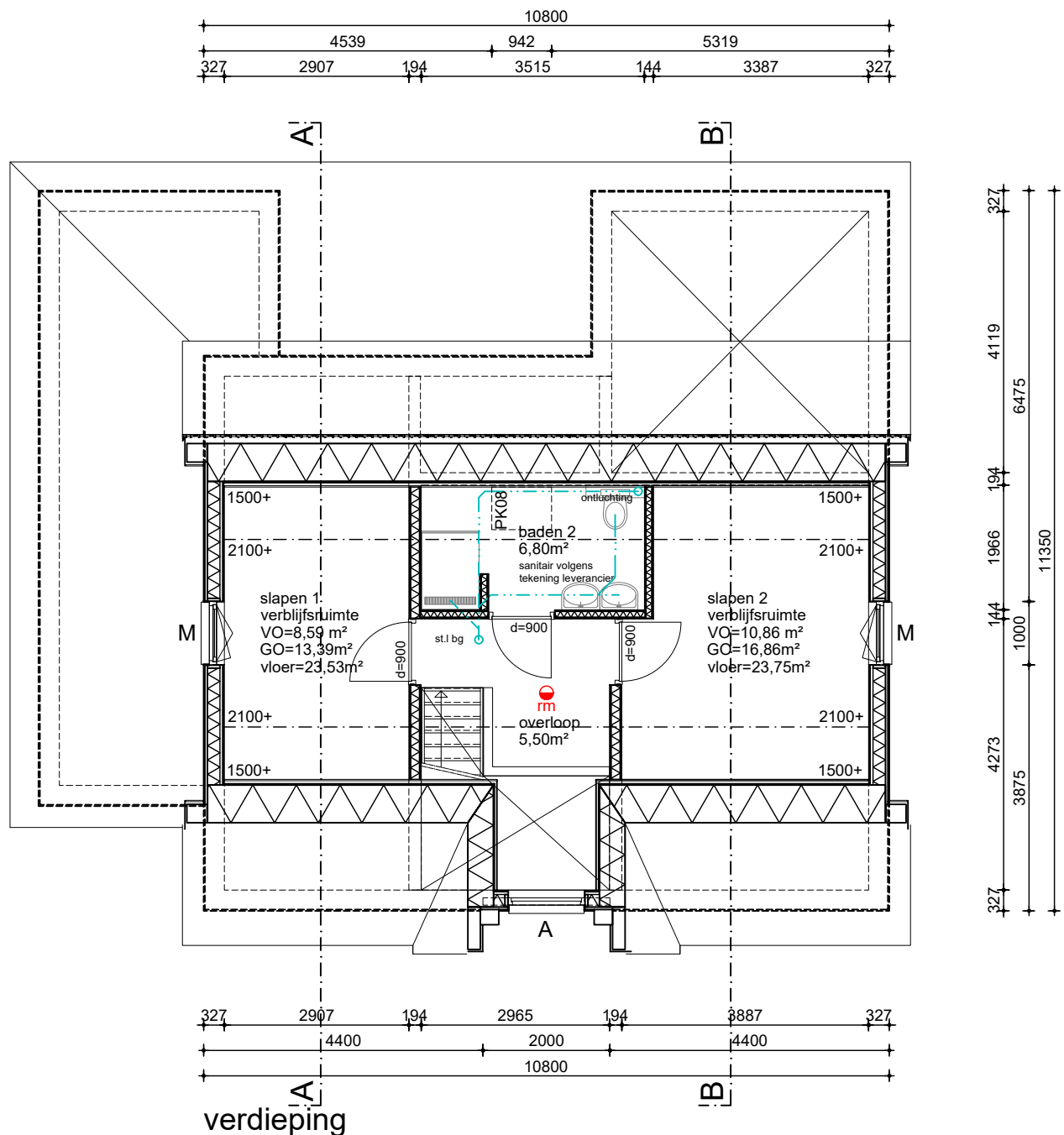
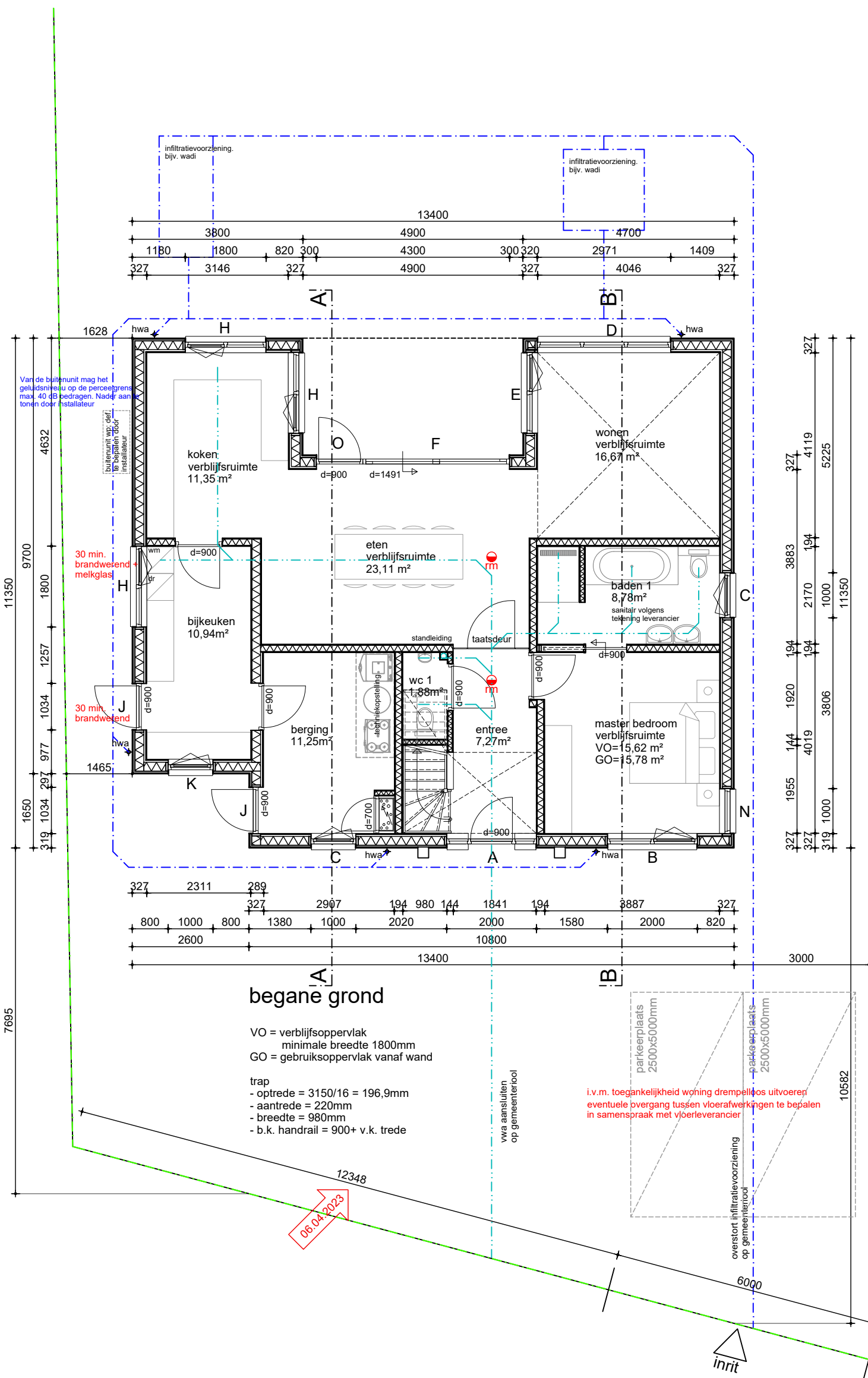
- dikte binnenwanden als op tekening aangegeven door constructeur
- badkamer en toilet afsluitbaar
- waterdichte vloer, wand en plafond in sanitaire ruimten volgens NEN2778 waterdicht
- karakteristieke isolatie-index tussen verblijfsruimten in de woning min. -20dB
- isolerende beglazing U-waarde volgens BENG berekening
- isolatie gevels Rc-waarde volgens BENG berekening
- dakisolatie Rc-waarde volgens BENG berekening
- vloerisolatie Rc-waarde volgens BENG berekening
- hang- en sluitwerk poliekeurmerk Veilig Wonen met weerstandsklasse 2 t.b.v. inbraakwerendheid volgens NEN 5087 en NEN 5096
- vrije doorgang conform bouwbesluit min. 850x2300mm
- breedte aantrede en optrede trap conform bouwbesluit
- vrije hoogte boven trap conform bouwbesluit min. 2300mm
- balustrade 1000mm vloer
- geen opstapmogelijkheden tussen 0,2 en 0,7 meter boven de vloer
- ventilatie volgens ventilatieberekeningen installateur, conform bouwbesluit NEN 1087
- luchtversing meterkast: aan onder- en bovenzijde voorzien van openingen volgens voorschrift bouwbesluit 2dm³/s
- t.b.v. het weren van ongedierte voorzieningen aanbrengen
- elektravoorzieningen volgens opgave installateur, conform NEN 1010
- watervoorzieningen volgens opgave installateur, conform NEN 1006

BEPERKING VAN UITBREIDING VAN BRAND:

- alle constructieonderdelen/materialen conform art. 2.67 lid 1
- brandklasse volgens tabel 2.66 en rookklasse s2 volgens NEN 13501-1
- alle constructieonderdelen/materialen buitenzijde conform art. 2.68 lid 1 moeten voldoen aan brandklasse volgens tabel 2.66 volgens NEN 13501-1
- alle horizontale constructieonderdelen/materialen conform art. 2.69 lid 1 uitvoeren met een brandklasse volgens tabel 2.66 met een rookklasse s1f volgens NEN 13501-1
- niet isolerende gekoppelde rookmelders aangesloten op elektravoorziening volgens NEN 2555 en NEN-EN 14604 met back-up batterij

riolering

- riolering - hwa conform NEN 3215 / NTR 3216
- riolering - hwa conform NEN 3215 / NTR 3216
- dekking riolering tpv erfrens 500mm
- diameter ø125mm
- hwa's voorzien van blad/loof-afscheider
- definitieve afmetingen riolering te bepalen door installateur
- definitieve afmetingen infiltratiekratten te bepalen door installateur
- definitief verloop riolering te bepalen door installateur



kleuren en materialen

- | | | |
|------------------|-----------------------|-----------------------|
| gevel - plint | houten gevelbekleding | antraciet - vergrijsd |
| kozijnen | flagstones | beige |
| dichte deuren | hout | RAL 7022, ombergrijs |
| ramen/glasdeuren | hout | natuur |
| boisdeuren | hout | RAL 7022, ombergrijs |
| goten/hwa | keramische dakpannen | antraciet |
| spant | multipeint | RAL 9010, zuiverwit |
| | groot zink | natuur |
| | elken (o.p.) | natuur |

bestek plattegronden, gevels en doorsnede Nieuwbouw vrijstaande woning Nabij Molekeslaan 1, 5674VX te Nuenen

Bureau voor architectuur en stedenbouw Rose en de Bie BV BNA/BNSP
Torenstraat 32
5473 EL Heeswijk-Dinther (gem. Bernheze)
Lieringestraat 15
5441 AR Oeffelt (gem. Boxmeer)
tel: 0413-29 12 18 / 29 35 95
website: www.rosendebie.nl
e-mail: info@rosendebie.nl

situatie

schaal: 1:100
gemeente: Nuenen
plaats: Nuenen
sectie: C
nummer: 2589
nog niet verkaveld

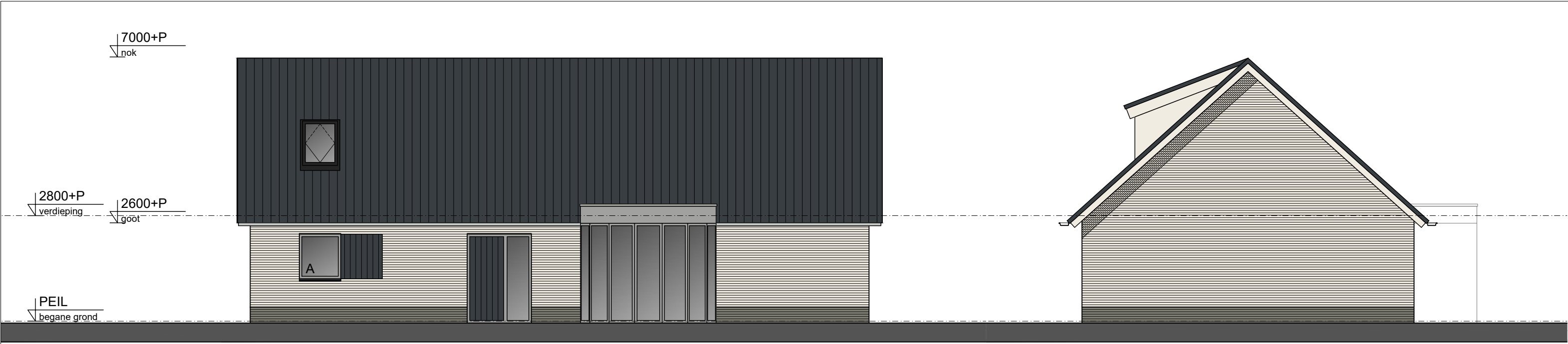
project nr: NK01
datum: 06.04.2023
wijz. datum:

tekeningnummer:
b01

RED B
ARCHITECTS
URBANISTS



schaal:	1:10	
formaat:	A1	
tekenaar:	RL	
project nr:	NK01	tekeningnummer: b02
datum:	08.03.2023	
wijz. datum:	06.04.2023	



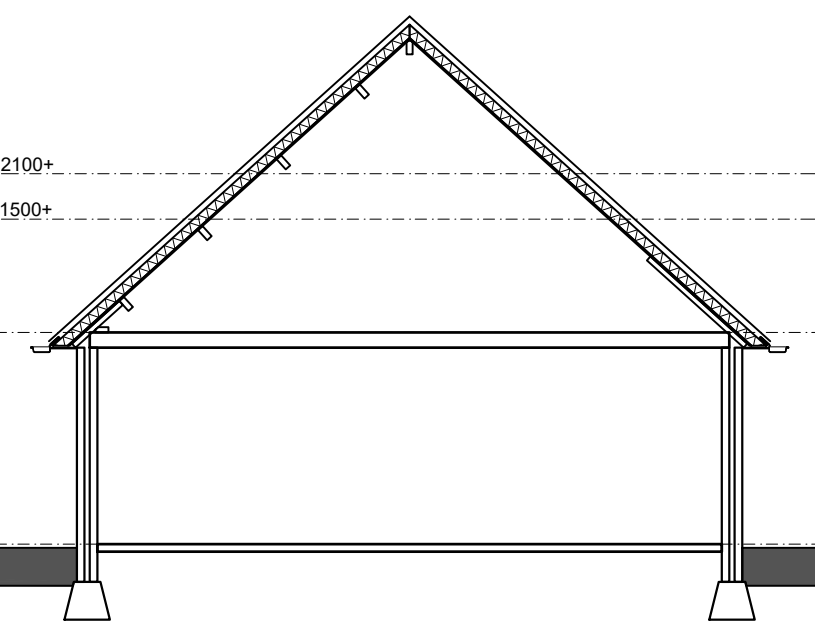
voorgevel - nieuw

linker zijgevel - nieuw

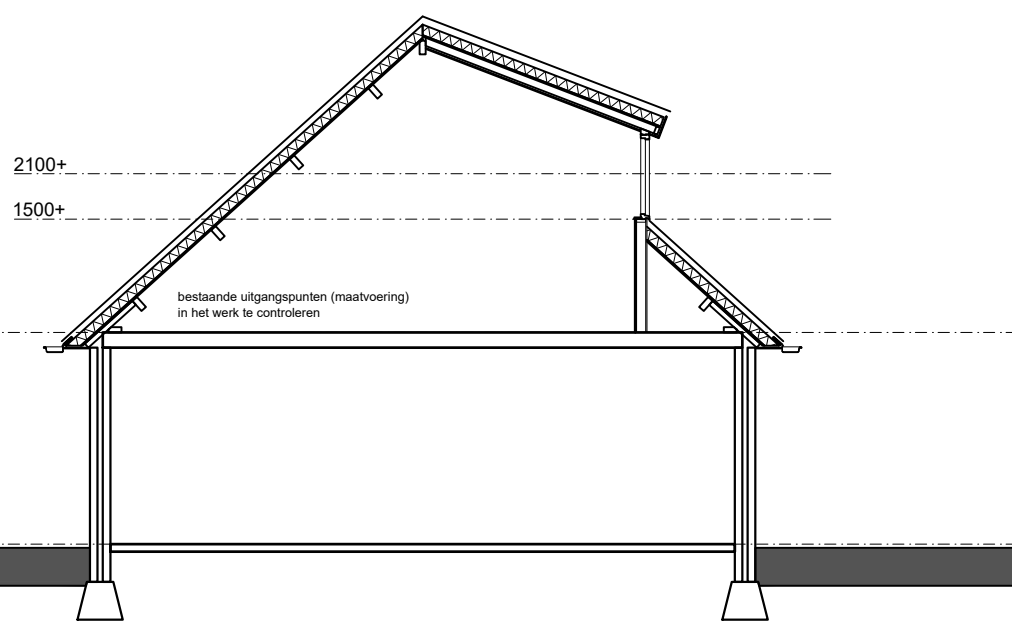


achtergevel - nieuw

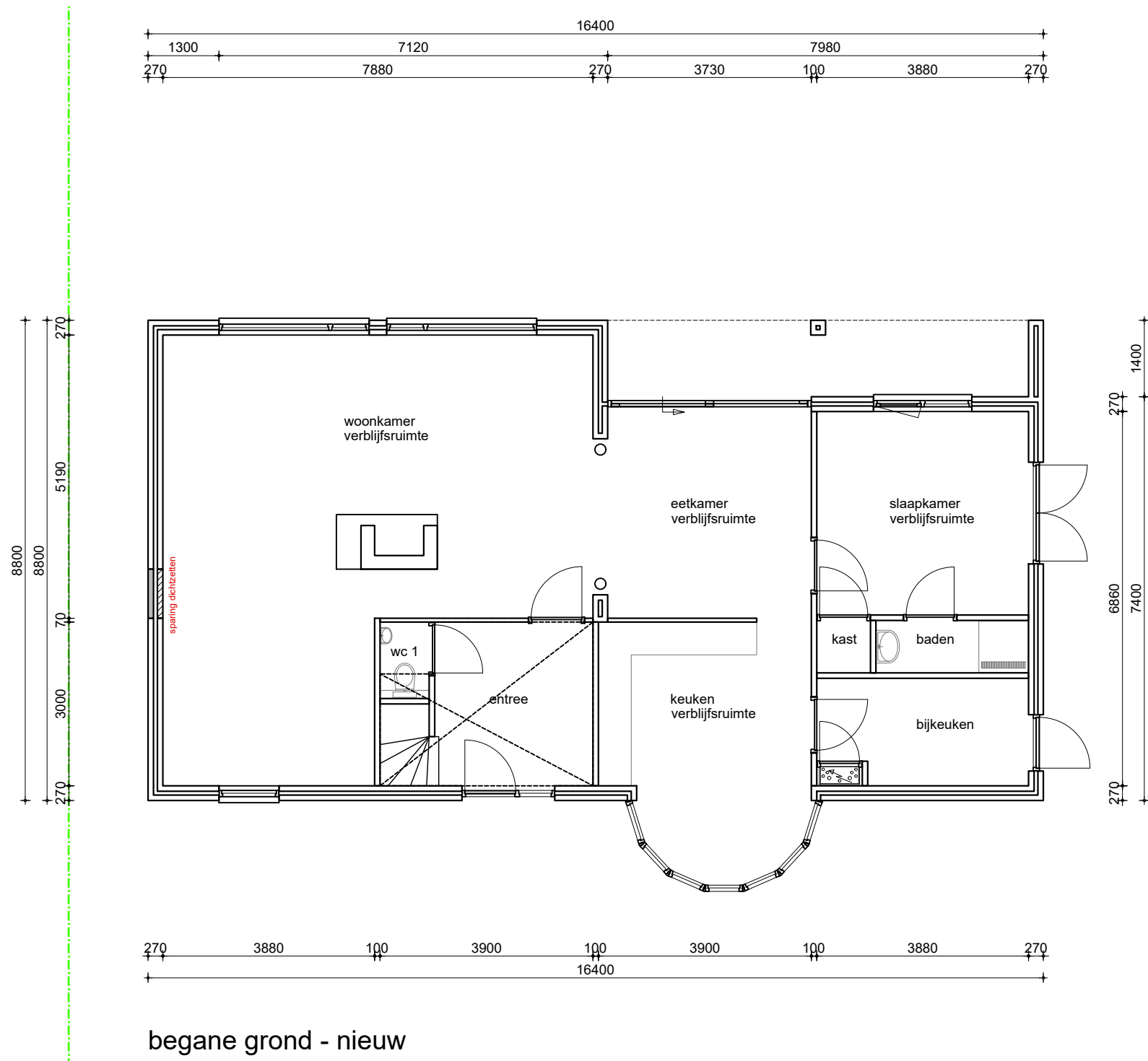
rechter zijgevel - nieuw



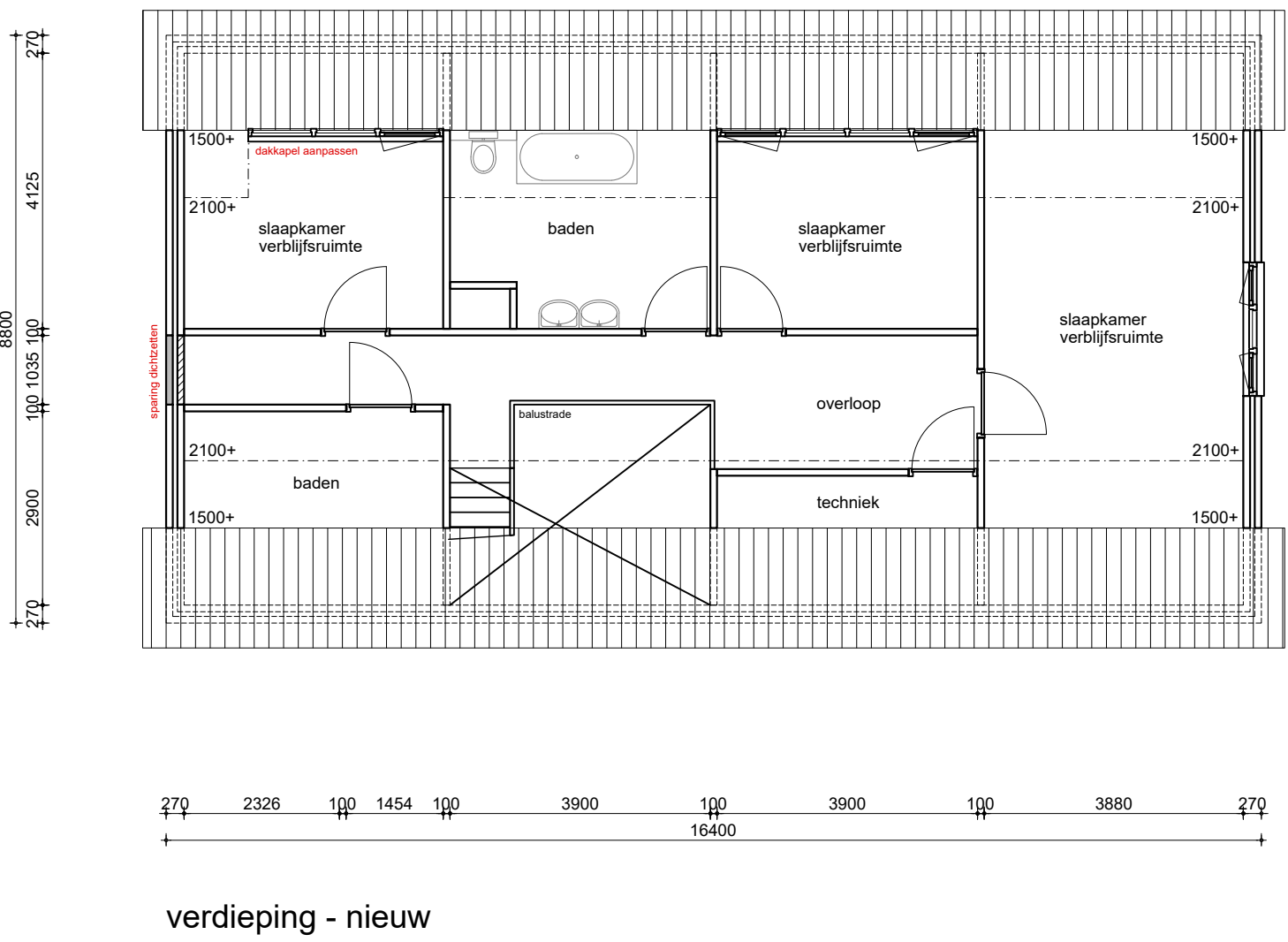
principe doorsnede A



principe doorsnede B



begane grond - nieuw



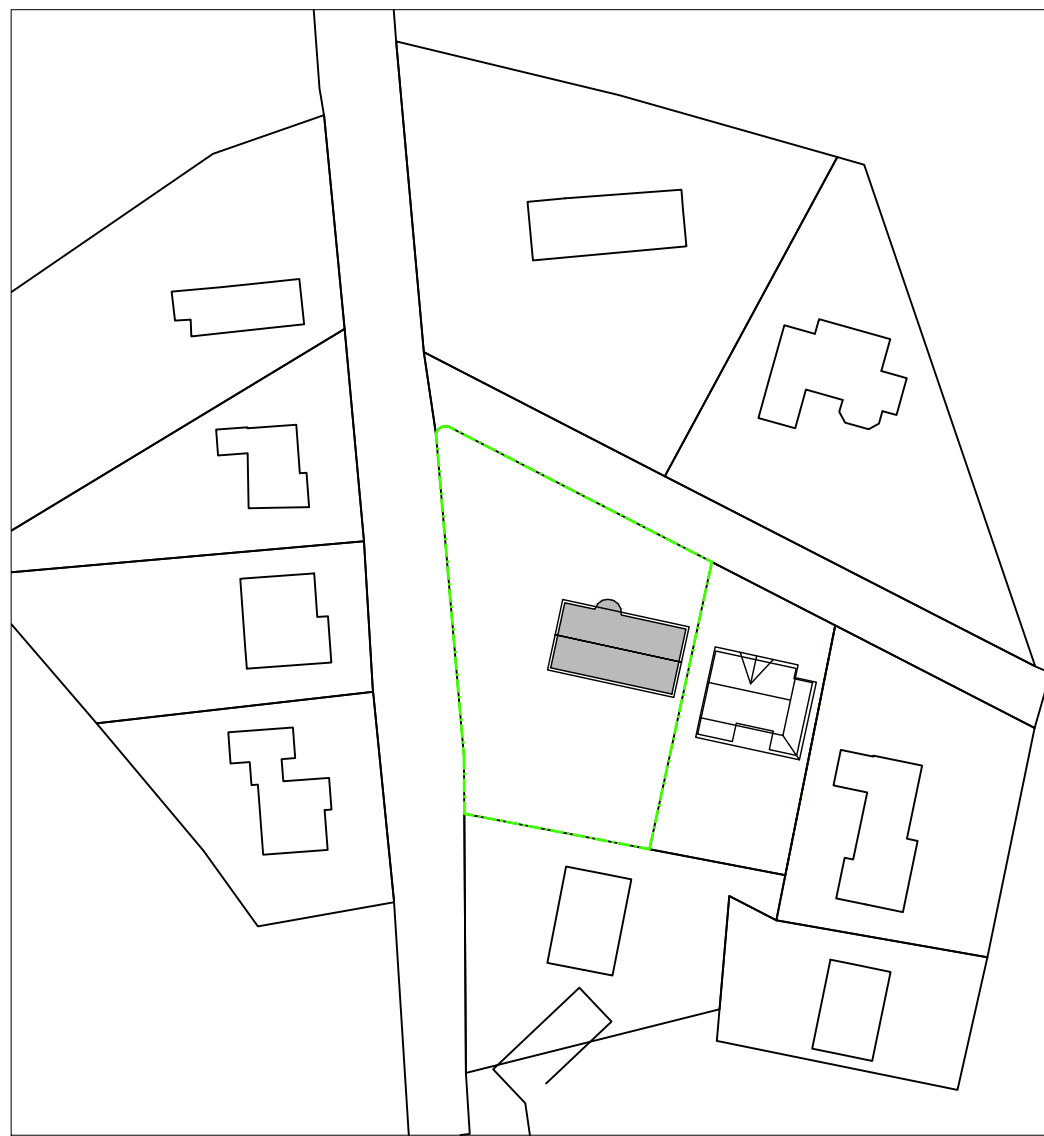
verdieping - nieuw

06.04.2023 kleuren en materialen

gevel - plint
kozijnen
ramen/glasdeuren
dak
boordelen
goten/hwa

metselwerk
metselwerk
hout
hout
keramische dakpannen
multipaint
gecoat zink

RAL9010, zuiver wit
RAL7038, agaatgrijs
RAL7038, agaatgrijs
antraciet
RAL7038, agaatgrijs
antraciet
RAL 9010, zuiver wit
natuurl



alle maatvoering
in het werk te controleren
en te bepalen

situatie
schaal: 1:500
gemeente: Nuenen
plaats: Nuenen
sectie: C
nummer: 2589
nog niet verkaveld



bestek
nieuwe toestand
Verbouw vrijstaande woning
Nabij Molekeslaan 1, 5674VX te Nuenen

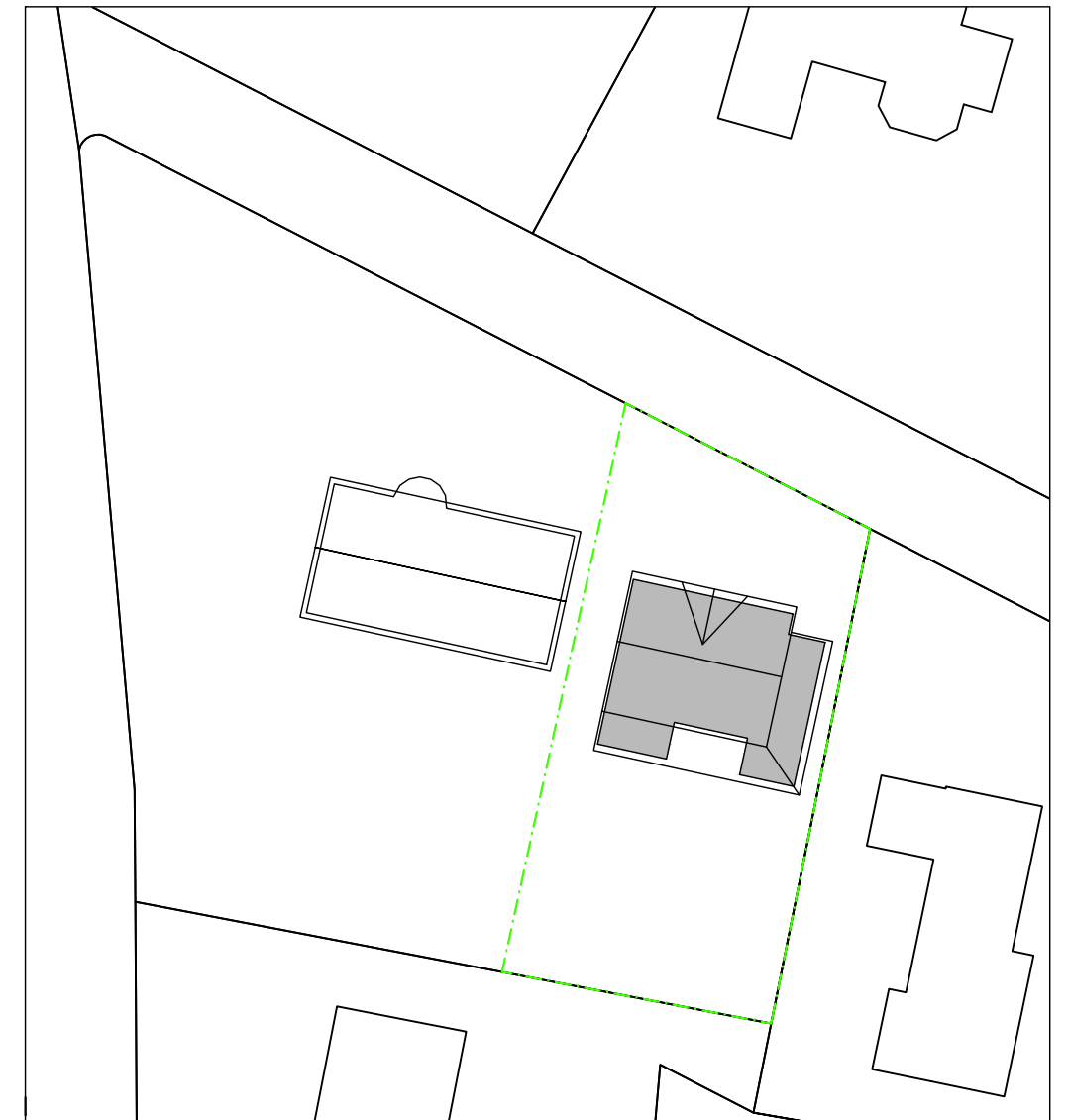
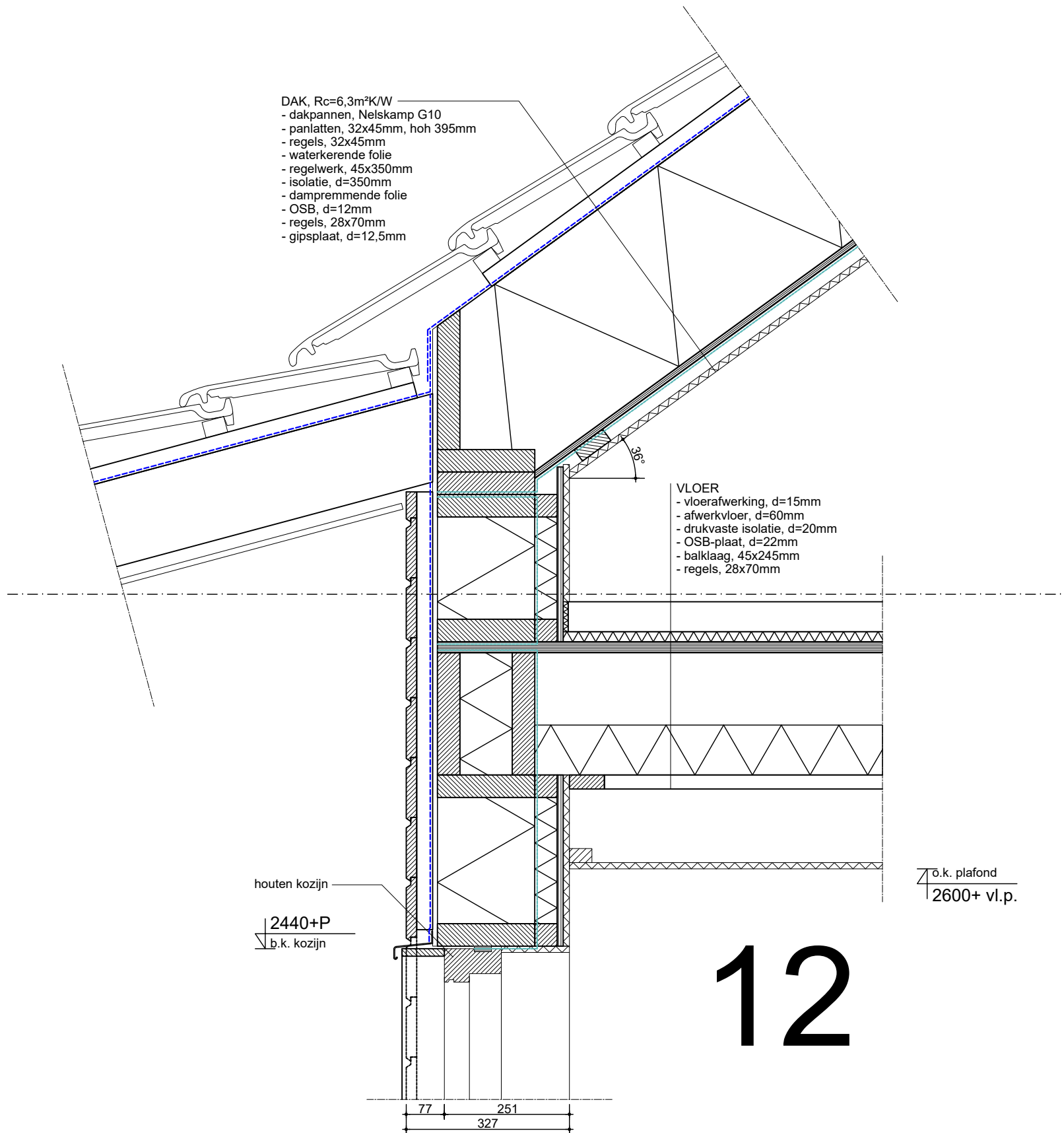
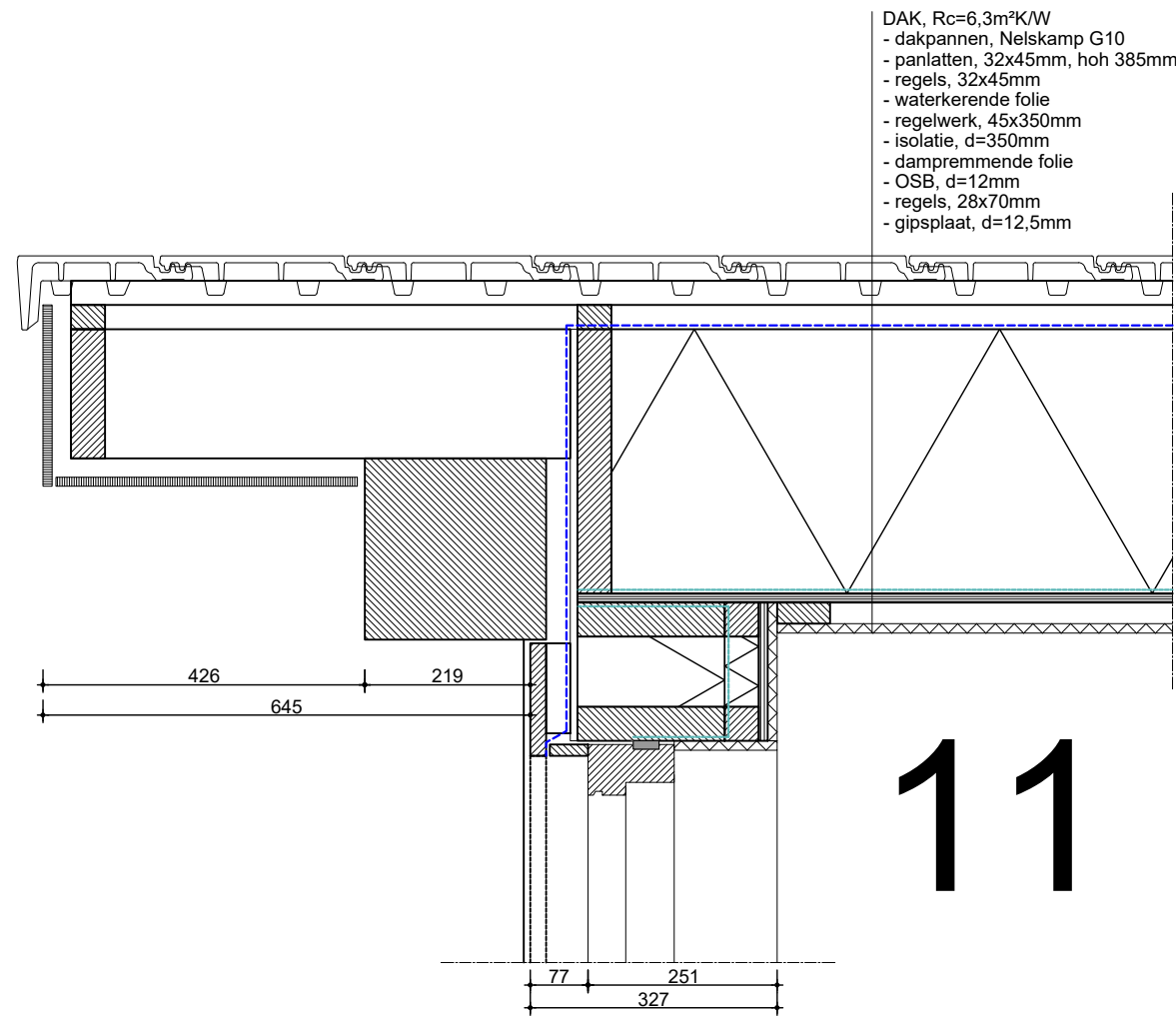
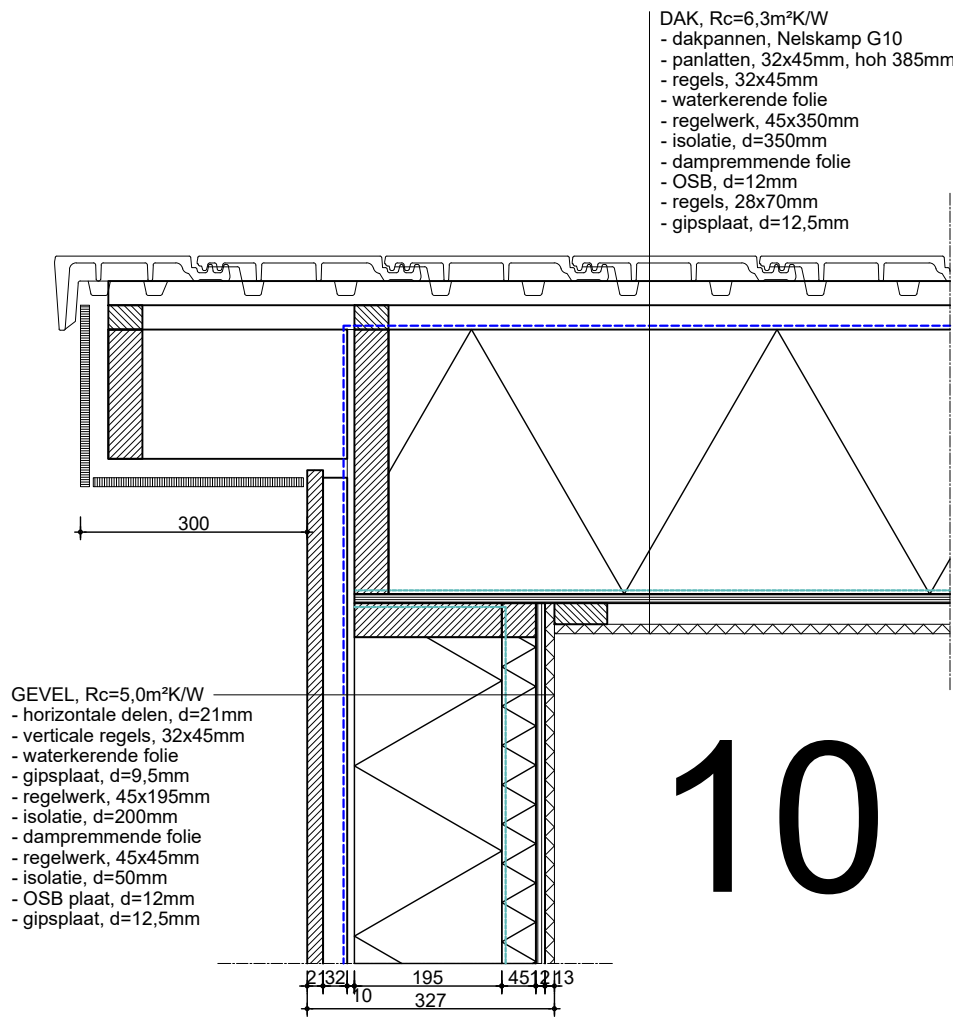
Bureau voor architectuur en stedenbouw Rose en de Bie BV BNA/BNSP
Torenstraat 32
5473 EL Heeswijk-Dinther (gem. Bernheze)
Lietingsstraat 15
5441 AR Oeffelt (gem. Boxmeer)
tel: 0413-29 12 18 / 29 35 95
website: www.roseendebie.nl
e-mail: info@roseendebie.nl

schaal: 1:100
formaat: A1
tekenaar: RL

project nr: NK01
datum: 08.03.2023
wijz. datum: 06.04.2023

RED
ARCHITECTS
URBANISTS

tekeningnummer:
b02



kleuren en materialen

gevel	houten gevelbekleding	antraciet - vergrijsd
gevel - plint	flagstones	beige
kozijnen	hout	RAL 7022, ombergrijs
dichte deuren	hout	natuur
ramen/glasdeuren	hout	RAL 7022, ombergrijs
dak	keramische dakpannen	antraciet
boeidelen	multipaint	RAL 9010, zuiverwit
goten/hwa	gecoat zink	natuur
spant	eiken (o.g.)	natuur

situatie

schaal:	1:500
gemeente:	Nuenen
plaats:	Nuenen
sectie:	C
nummer:	2589
	<i>nog niet verkaveld</i>

N



bestek details 10 t/m 12

Nieuwbouw vrijstaande woning
Nabij Molekeslaan 1, 5674VX te Nuenen

Bureau voor architectuur en stedenbouw Rose en de Bie BV BNA/BNSP
Torenstraat 32
5473 EL Heeswijk-Dinther (gem. Bernheze)
Lietingsestraat 15
5441 AR Oeffelt (gem. Boxmeer)
tel: 0413-29 12 18 / 29 35 95
website: www.roseendebie.nl
e-mail: info@roseendebie.nl

schaal:	1:10
formaat:	A2
tekenaar:	RL

project nr:	NK01
datum:	08.03.2023
wijz. datum:	06.04.2023

RED
ARCHITECTS
URBANISTS
B

tekeningnummer:

b03

project **Nieuwbouw vrijstaande woning**

betreft **Toetsing Bouwbesluit t.b.v.
Molekeslaan te Nuenen**

projectnummer **NK01**

datum **6-4-2023**

projectgegevens **Nieuwbouw vrijstaande woning
Molekeslaan te Nuenen**

opdrachtgever

toetser **Rose en de Bie**

**Torenstraat 32
5473EL Heeswijk-Dinther**

toetsingscriteria **Bouwbesluit 2012**

INHOUDSOPGAVE

1 INLEIDING	4
2 OPPERVAKTEN VAN GEBIEDEN EN RUIMTEN	5
2.1 VERBLIJFSGEBIED EN VERBLIJFSRUIMTE	5
2.2 TOILETRUIMTE	5
2.3 BADRUIMTE	5
2.4 BUITENBERGING	5
2.5 BUITENRUIMTE	5
3 DAGLICHT	6
4 LUCHTVERVERSING	7
4.1 SPUIVOORZIENING	7
5 CONCLUSIE	8
Bijlage I, PLATTEGRONDEN EN GEBIEDEN	9
Bijlage II, BEREKENINGEN	12
.....	19

1 INLEIDING

In opdracht van is het plan Nieuwbouw vrijstaande woning getoetst aan het Bouwbesluit 2012. Dit rapport bevat de resultaten van de toetsing van Molekeslaan te Nuenen.

Het plan is getoetst aan de eisen die worden gesteld in het Bouwbesluit ten aanzien van:

- Oppervlakten van gebieden en ruimten;
- Daglichttoetreding;
- Luchtverversing;

In artikel 1.121 van het Bouwbesluit worden uitzonderingen voor een woonfunctie voor particulier eigendom bepaald:

- Afdelingen 4.3 Badruimte, 4.4 Bereikbaarheid en toegankelijkheid, 4.5 Buitenberging en 4.6 Buitenruimte zijn niet van toepassing;
- Wat betreft de afdelingen 2.3 Afscheiding van vloer, trap en hellingbaar, 2.4 Overbrugging hoogteverschillen, 2.5 Trap, 2.6 Hellingbaan, 3.11 Daglicht, 4.1 Verblijfsgebied en verblijfsruimte, 4.2 Toiletruimte en 4.7 Opstelplaatsen zijn de voorschriften voor een bestaand bouwwerk van toepassing.

Dit rapport is onderdeel van de aanvraag omgevingsvergunning voor de fase omgevingsvergunning.

2 OPPERVLAKTEN VAN GEBIEDEN EN RUIMTEN

2.1 VERBLIJFSGEBIED EN VERBLIJFSRUIMTE

In afdeling 4.1, Bestaande Bouw, van het Bouwbesluit wordt gesteld dat:

- Een woonfunctie tenminste 10 m² aan niet-gemeenschappelijk verblijfsgebied heeft;
- Een verblijfsgebied en een verblijfsruimte boven de vloer een minimale hoogte hebben van ten minste 2,1 m¹;
- In tenminste één verblijfsgebied een verblijfsruimte ligt met een voeroppervlakte van tenminste 7,5 m² en een breedte van ten minste 2,4 m¹.

Aan bovenstaande eisen wordt voldaan. Zie voor tekeningen bijlage I en berekeningen bijlage II.

2.2 TOILETRUIMTE

In afdeling 4.2, Bestaande Bouw, van het Bouwbesluit wordt gesteld dat:

- Per woning minimaal één toiletruimte aanwezig moet zijn;
- De afmeting van die toiletruimte minmaal 0,64 m² dient te zijn;
- De vrije hoogte minimaal 2,0 m¹ dient te zijn.

Aan bovenstaande eisen wordt voldaan. Zie voor tekeningen bijlage I en berekeningen bijlage II.

2.3 BADRUIMTE

In afdeling 4.3, Nieuwbouw, van het Bouwbesluit wordt gesteld dat:

- Per woning minimaal één badruimte aanwezig moet zijn;
- De vloeroppervlakte van die badruimte minimaal 1,6 m² dient te zijn met een breedte van minimaal 0,8 m¹;
- De vloeroppervlakte minimaal 2,2 m² dient te zijn met een breedte van minimaal 0,9 m¹ indien de badruimte is samengevoegd met een toiletruimte;
- De vrije hoogte minmaal 2,3 m¹ dient te zijn.

Aan bovenstaande eisen wordt voldaan. Zie voor tekeningen bijlage I en berekeningen bijlage II.

2.4 BUITENBERGING

Volgens artikel 1.121 van het Bouwbesluit is afdeling 4.5 niet van toepassing bij een woonfunctie voor particulier eigendom.

2.5 BUITENRUIMTE

Volgens artikel 1.121 van het Bouwbesluit is afdeling 4.6 niet van toepassing bij een woonfunctie voor particulier eigendom.

3 DAGLICHT

In afdeling 3.11, Bestaande Bouw, van het Bouwbesluit wordt gesteld dat:

- Per verblijfsruimte een equivalent daglichtoppervlak aanwezig moet zijn van tenminste 0,5 m².

Berekeningen conform NEN 2057:2011/C1.

Aan bovenstaande eisen wordt voldaan. Zie voor berekeningen bijlage II.

4 LUCHTVERVERSING

4.1 SPUIVOORZIENING

In afdeling 3.7, Spuivoorziening, van het Bouwbesluit wordt gesteld dat:

- Een verblijfsgebied een minimale doorspuikbaarheid dient te hebben van 6 l/s per m² vloeroppvlak;
- Een verblijfsruimte een minimale doorspuikbaarheid dient te hebben van 3 l/s per m² vloeroppvlak;
- Iedere verblijfsruimte dient minimaal één beweegbaar raam te hebben.

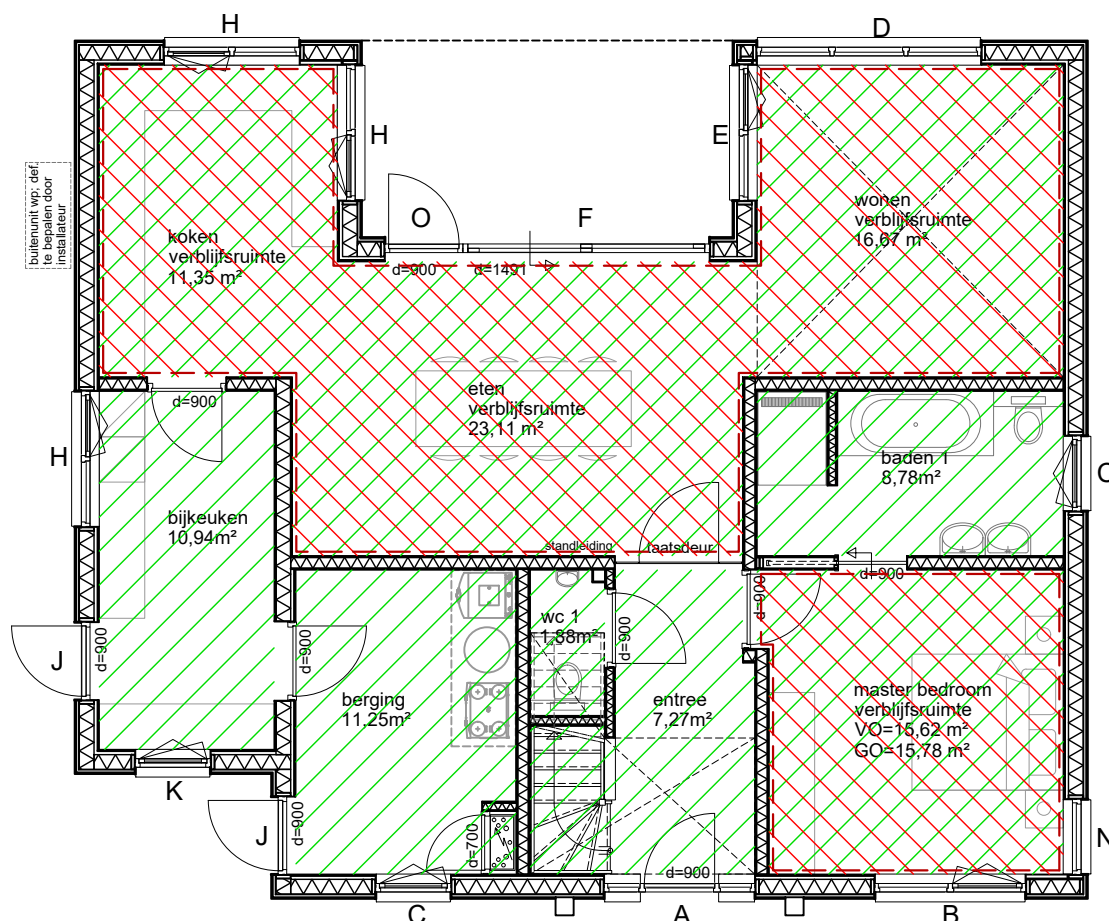
Berekeningen doorspuikbaarheid conform NEN 1087.

Aan bovenstaande eisen wordt voldaan. Zie voor berekeningen bijlage II.

5 CONCLUSIE

Aan de in hoofdstuk 2 gestelde eisen ten aanzien van gebieden en ruimten wordt voldaan.

Aan de in hoofdstuk 3 gestelde eisen ten aanzien van daglichttoetreding wordt voldaan.



-  woonfunctie
-  gebruiksoppervlak
-  verblijfsgebied
-  verblijfsruimte

bestek
functies begange grond
 Nieuwbouw vrijstaande woning
 Nabij Molekeslaan 1, 5674VX te Nuenen

schaal: 1:100

formaat: A4

tekenaar: RL

RED
 ARCHITECTS
 URBANISTS
B

Bureau voor architectuur en stedenbouw Rose en de Bie BV BNA/BNSP
 Torenstraat 32
 5473 EL Heeswijk-Dinther (gem. Bernheze)
 Lietingsestraat 15
 5441 AR Oeffelt (gem. Boxmeer)
 tel: 0413-29 12 18 / 29 35 95
 website: www.roseendebie.nl
 e-mail: info@roseendebie.nl

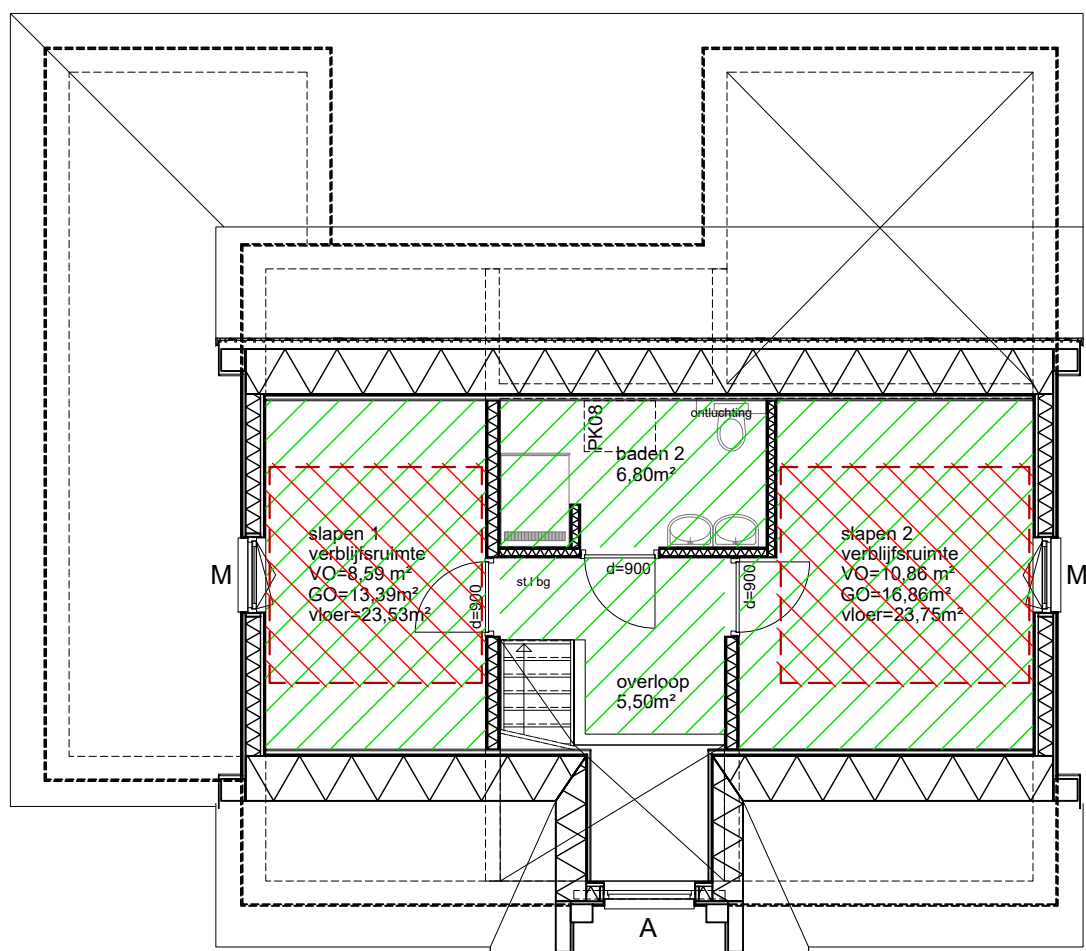
project nr: NK01

datum: 06.04.2023

wijz. datum:

tekeningnummer:

f01



bestek
functies verdieping
 Nieuwbouw vrijstaande woning
 Nabij Molekeslaan 1, 5674VX te Nuenen

schaal: 1:100

formaat: A4

tekenaar: RL

RED
 ARCHITECTS
 URBANISTS
B

Bureau voor architectuur en stedenbouw Rose en de Bie BV BNA/BNSP
 Torenstraat 32
 5473 EL Heeswijk-Dinther (gem. Bernheze)
 Lietingsestraat 15
 5441 AR Oeffelt (gem. Boxmeer)
 tel: 0413-29 12 18 / 29 35 95
 website: www.roseendebie.nl
 e-mail: info@roseendebie.nl

project nr: NK01

datum: 06.04.2023

wijz. datum:

tekeningnummer:

f02

Gebieden

Inventarisatie van de gebruiksfuncties

Omschrijving gebruiksfunctie	Gebruiksoppervlakte [m2]	Gebruiksoppervlakte incl. gemeenschappelijk [m2]	Aantal personen
Woonfunctie voor particulier eigendom	155,62	155,62	-
Totaal:	155,62	155,62	

Inventarisatie van de verblijfsgebieden en verblijfsruimten

Omschrijving verblijfsgebied	Omschrijving verblijfsruimte	Oppervlakte eis [m2]	Oppervlakte gehaald [m2]	Conclusie
Woonfunctie voor particulier eigendom				
Verblijfsgebied 1 - BG		n.v.t.		
	Eten	n.v.t.		
	Koken	n.v.t.		
	Wonen	n.v.t.		
Verblijfsgebied 2 - BG		n.v.t.		
	Master bedroom	n.v.t.		
Verblijfsgebied 3 - 1E		n.v.t.		
Verblijfsgebied 4 - 1E	Slapen 1	n.v.t.		
	Slapen 2	n.v.t.		
Totaal aan verblijfsgebied oppervlakte (55% gebruiksoppervlakte):		n.v.t.		

Inventarisatie van de overige ruimten

Omschrijving ruimte	Type ruimte	Eis	Aanwezig	Conclusie
Woonfunctie voor particulier eigendom				
Wc 1	toilet ruimte	0,64 m2	1,88 m2	Voldoet

Diverse bouwbesluit toetsingen

Toetsing	Opmerking	Eis	Gehaald	Conclusie
Woonfunctie voor particulier eigendom				
Aantal toilet ruimten	-	1	2	Voldoet

Daglichtberekening volgens NEN 2057:2011

Equivalente daglichtoppervlakte van verblijfsruimten

naam	oppervlakte [m ²]	vereiste Ae [m ²]	aanwezige Ae [m ²]	conclusie
Woonfunctie voor particulier eigendom				
Verblijfsgebied 1 - BG				
Eten	23,11	0,50	1,43	voldoet
Koken	11,35	0,50	1,32	voldoet
Wonen	16,67	0,50	3,60	voldoet
Verblijfsgebied 2 - BG				
Master bedroom	15,62	0,50	3,33	voldoet
Verblijfsgebied 3 - 1E				
Slapen 1	8,59	0,50	0,99	voldoet
Verblijfsgebied 4 - 1E				
Slapen 2	10,86	0,50	0,99	voldoet

Equivalente daglichtoppervlakte van verblijfsgebieden

naam	oppervlakte [m ²]	vereiste Ae [m ²]	aanwezige Ae [m ²]	conclusie
Woonfunctie voor particulier eigendom				
Verblijfsgebied 1 - BG	51,13	0,00 (%)	6,35	voldoet
Verblijfsgebied 2 - BG	15,62	0,00 (%)	3,33	voldoet
Verblijfsgebied 3 - 1E	8,59	0,00 (%)	0,99	voldoet
Verblijfsgebied 4 - 1E	10,86	0,00 (%)	0,99	voldoet

Equivalente daglichtoppervlakte per kozijn

naam	helling [gr]	Ad [m ²]	alfa [gr]	beta [gr]	Cb	Cu	Cita	Ae [m ²] Ad*Cb*Cu*Cita
Woonfunctie voor particulier eigendom								
Verblijfsgebied 1 - BG								
Eten								
Merk F	90	5,51	30	65	0,26	1,00	1,00	1,43
Koken								
Merk H	90	1,71	25	0	0,77	1,00	1,00	1,32
Merk H-1	90	1,71	56	90	0,00	1,00	1,00	0,00
Wonen								
Merk D	90	4,68	25	0	0,77	1,00	1,00	3,60
Merk E	90	2,45	56	90	0,00	1,00	1,00	0,00
Verblijfsgebied 2 - BG								
Master bedroom								
Merk B	90	2,79	25	0	0,77	1,00	1,00	2,15
Merk N	90	1,53	25	0	0,77	1,00	1,00	1,18
Verblijfsgebied 3 - 1E								
Slapen 1								
Merk M	90	1,29	25	0	0,77	1,00	1,00	0,99
Verblijfsgebied 4 - 1E								
Slapen 2								
Merk M-1	90	1,29	25	0	0,77	1,00	1,00	0,99

Doorspuikbaarheid volgens NEN 1087

Inventarisatie van de doorspuikbaarheid van verblijfsruimten

naam	oppervlakte A [m2]	vereiste spuicapaciteit 3*A [dm3/s]	kozijnmerk	oriëntatie	luchtsnelheid v [m/s]	aanwezige spuicapaciteit Aeff*v*1000 [dm3/s]	conclusie
Woonfunctie voor particulier eigendom							
Eten	23,11	69,33	Merk F	Onbekend	0,1	351,00	voldoet
Koken	11,35	34,05			0,1	168,56	voldoet
Master bedroom	15,78	47,34	Merk H-1	Onbekend	0,1	134,16	voldoet
			Merk H	Onbekend			
			Merk B	Onbekend			
Slapen 1	13,39	40,17	Merk N	Onbekend	0,1	99,76	voldoet
			Merk M	Onbekend			
Slapen 2	16,86	50,58	Merk M-1	Onbekend	0,1	107,50	voldoet
Wonen	16,67	50,01			0,1	119,54	voldoet
			Merk E	Onbekend			
			Merk D	Onbekend			

Inventarisatie van de doorspuikbaarheid van verblijfsgebieden

naam	oppervlakte A [m2]	vereiste spuicapaciteit 6*A [dm3/s]	kozijnmerk	oriëntatie	luchtsnelheid v [m/s]	aanwezige spuicapaciteit Aeff*v*1000 [dm3/s]	conclusie
Woonfunctie voor particulier eigendom							
Verblijfsgebied 1 - BG	51,13	306,78	Merk E Merk D Merk H-1 Merk H Merk F	Onbekend Onbekend Onbekend Onbekend Onbekend	0,1	639,10	voldoet
Wonen							
Koken							
Eten							
Verblijfsgebied 2 - BG	15,78	94,68			0,1	134,16	voldoet
Master bedroom							
Verblijfsgebied 3 - 1E	13,39	80,34	Merk B Merk N	Onbekend Onbekend	0,1	99,76	voldoet
Slapen 1							
Verblijfsgebied 4 - 1E	16,86	101,16	Merk M Merk M-1	Onbekend Onbekend	0,1	107,50	voldoet
Slapen 2							

Inventarisatie van de spuiopeningen

naam	oriëntatie	oppervlakte A [m2]	max. openingshoek [gr]	J	Aeff A*J [m2]
Merk B					
raam in kozijn met HR++ glas	Onbekend	1,56	60	0,860	1,34
Merk E					
raam in kozijn met HR++ glas	Onbekend	1,39	60	0,860	1,20
Merk F					
raam in kozijn met HR++ glas	Onbekend	3,51	90	1,000	3,51
Merk H-1					
raam in kozijn met HR++ glas	Onbekend	0,98	60	0,860	0,84
Merk H					
raam in kozijn met HR++ glas	Onbekend	0,98	60	0,860	0,84
Merk M-1					
raam in kozijn met HR++ glas	Onbekend	1,25	60	0,860	1,08
Merk M					
raam in kozijn met HR++ glas	Onbekend	1,16	60	0,860	1,00



Rapportage

Milieuprestatieberekening

Naam berekening: NK01_van de Kerkhof

Projectkenmerken

Projectlocatie

ADRES
Molekeslaan

POSTCODE

PLAATS
Nuenen

Projectorganisatie

CLIËNT
van de Kerkhof

ARCHITECT
Rose en de Bie

DATUM VERGUNNINGSAANVRAAG
14 maart 2023

Gebouwkenmerken

Gebouw

GEBRUIKSFUNCTIE
Woonfunctie

BRUTO VLOEROPPERVLAK (BVO)
221.49 m²

GEBOUWLEVENSDUUR
75 jaar

Verantwoording

Deze berekening is gemaakt met GPR Materiaal versie 5. Er is voor de berekening gebruik gemaakt van de productendatabase met peildatum 14 maart 2023 van de nationale milieudatabase versie 3.0

MPG Resultaten

MPG

Berekend per m2 BVO, per jaar

0,601

A. Productiefase	0,289
A. Constructiefase	0,013
B. Gebruiksfase	0,309
C. Afdankfase	0,023
D. Buiten gebouwlevensloop	-0,034

MKI

Berekend over de totale BVO en levensduur

9.979

A. Productiefase	4.800,779
A. Constructiefase	223,879
B. Gebruiksfase	5.139,858
C. Afdankfase	386,508
D. Buiten gebouwlevensloop	-572,451

Resultaat voor overnemen in GPR Gebouw 4.3

Klimaatverandering - GWP 100 jaar

Berekend in kg CO2 eq, per m2 BVO, per jaar

4,495

Resultaat voor overnemen in GPR Gebouw 4.4

Klimaatverandering - GWP 100 jaar

Berekend in kg CO2 eq, per jaar

995,643

Paris Proof Indicator (materiaalgebonden emissies)

Embodied carbon in kg CO2 eq, per m2 BVO

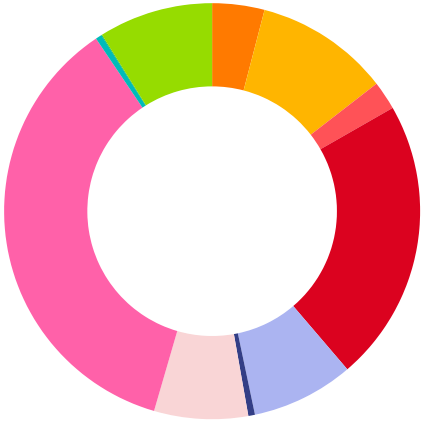
189

MPG Resultaten Per Hoofdelement

MPG

0,601

Fundering	0,024	4 %	Vloeren	0,063	10 %
Draagconstructie	0,013	2 %	Gevel	0,132	22 %
Daken	0,048	8 %	Binnenwanden	0,003	1 %
Klimaatinstallaties	0,044	7 %	Elektrische installaties	0,217	36 %
Toe- en afvoeren	0,003	0 %	Verkeersruimte	0,000	0 %
Vaste voorzieningen	0,053	9 %	Terrein	0,000	0 %



Elementen

 Bodemvoorzieningen

0,002

Bodemvoorzieningen; grond

Cat. 3	Grondaanvullingen, Zand	0 0	135 m ³	0,002
--------	-------------------------	-----	--------------------	-------

 Funderingsvoeten en -balken

0,022

Funderingsconstructies; voetenenbalken

Cat. 2	Fundatiebalken, Betonhuis; beton,in het werk gestort, C20/25,CEMIII,20%betongranulaat; incl.wapening+eps	breedte 350 mm dikte 600 mm	54,7 m	0,022
--------	--	-----------------------------	--------	-------

 Begane grondvloer

0,047

Vloerenopgrondslag; niet-constructief,

Cat. 3	Bodemafsluitingen, PE folie	dikte 0.23 mm	150 m ²	0,002
--------	-----------------------------	---------------	--------------------	-------

Cat. 1	EPS 100 SE vloerplaat	rdwaarde 3.7 m ² k/w	135 m ²	0,008
--------	-----------------------	---------------------------------	--------------------	-------

Vloerenopgrondslag; constructief

Cat. 2	Vloeren constructief, Betonhuis; beton,in het werk gestort, C20/25,CEMIII,20%betongranulaat; incl.wapening	dikte 200 mm	135 m ²	0,031
--------	--	--------------	--------------------	-------

Vloerafwerkingen; nietverhoogd

Cat. 2	Anhydriet gietvloer, hechtend (NBVG)	0 0	106,88 m ²	0,005
--------	--------------------------------------	-----	-----------------------	-------

Cat. 1	MOSA keramische vloertegel (medium 60×60 cm), ongeglazuurd - geïnstalleerd	0 0	10,67 m ²	0,001
--------	--	-----	----------------------	-------

 Verdiepingsvloer

0,016

Vloeren; constructief

Cat. 3	Vrijdragende Vloeren, HSB; Europees naaldhout balken, steenwol, multiplex, 2x gipsplaat; duurzame bosbouw	dikte 338 mm	70 m ²	0,012
--------	---	--------------	-------------------	-------

Vloerafwerkingen; nietverhoogd

Cat. 2	Anhydriet gietvloer, zwevend op 20 mm polystyreen (NBVG)	0 0 0 0	42,55 m ²	0,003
--------	--	------------	----------------------	-------

Cat. 1	MOSA keramische vloertegel (medium 60×60 cm), ongeglazuurd - geïnstalleerd	0 0	6,8 m ²	0,001
--------	--	-----	--------------------	-------

 Binnenwanden, begane grond

0,010

Binnenwanden; constructie

Cat. 3	Systeemwanden dragend, HSB; Europees naaldhout frame, steenwol, multiplex, 2x gipsplaat; duurzame bosbouw x gipsplaat	dikte 195 mm	101,76 m ²	0,010
--------	---	--------------	-----------------------	-------

Binnenwanden, verdieping

0,004

Binnenwanden; constructie

Cat. 3 Systeemwanden dragend, HSB; Europees naaldhout frame, steenwol, multiplex, 2x gipsplaat; duurzame bosbouw gipsplaat

dikte 195 mm

40,9 m²

0,004

Buitenwanden

0,091

Buitenwanden; niet-constructief

Cat. 2 Spouwmuren binnenblad, HSB, nietdragend, Eur. naald; prefab, incl. isolatie, beplating; duurz. bosb

0 0

131,72 m²

0,014

Buitenwandafwerkingen

Cat. 2 Bekledingen, Gevelbekleding Europees naaldhout, geschilderd

dikte 18 mm

110 m²

0,073

Cat. 2 Baksteenstrips gezaagd, cementgebonden mortel, KNB

0 0

25 m²

0,003

Buitenwandopeningen, gevuld met ramen

0,041

Buitenwandopeningen; gevuld met ramen

Cat. 2 Buitenkozijnen, Eur. naaldhout, kozijn+draaivalraam; geschilderd, h&s, duurz. bosb.

15,72 m²

0,007

Cat. 2 Isolatieglas, driedubbelglas, ongecoat, Bouwend Nederland Vakgroep GLAS

dikte 12 mm

34,36 m²

0,030

Cat. 3 Waterslagen, Aluminium; gemoffeld

breedte 100 mm hoogte 2 mm

78,3 m

0,004

Buitenwandopeningen, gevuld met deuren

0,001

Buitenwandopeningen; gevuld met deuren

Cat. 1 Deur, Te verven, Stomp, NEN6069HKS30'

0 0

6,35 m²

0,001

Hellende daken

0,047

Daken; constructief

Cat. 2 Hellende daken, Dakelement; hout, zelfdr, prefab, incl. isolatie, beplating; duurz. bosb

0 0

144,7 m²

0,015

Dakafwerkingen; afwerkingen

Cat. 3 Hellend dakbedekkingen, Keramische pan - ongeglazuurd

0 0

144,7 m²

0,023

Cat. 3 Bekledingen buiten, Tropisch loofhouten multiplex; op regelwerk, geïsoleerd; duurzame bosbouw

dikte 22 mm

67,5 m

0,009

Dakopeningen

0,000

Dakopeningen; gevuld

Cat. 3 Dakramen, Meranti; geschilderd, acryl; duurzame bosbouw

0 0

1 st

0,000

Binnenwandopeningen; gevuldmetsdeuren

Cat. 3	Binnenkozijnen, Hout; geschilderd:alkyd	0 0	12,15 m ²	0,000
Cat. 1	Deur, Te verven, Stomp, CR	0 0	19,25 m ²	0,002
Cat. 3	Binnenkozijnen, Staal; verzinkt+gemoffeld	0 0	4,37 m ²	0,001

 Warm tapwater

0,000

Water; verwarmdtpwater

Cat. 3	Waterleidingen, Polyvinylchloride, incl. mantelbuis, 15 mm, warmtapwater; W-bouw	0 0	155,62 m ² gbo	0,000
--------	--	-----	---------------------------	-------

 Verwarming

0,036

Warmte opwekking; bijzonder

Cat. 3	Warmteopwekkinginstallaties, Warmtepomp luchtwater 10kW Verrekend	0 0	1 stuk(s)	0,013
		0 0		
		0 0		
		0 0		
		0 0		
		0 0		
		0 0		
		0 0		
		0 0		
		0 0		
Cat. 3	Warmtapwaterinstallaties, Elektrische boiler; CW:4-6, 120 liter	0 0	1 st	0,018

Warmtedistributie; verwarmingslichamen

Cat. 3	Warmteafgiftesystemen, Vloerverwarming 95 Wm2; leidingen:kunststof	0 0	155,62 stuk(s)	0,005
		0 0		

 Koeling

0,002

Koude-opwekking; koellichamen

Cat. 3	Koudeafgiftesystemen, Vloerkoeling / wandkoeling; extra materiaal t.b.v. distributienet	0 0	155,62 m ² gbo	0,002
--------	---	-----	---------------------------	-------

 Ventilatie

0,005

Luchtbehandeling; luchtbehandelingskasten

Cat. 2	Luchtdistributiesystemen, VLA Ventilatiesysteem, type C; W-bouw, individueel	0 0	155,62 m ² gbo	0,005
--------	--	-----	---------------------------	-------

Luchtbehandeling; luchtroosters en appendages

Cat. 3	Luchtdistributiesystemen, Gevelroosters; woningbouw	0 0	6 stuk(s)	0,000
--------	---	-----	-----------	-------

Centrale elektrotechnische voorzieningen; energiedistributie, laagspanning,

Cat. 3	Elektriciteitsleidingen, Koper met PP-isolatie (in PVC buis) - Wbouw	0	0	155,62 m ² gbo	0,002
--------	--	---	---	---------------------------	-------

Beveiliging: Aarding en bliksembeveiliging

Cat. 3	Aarding, aarding woningen	0	0	155,62 m ² gbo	0,004
--------	---------------------------	---	---	---------------------------	-------

Centrale elektrotechnische voorzieningen; energie, opwekking

Cat. 3	Elektriciteitsopwekkingsystemen, PV,multi-Si; hellend dak; incl. inverter+kabels	0	0	26 m ²	0,211
--------	--	---	---	-------------------	-------

 Afvoeren

0,002

Afvoeren; regenwater

Cat. 3	Buitenrioleringen kavel, Pvc; gerecycled; leiding	0	0	155,62 m ² gbo	0,001
--------	---	---	---	---------------------------	-------

Cat. 1	HWA-buis, Rheinzink, Rond 80mm	0	0	15 m	0,000
--------	--------------------------------	---	---	------	-------

Afvoeren; fecaliën

Cat. 3	Binnenrioleringen, Pvc; gerecycled; leiding	0	0	155,62 m ² gbo	0,001
--------	---	---	---	---------------------------	-------

 Waterdistributie

0,001

Water; drinkwater

Cat. 3	Waterleidingen, Koper (leiding +mantelbuis)	0	0	155,62 m ² gbo	0,001
--------	---	---	---	---------------------------	-------

 Trappen en hellingen

0,000

Trappenenhellingen; trappen

Cat. 3	Interne trappen, Europees naaldhout; geschilderd; duurzame bosbouw	0	0	1 st	0,000
--------	--	---	---	------	-------

Balustradesenleuningen; leuningen

Cat. 3	Leuningen, Europees naaldhout; duurzame bosbouw	diameter 60 mm	5 m	0,000
--------	---	----------------	-----	-------

 Keuken

0,045

Vastekeukenvoorzieningen; standaard

Cat. 3	Vastekeuken; kast; spaanplaat, kunststoflaag, aanrecht; kunsthars gebonden, afzuigkap; staal incl. koelkast met vriesvak	0	0	1 stuk(s)	0,045
		0	0		
		0	0		
		aantal koelkasten	1	stuk(s)	
		lengte	1	m ²	

Vastesanitairevoorzieningen; standaard

Cat. 3	Toiletten, Wandcloset + fontein, porselein; incl. kunststof reservoir	0 0	3 st	0,001
Cat. 3	Wasvoorzieningen, Keramiek; wastafel	0 0	2 st	0,000
Cat. 3	Douchevoorzieningen, Keramiek; tegels	0 0	2 st	0,001
Cat. 3	Badvoorzieningen, Acryl; prefab	0 0	1 st	0,007

glasrooster

DucoLine 17 ZR

17,4 dm³/s/m¹

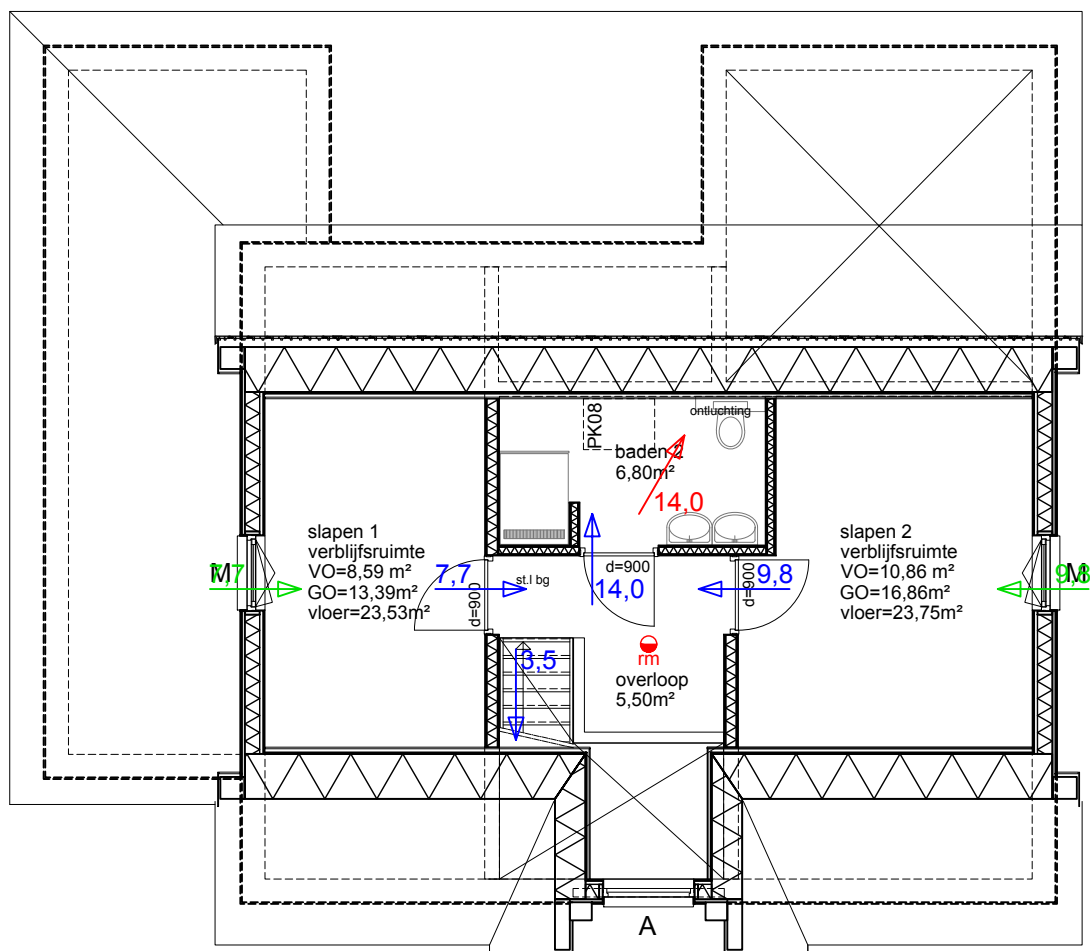
glasrooster

DucoLine 23 ZR

22,6 dm³/s/m¹

ruimtebenaming	functie	oppervlakte	ventilatie-eis (dm³/s)	kozijn	lengte gevelroosters (m¹)	capaciteit gevelroosters (dm³/s)	toevoer gevelroosters	toevoer overstroom	toevoer via vide	afvoer mechanisch	afvoer overstroom	afvoer via vide
BEGANE GROND												
entree	verkeersruimte	7,98	0,0					3,5	3,5		7,0	
wc 1	toilet	1,59	7,0					7,0		7,0		
master bedroom	verblijfsruimte	15,62	14,1	Merk B								
				Merk N (17ZR)	0,86	15,0	14,1				14,1	
baden 1	badruimte	8,78	14,0					14,1		14,1		
eten	verblijfsruimte	23,11	20,8	Merk F (17ZR)	1,34	23,3	20,8				20,8	
koken	verblijfsruimte koken	11,35	21,0	Merk H (23ZR)	0,78	17,6	7,3	17,3		21,0	3,6	
				Merk H								
wonen	verblijfsruimte	16,67	15,0	Merk D								
				Merk E (23ZR)	0,67	15,1	15,0			15,0		
bijkeuken	wasruimte	10,94	14,0	Merk H (23ZR)	0,78	17,6	17,4	3,6		14,0	7,0	
berging	technische ruimte	11,25	7,0					7,0		7,0		
1E VERDIEPING												
overloop	verkeersruimte	5,5	0,0					17,5			14,0	3,5
baden 2	badruimte	6,8	14,0					14,0		14,0		
slapen 1	verblijfsruimte	8,59	7,7	Merk M (17ZR)	0,73	12,7	7,7				7,7	
slapen 2	verblijfsruimte	10,86	9,8	Merk M (17ZR)	0,73	12,7	9,8				9,8	
							92,1	84,0	3,5	92,1	84,0	3,5

balans per ruimte	eis
voldoet	voldoet
voldoet	voldoet
voldoet	voldoet
voldoet	voldoet
voldoet	voldoet
voldoet	voldoet
voldoet	voldoet
voldoet	voldoet
voldoet	voldoet
voldoet	voldoet
voldoet	voldoet
voldoet	voldoet
TOTAAL	voldoet



bestek
ventilatie verdieping
 Nieuwbouw vrijstaande woning
 Nabij Molekeslaan 1, 5674VX te Nuenen

schaal: 1:100

formaat: A4

tekenaar: RL

RED
 ARCHITECTS
 URBANISTS
B

Bureau voor architectuur en stedenbouw Rose en de Bie BV BNA/BNSP
 Torenstraat 32
 5473 EL Heeswijk-Dinther (gem. Bernheze)
 Lietingsestraat 15
 5441 AR Oeffelt (gem. Boxmeer)
 tel: 0413-29 12 18 / 29 35 95
 website: www.roseendebie.nl
 e-mail: info@roseendebie.nl

project nr: NK01

datum: 02.12.2022

wijz. datum:

tekeningnummer:

v02

Algemene gegevens

omschrijving	Woonhuis nabij Molekeslaan te Nuenen
plaats	Nuenen
type gebouw	grondgebonden woning
soort bouw	nieuwbouw
bouwjaar	2023
eigendom	koop
opname	detailopname
datum berekening	27-02-2023

Registratie

Deze berekening is niet geregistreerd in de landelijke database van de Rijksoverheid (EP-Online) en mag daarom **niet gebruikt worden bij aanvraag van een omgevingsvergunning**.

Berekeningen voor de aanvraag van een omgevingsvergunning dienen geregistreerd te zijn in EP-Online. Dit geldt voor zowel grondgebonden woningen, appartementen als utiliteitsgebouwen.

Bouwkundige bibliotheek

Definieer dichte constructies (vloeren, gevels, daken, panelen)

dichte constructie	vlak	methodiek	R_c [m²K/W]
Gevel dicht	gevel	vrije invoer	5,00
Hellend dak	dak	vrije invoer	6,30
Begane grondvloer	vloer	vrije invoer	3,70

Definieer transparante constructies (ramen, deuren, panelen in kozijn)

transparante constructie	type	methodiek	U_W / U_D [W/m²K]	$g_{gl,n}$	A [m²]
merk A glas	raam	vrije invoer	1,1	0,50	6,73
merk A deur	deur	vrije invoer	1,4	0,00	2,43
merk B	raam	vrije invoer	1,1	0,50	3,79
merk C	raam	vrije invoer	1,1	0,50	1,90
merk D	raam	vrije invoer	1,1	0,50	5,63
merk E	raam	vrije invoer	1,1	0,50	3,41

Definieer transparante constructies (ramen, deuren, panelen in kozijn)

transparante constructie	type	methodiek	U_W / U_D [W/m²K]	g _{gl;n}	A [m²]
merk F	raam	vrije invoer	1,1	0,50	7,97
merk H	raam	vrije invoer	1,1	0,50	2,48
merk J	deur	vrije invoer	1,4	0,00	2,52
merk K	raam	vrije invoer	1,1	0,50	1,38
merk M	raam	vrije invoer	1,1	0,50	2,02
merk N	raam	vrije invoer	1,1	0,50	1,90
merk O	raam	vrije invoer	1,1	0,50	2,52
dakraam	raam	vrije invoer	1,5	0,60	1,30

Definieer lineaire thermische bruggen (aansluitingen)

lineaire constructie	positie	methodiek	omschrijving	Ψ [W/mK]
Fundering gevel	fundering	NTA 8800 bijlage I	overige detailpositie	0,500
Fundering kozijn	fundering	NTA 8800 bijlage I	overige detailpositie	0,500
ok kozijn	vloerongebonden	NTA 8800 bijlage I	05. gevel - onderdorpel kozijn (grondgebonden gebouw) - voorwaarden tabel I.1	0,150
zk kozijn	vloerongebonden	NTA 8800 bijlage I	06. gevel - zijstijl kozijn (grondgebonden gebouw) - voorwaarden tabel I.1	0,090
bk kozijn	vloerongebonden	NTA 8800 bijlage I	07. gevel - bovendorpel kozijn (grondgebonden gebouw) - voorwaarden tabel I.1	0,100
uitwendige hoek gevel	vloerongebonden	NTA 8800 bijlage I	09. niet dragende gevel - dragende gevel (uitwendige hoek) - voorwaarden tabel I.1	0,140
inwendige hoek gevel	vloerongebonden	NTA 8800 bijlage I	12. niet dragende gevel - dragende gevel (inwendige hoek)	0,000
dakvoet	dak	NTA 8800 bijlage I	13. hellend dak - gevel (dakvoet) - voorwaarden tabel I.1	0,160
nok	dak	NTA 8800 bijlage I	16. hellend dak - nok - voorwaarden tabel I.1	0,050
dakrand hellend dak	dak	NTA 8800 bijlage I	15. hellend dak - gevel - voorwaarden tabel I.1	0,130
kilkeper	dak	NTA 8800 bijlage I	23. hellend dak - zakgoot - geen voorwaarden	0,360
hoekkeper	dak	NTA 8800 bijlage I	16. hellend dak - nok - geen voorwaarden	0,150
aansluiting hellende daken	dak	NTA 8800 bijlage I	13. hellend dak - gevel (dakvoet) - voorwaarden tabel I.1	0,160
hellend dak - opgaande gevel	dak	NTA 8800 bijlage I	24. hellend dak - opgaand werk gevel (houten hulpconstructies) - voorwaarden tabel I.1	0,130
ok dakraam	dak	NTA 8800 bijlage I	20. hellend dak - onderzijde dakraam - voorwaarden tabel I.1	0,120
zk dakraam	dak	NTA 8800 bijlage I	21. hellend dak - zijaansluiting dakraam - voorwaarden tabel I.1	0,140

Definieer lineaire thermische bruggen (aansluitingen)

lineaire constructie	positie	methodiek	omschrijving	ψ [W/mK]
bk dakraam	dak	NTA 8800 bijlage I	22. hellend dak - bovenzijde dakraam - geen voorwaarden	0,220

Indeling gebouw

energieprestatie berekenen

per gebouw

Definieer rekenzones

type zone	omschrijving	bouwwijze	n_{bouwlaag}
rekenzone	rz1	houtskeletbouw (hsb) met hsb of sfb vloeren	2

Definieer woning

omschrijving	type woning	rekenzone	A_g [m ²]
Woonhuis	vrijstaand met kap	rz1	155,62

Constructies

Geometrie dichte constructie - Woonhuis - rz1

dichte constructie	opmerking	L [m]	B [m]	oppervlakte [m ²]
Voorgevel - buitenlucht, N - 46,03 m² - 90°				
Gevel dicht - $R_c = 5,00$				29,80
Linker zijgevel - buitenlucht, O - 49,47 m² - 90°				
Gevel dicht - $R_c = 5,00$				36,52
Achtergevel - buitenlucht, Z - 37,42 m² - 90°				
Gevel dicht - $R_c = 5,00$				18,82
Rechter zijgevel - buitenlucht, W - 54,88 m² - 90°				
Gevel dicht - $R_c = 5,00$				46,58
Dak voorgevel 36 graden - buitenlucht, N - 43,82 m² - 36°				
Hellend dak - $R_c = 6,30$				43,82

Geometrie dichte constructie - Woonhuis - rz1

dichte constructie	opmerking	L [m]	B [m]	oppervlakte [m ²]
Dak linker zijgevel 15 graden - buitenlucht, O - 21,19 m² - 15°				
Hellend dak - R _c = 6,30				21,19
Dak linker zijgevel 60 graden - buitenlucht, O - 6,29 m² - 60°				
Hellend dak - R _c = 6,30				6,29
Dak achtergevel 15 graden - buitenlucht, Z - 13,89 m² - 15°				
Hellend dak - R _c = 6,30				12,59
Dak achtergevel 36 graden - buitenlucht, Z - 53,21 m² - 36°				
Hellend dak - R _c = 6,30				51,91
Dak rechter zijgevel 60 graden - buitenlucht, W - 6,29 m² - 60°				
Hellend dak - R _c = 6,30				6,29
Begane grondvloer - op/boven mv; boven grond/spouw (z ≤ 0,3) - 117,60 m²				
Begane grondvloer - R _c = 3,70				117,60

Geometrie transparante constructies (ramen en deuren) - Woonhuis - rz1

transparante constructie	aantal	oppervlakte [m ²]	beschaduwing	zonwering	zomernachtventilatie
Voorgevel - buitenlucht, N - 46,03 m² - 90°					
merk A glas - U = 1,1 / g _{gl,n} = 0,50	1	6,73	minimale belemmering	geen zonwering	niet aanwezig
merk A deur - U = 1,4 / g _{gl,n} = 0,00	1	2,43		geen zonwering	niet aanwezig
merk B - U = 1,1 / g _{gl,n} = 0,50	1	3,79	minimale belemmering	geen zonwering	niet aanwezig
merk C - U = 1,1 / g _{gl,n} = 0,50	1	1,90	minimale belemmering	geen zonwering	niet aanwezig
merk K - U = 1,1 / g _{gl,n} = 0,50	1	1,38	zijbelemmering links	geen zonwering	niet aanwezig

belemmeringZijbelemmering links

hoogte zijbelemmering	< 2,5 m
afstand	1,30 m
breedte	1,74 m
zijbelemmeringshoek	37 °

Linker zijgevel - buitenlucht, O - 49,47 m² - 90°

Geometrie transparante constructies (ramen en deuren) - Woonhuis - rz1

transparante constructie	aantal	oppervlakte [m²]	beschaduwning	zonwering	zomernachtventilatie
merk E - U = 1,1 / g _{gl,n} = 0,50	1	3,41	volledige belemmering	geen zonwering	niet aanwezig
merk H - U = 1,1 / g _{gl,n} = 0,50	1	2,48	minimale belemmering	geen zonwering	niet aanwezig
merk J - U = 1,4 / g _{gl,n} = 0,00	2	5,04		geen zonwering	niet aanwezig
merk M - U = 1,1 / g _{gl,n} = 0,50	1	2,02	minimale belemmering	geen zonwering	niet aanwezig

Achtergevel - buitenlucht, Z - 37,42 m² - 90°

merk D - U = 1,1 / g _{gl,n} = 0,50	1	5,63	minimale belemmering	geen zonwering	niet aanwezig
merk F - U = 1,1 / g _{gl,n} = 0,50	1	7,97	constante overstek & (zij)belemmering	geen zonwering	niet aanwezig

belemmering

Constante overstek & (zij)belemmering

afstand	3,00 m
hoogte	1,32 m
overstekhoek	24 °

merk O - U = 1,1 / g _{gl,n} = 0,50	1	2,52	constante overstek & (zij)belemmering	geen zonwering	niet aanwezig
---	---	------	---------------------------------------	----------------	---------------

belemmering

Constante overstek & (zij)belemmering

afstand	3,00 m
hoogte	1,32 m
overstekhoek	24 °

merk H - U = 1,1 / g _{gl,n} = 0,50	1	2,48	minimale belemmering	geen zonwering	niet aanwezig
---	---	------	----------------------	----------------	---------------

Rechter zijgevel - buitenlucht, W - 54,88 m² - 90°

merk N - U = 1,1 / g _{gl,n} = 0,50	1	1,90	minimale belemmering	geen zonwering	niet aanwezig
merk C - U = 1,1 / g _{gl,n} = 0,50	1	1,90	minimale belemmering	geen zonwering	niet aanwezig
merk H - U = 1,1 / g _{gl,n} = 0,50	1	2,48	volledige belemmering	geen zonwering	niet aanwezig
merk M - U = 1,1 / g _{gl,n} = 0,50	1	2,02	minimale belemmering	geen zonwering	niet aanwezig

Dak achtergevel 15 graden - buitenlucht, Z - 13,89 m² - 15°

dakraam - U = 1,5 / g _{gl,n} = 0,60	1	1,30	minimale belemmering	geen zonwering	niet aanwezig
--	---	------	----------------------	----------------	---------------

Dak achtergevel 36 graden - buitenlucht, Z - 53,21 m² - 36°

dakraam - U = 1,5 / g _{gl,n} = 0,60	1	1,30	minimale belemmering	geen zonwering	niet aanwezig
--	---	------	----------------------	----------------	---------------

Geometrie lineaire constructie - Woonhuis - rz1		
lineaire constructie	opmerking	lengte [m]
Voorgevel - buitenlucht, N - 46,03 m² - 90°		
ok kozijn - $\Psi = 0,150$		4,92
zk kozijn - $\Psi = 0,090$		17,20
bk kozijn - $\Psi = 0,100$		8,00
uitwendige hoek gevel - $\Psi = 0,140$	1/2 lengte	4,66
inwendige hoek gevel - $\Psi = 0,000$	1/2 lengte	1,63
dakvoet - $\Psi = 0,160$	1/2 lengte	3,52
dakrand hellend dak - $\Psi = 0,130$	1/2 lengte	4,56
Linker zijgevel - buitenlucht, O - 49,47 m² - 90°		
ok kozijn - $\Psi = 0,150$		4,60
zk kozijn - $\Psi = 0,090$		18,92
bk kozijn - $\Psi = 0,100$		6,96
uitwendige hoek gevel - $\Psi = 0,140$	1/2 lengte	5,55
inwendige hoek gevel - $\Psi = 0,000$	1/2 lengte	3,34
dakvoet - $\Psi = 0,160$	1/2 lengte	4,52
dakrand hellend dak - $\Psi = 0,130$	1/2 lengte	6,54
hellend dak - opgaande gevel - $\Psi = 0,130$	1/2 lengte	3,35
Achtergevel - buitenlucht, Z - 37,42 m² - 90°		
ok kozijn - $\Psi = 0,150$		4,77
zk kozijn - $\Psi = 0,090$		11,44
bk kozijn - $\Psi = 0,100$		9,07
uitwendige hoek gevel - $\Psi = 0,140$	1/2 lengte	5,10
inwendige hoek gevel - $\Psi = 0,000$	1/2 lengte	3,43
dakvoet - $\Psi = 0,160$	1/2 lengte	6,38
Rechter zijgevel - buitenlucht, W - 54,88 m² - 90°		
ok kozijn - $\Psi = 0,150$		4,80
zk kozijn - $\Psi = 0,090$		14,08

Geometrie lineaire constructie - Woonhuis - rz1		
lineaire constructie	opmerking	lengte [m]
bk kozijn - $\Psi = 0,100$		5,04
uitwendige hoek gevel - $\Psi = 0,140$	1/2 lengte	4,27
inwendige hoek gevel - $\Psi = 0,000$	1/2 lengte	1,72
dakrand hellend dak - $\Psi = 0,130$	1/2 lengte	7,78
Dak voorgevel 36 graden - buitenlucht, N - 43,82 m² - 36°		
dakvoet - $\Psi = 0,160$	1/2 lengte	3,52
nok - $\Psi = 0,050$	1/2 lengte	5,08
dakrand hellend dak - $\Psi = 0,130$	1/2 lengte	5,01
kilkeper - $\Psi = 0,360$	1/2 lengte	4,75
Dak linker zijgevel 15 graden - buitenlucht, O - 21,19 m² - 15°		
dakvoet - $\Psi = 0,160$	1/2 lengte	4,52
dakrand hellend dak - $\Psi = 0,130$	1/2 lengte	1,35
hellend dak - opgaande gevel - $\Psi = 0,130$	1/2 lengte	3,35
kilkeper - $\Psi = 0,360$	1/2 lengte	1,79
Dak linker zijgevel 60 graden - buitenlucht, O - 6,29 m² - 60°		
nok - $\Psi = 0,050$	1/2 lengte	2,03
dakrand hellend dak - $\Psi = 0,130$	1/2 lengte	1,55
kilkeper - $\Psi = 0,360$	1/2 lengte	2,55
Dak achtergevel 15 graden - buitenlucht, Z - 13,89 m² - 15°		
dakvoet - $\Psi = 0,160$	1/2 lengte	3,60
dakrand hellend dak - $\Psi = 0,130$	1/2 lengte	3,91
aansluiting hellende daken - $\Psi = 0,160$	1/2 lengte	2,46
hoekkeper - $\Psi = 0,150$	1/2 lengte	1,59
Dak achtergevel 36 graden - buitenlucht, Z - 53,21 m² - 36°		
dakvoet - $\Psi = 0,160$	1/2 lengte	2,62
nok - $\Psi = 0,050$	1/2 lengte	5,08
aansluiting hellende daken - $\Psi = 0,160$	1/2 lengte	2,46

Geometrie lineaire constructie - Woonhuis - rz1

lineaire constructie	opmerking	lengte [m]
dakrand hellend dak - $\Psi = 0,130$	1/2 lengte	5,98
ok dakraam - $\Psi = 0,120$	1/2 lengte	0,93
zk dakraam - $\Psi = 0,140$	1/2 lengte	2,80
bk dakraam - $\Psi = 0,220$	1/2 lengte	0,93
<i>Dak rechter zijgevel 60 graden - buitenlucht, W - 6,29 m² - 60°</i>		
nok - $\Psi = 0,050$	1/2 lengte	2,03
dakrand hellend dak - $\Psi = 0,130$	1/2 lengte	1,55
kilkeper - $\Psi = 0,360$	1/2 lengte	2,55
<i>Begane grondvloer - op/boven mv; boven grond/spouw (z ≤ 0,3) - 117,60 m²</i>		
Fundering gevel - $\Psi = 0,500$		44,62
Fundering kozijn - $\Psi = 0,500$		7,46

Kenmerken vloerconstructie- Woonhuis - rz1 - Begane grondvloer

hoogte bovenkant vloer tov maaiveld (h) 0,10 m

Luchtdoorlaten**Infiltratie**

buitenwerkse gebouwhoogte 7,00 m
 invoer infiltratie meetwaarde voor infiltratie - per gebouw

Definieer infiltratie

gebouw	$q_{v,10;lea;ref}$ [dm ³ /s per m ² gebruiksoppervlak]
gebouw	0,65

Verticale leidingen in directe verbinding met buitenlucht

invoer verticale leidingen in directe verbinding met buitenlucht verticale leidingen door thermische schil onbekend

Verwarming 1**Aantal identieke systemen**

1

Aangesloten rekenzones

rz1

Opwekking**Opwekker 1**

type opwekker	warmtepomp - elektrisch
invoer opwekker	forfaitair
functie(s) van opwekker	verwarming en warm tapwater
gemeenschappelijke of niet-gemeenschappelijke installatie	niet-gemeenschappelijke installatie
bron warmtepomp	buitenlucht (afgifte water)
toestel / warmteleveringssysteem	warmtepomp - voldoet aan tabel 9.28
warmtebehoefte verwarmingssysteem	11969 kWh
door opwekker geleverde warmte (per toestel)	11969 kWh
COP	3,35
energiefractie	1,000
hulpenergie per toestel	268 kWh

Distributie

type distributiesysteem	tweepijpsysteem
ontwerp aanvoertemperatuur	35°C
waterzijdige inregeling	inregeling onbekend

Binnen verwarmde zone

invoer leidingen	leidinggegevens onbekend
totale leidinglengte	99,60 m
isolatie leidingen	niet-geïsoleerd
ongeïsoleerde leidingen in ongeïsoleerde thermische schil	geen leidingen in ongeïsoleerde buitenmuren / vloeren

Buiten verwarmde zone

invoer leidingen	geen leidingen buiten verwarmde zone
------------------	--------------------------------------

aanvullende distributiepomp	aanvullende distributiepomp niet aanwezig
-----------------------------	---

distributiepompen

omschrijving

pomp 1

Afgifte**Afgiftesysteem 1**

type afgiftesysteem	oppervlakteverwarming
vertrekhoogte	$h \leq 4$ m
type oppervlakteverwarming	vloerverwarming nat- of droogbouwsysteem
isolatie oppervlakteverwarming	met 100% meer isolatie dan vereist in NEN-EN 1264
ruimtetemperatuur regeling	forfaitair
type ruimtetemperatuur regeling	autom. temperatuurregeling per ruimte met handmatig overrulen (aan/uit)
temperatuurcorrectie type regeling ($\Delta\theta_{ctr}$)	2,5 K
temperatuurcorrectie automatische regeling ($\Delta\theta_{roomaut}$)	-1,0 K

Ventilatoren voor afgifte

invoer ventilator

geen ventilatoren aanwezig

Warm tapwater 1

Aantal identieke systemen

1

Aangesloten op warm tapwatersysteem

Woonhuis

Opwekking

Opwekker 1

type opwekker	warmtepomp - elektrisch
invoer opwekker	forfaitair
indirect verwarmde warm watervoorraadvat(en)	warmtepomp met losse voorraadvat(en)
functie(s) van opwekker	verwarming en warm tapwater
gemeenschappelijke of niet-gemeenschappelijke installatie	niet-gemeenschappelijke installatie
bron warmtepomp	buitenlucht (afgifte water)
toestel / warmteleveringssysteem	warmtepomp - voldoet aan tabel 9.28
warmtebehoefte tapwatersysteem	4094 kWh
COP	1,40
energiefractie	1,000
hulpenergie per toestel	0 kWh

Voorraadvaten

Voorraadvat 1

invoer warmteverliezen voorraadvat(en)	forfaitair
volume voorraadvat(en)	300 liter

fabricagejaar boilervat	fabricagejaar boilervat 2018 en nieuwer
energielabel boilervat	energielabel boilervat B
warme aansluitingen op voorraadvat(en)	alle warme aansluitingen geïsoleerd inclusief T-stukken en kleppen
aantal voorraadvat(en)	1 vat(en)

Distributie

circulatieleiding	geen circulatieleiding aanwezig
-------------------	---------------------------------

distributiepompen

omschrijving

pomp 1

Afgifte

gemiddelde leidinglengte naar badruimte	leidinglengte naar badruimte 4 - 6 m
gemiddelde leidinglengte naar aanrecht	leidinglengte naar aanrecht 6 - 8 m
inwendige diameter leiding naar aanrecht	diameter leiding naar aanrecht 8 - 10 mm

Ventilatie 1

Aantal identieke systemen

1

Aangesloten rekenzones

rz1

Type ventilatiesysteem

ventilatiesysteem	C. natuurlijke toevoer en mechanische afvoer
invoer ventilatiesysteem	productspecifiek
systeemvariant	Duco Focus System GG met CO2 sensoren in wk en hslpk + zr-roosters $\Delta p \leq 1$ Pa
variant	C.5a
f_{ctrl}	0,51
passieve koeling	geen passieve koelregeling

Voorverwarming natuurlijke toevoer

voorverwarming natuurlijke toevoer	geen voorverwarming natuurlijke toevoerroosters
------------------------------------	---

Ventilatoren

aantal ventilatie-units	1
-------------------------	---

P_{nom}	44,6 W
f_{regfan}	0,149

Ventilatie debieten

werkelijk geïnstalleerde / te installeren ventilatiecapaciteit	werkelijk geïnstalleerde / te installeren ventilatiecapaciteit onbekend
--	--

Distributie en regelingen

luchtdichtheidsklasse ventilatiekanalen	LUKA A, B, C
---	--------------

Koeling 1**Aantal identieke systemen**

1

Aangesloten rekenzones

rz1

Opwekking**Opwekker 1**

type opwekker	compressiekoeling - elektrisch
invoer opwekker	forfaitair
gemeenschappelijke of niet-gemeenschappelijke installatie	niet-gemeenschappelijke installatie
koudebehoefte totaal	2643 kWh
door opwekker geleverde koude (per toestel)	2643 kWh
EER	3,00
energiefractie	1,000
hulpenergie van het opweksysteem	0 kWh

Distributie

verdampersysteem	watergedragen distributiesysteem
ontwerptemperatuur	onbekend, hele systeem zelfde type afgiftesysteem
waterzijdige inregeling	inregeling onbekend

Binnen gekoelde zone

invoer leidingen	leidinggegevens onbekend
totale leidinglengte	99,60 m
isolatie leidingen	niet-geïsoleerd
ongeïsoleerde leidingen in ongeïsoleerde thermische schil	geen leidingen in ongeïsoleerde buitenmuren / vloeren

Buiten gekoelde zone

invoer leidingen

geen leidingen buiten gekoelde zone

distributiepomp - invoer

pompvermogen onbekend, EEI onbekend

distributiepompen

omschrijving	vermogen [W]	EEI
pomp 1	33	0,23

aantal bouwlagen van het koelsysteem

2 bouwlagen

Afgifte**Afgiftesysteem 1**

type afgiftesysteem

vloerkoeling

ruimtetemperatuur regeling

forfaitair

type ruimtetemperatuur regeling

autom. temperatuurregeling per ruimte met handmatig
overrulen (aan/uit)temperatuurcorrectie type regeling ($\Delta\theta_{ctr}$)

-2,5 K

temperatuurcorrectie automatische regeling ($\Delta\theta_{roomaut}$)

1,0 K

Ventilatoren voor afgifte

invoer ventilator

geen ventilatoren aanwezig

PV 1

PV systeem aangesloten achter de meter(s) van

gebouw

invoer wattpiekvermogen

eigen waarde Wp/m²

PV systeem gedeeld

PV systeem niet gedeeld met ander EP-plichtig gebouw op het
perceelwattpiekvermogen per m²200,00 Wp/m²

gemiddelde veroudering per jaar

0,50 %

PV-velden

A _{panelen} [m ²]	oriëntatie	hellingshoek [°]	ventilatie	beschaduwing
26,00	zuid	36	matig geventileerd	minimale belemmering

Resultaten

Jaarlijkse hoeveelheid energiegebruik voor de energiefunctie					
functie		energie niet-primair	energie primair	hulpenergie niet-primair	hulpenergie primair
verwarming	E _{H,ci}				
elektrisch		3573 kWh	5180 kWh	268 kWh	389 kWh
warm tapwater	E _{W,ci}				
elektrisch		2924 kWh	4240 kWh	0 kWh	0 kWh
koeling	E _{C,ci}				
elektrisch		881 kWh	1278 kWh	10 kWh	14 kWh
ventilatoren	E _{V,ci}	65 kWh	94 kWh	0 kWh	0 kWh
Totaal			10792 kWh		403 kWh

Jaarlijkse karakteristieke energiegebruik		
primaire energiegebruik inclusief hulpenergie		11195 kWh
opgewekte elektriciteit		6700 kWh
jaarlijkse karakteristieke energiegebruik	E_{Ptot}	4495 kWh

Jaarlijkse hoeveelheid hernieuwbare energie		
verwarming	$E_{Pren,H}$	8396 kWh
warm tapwater	$E_{Pren,W}$	1170 kWh
koeling	$E_{Pren,C}$	0 kWh
elektriciteit	$E_{Pren,el}$	6700 kWh
totaal	$E_{PrenTot}$	16265 kWh

Elektriciteitsgebruik op de meter	
gebouwgebonden installaties	7721 kWh
niet gebouwgebonden installaties	2600 kWh
opgewekte elektriciteit	4621 kWh

Elektriciteitsgebruik op de meter

totaal	5700 kWh
--------	----------

Oppervlakten

totale gebruiksoppervlakte	$A_{g,tot}$	155,62 m ²
verliesoppervlakte	A_{ls}	414,81 m ²
compactheid		2,67

CO₂-emissie

CO ₂ -emissie	1054 kg
--------------------------	---------

Energieprestatie

indicator		eis	resultaat	
energiebehoefte	$E_{weH+C,nd,ventsys=C1}$	94,97 kWh/m ²	93,71 kWh/m ²	✓
primaire fossiele energie	E_{wePTot}	30,00 kWh/m ²	28,89 kWh/m ²	✓
aandeel hernieuwbare energie	$RER_{PrenTot}$	50,0 %	78,3 %	✓
hernieuwbare energie indicator	$E_{wePrenTot}$		104,52	
temperatuuroverschrijding	$TO_{juli,max}$	1,20	0,00	✓
energielabel			A+++	
netto warmtebehoefte (EPV)	$E_{H,nd,net}$		66,49 kWh/m ²	

Alle bovenstaande energiegebruiken zijn genormeerde energiegebruiken gebaseerd op een standaard klimaatjaar en een standaard gebruikersgedrag. Het werkelijke energiegebruik zal afwijken van het genormeerde energiegebruik. Aan de berekende energiegebruiken kunnen geen rechten ontleend worden.

TO_{juli} conform NTA 8800

rekenzone	rz1
TO _{juli,max}	0,00

Codering:	20201926GG (20181213GGVNWB)
Betreft	Gecontroleerde gelijkwaardigheidsverklaring
Toepassing:	NTA 8800
Fabrikant:	DUCO
Type:	Duco Focus System
Ingangsdatum verklaring	1-1-2021
Geldigheidsduur verklaring	

Type	Systeem-variant NTA8800	f _{ctrl}	f _{sys}	f _{regfan}	$P_{nom} = A \times Q_{v;nom}^2$ A
Duco Focus System met 2 CO2 sensoren GG (Duco Comfort Plus System met 2 CO2 sensoren GG)	C.5A	0,51	1,00	0,149	$7,372 \cdot 10^{-3}$
Duco Focus System met 2 CO2 sensoren NGG (Duco Comfort Plus System met 2 CO2 sensoren NGG)	C.5A	0,50	1,00	0,134	$7,372 \cdot 10^{-3}$
Duco Focus System met extra CO2 sensoren GG & NGG (Duco Comfort Plus System met extra CO2 sensoren GG & NGG)	C.5A	0,47	1,00	0,107	$7,372 \cdot 10^{-3}$
Duco Focus System met afzonderlijke afvoer slaapkamers GG & NGG (Duco Comfort Plus System met afzonderlijke afvoer slaapkamers GG & NGG)	C.5B	0,46	1,00	0,099	$7,372 \cdot 10^{-3}$

^aVerklaringen geldig indien: winddrukgestuurde toevoerroosters worden toegepast $\Delta p \leq 1$ Pa

GG staat voor grondgebonden woningen
NGG staat voor niet grondgebonden woningen

Waarden uit de bovenstaande tabel mogen alleen worden gebruikt als aangetoond kan worden dat in de woning het betreffende ventilatiesysteem is toegepast. Voor de voorwaarden zie de betreffende verklaring behorend bij het type op de volgende bladzijden.

Gelijkwaardigheidsverklaring

Deze gelijkwaardigheidsverklaring geeft de vervangende waarden voor f_{sys} , f_{ctrl} , f_{regfan} en $P_{nom;el}$ uit NTA 8800:2020. Deze waarden zijn bepaald conform de VLA-methodiek versie 1.3, gedateerd 17 juli 2018, inclusief addendum gedateerd 1 oktober 2020.

De vervangende waarden hebben betrekking op het volgende ventilatiesysteem:

Leverancier:	Duco Ventilation & Sun Control
Type:	Duco Focus System met 2 CO₂-sensoren GG
Woningtype:	Grondgebonden woningen
Ventilatie unit:	DucoBox Focus
Systeemvariant:	C.5a
f_{sys}:	1,00
f_{ctrl}:	0,51
$P_{nom;el}$:	$7,372 \cdot 10^{-3} \times (\max[q_{V;inst}; q_{usi;spec;functie\ g} \times A_g; 35 \times N_{Woon;zi}])^2$ [W]
f_{regfan}:	0,149

De genoemde waarden van f_{sys} en f_{ctrl} zijn respectievelijk de luchtvolumestroomfactor en de correctiefactor voor het regelsysteem bij warmte- en koudebehoefte. Ze mogen in plaats van de forfaitaire waarden uit tabel 11.5 van NTA 8800:2020 worden gebruikt.

De genoemde waarden voor f_{regfan} en $P_{nom;el}$ zijn respectievelijk de reductiefactor voor de luchtvolumestroomregeling voor het omrekenen van het nominale vermogen naar gemiddeld vermogen en het nominale elektrische vermogen van de ventilator. Ze mogen in plaats van de forfaitaire waarden uit tabel 11.22 van NTA 8800:2020 worden gebruikt.

Omschrijving, voorwaarden en werking ventilatiesysteem

Het ventilatiesysteem is voorzien van de volgende componenten:

- Een MV-box (type DucoBox Focus) met klepsturing in maximaal 7 zones (keuken, badkamer, toilet en eventueel zolder / berging);
- Winddrukgestuurde toevoerroosters, $\Delta p \leq 1$ Pa, in de gevels van de woonkamer, keuken en slaapkamers (dit betreffen de overige verblijfsruimten);
- Een CO₂-sensor in de woonkamer bij woningen met een gesloten keuken. Bij woningen met een open keuken kan deze CO₂-sensor of in de woonkamer (CO₂-ruimtesensor) of in het retourkanaal (regelklep) van de keuken worden geplaatst;
- Een CO₂-sensor in de hoofdslaapkamer;
- Bedieningsschakelaar in de woonkamer/keuken waarmee naar de nachtstand en naar de hoogstand kan worden geschakeld. Bij een systeem met een CO₂-sensor in de woonkamer (CO₂-ruimtesensor) is deze schakelaar geïntegreerd in deze CO₂-sensor

d.m.v. koppeling met de sensorless regelklep in het retourkanaal van de keuken. Bij woningen waarbij de CO₂-concentratie in het retourkanaal van de keuken wordt gemeten (regelklep) wordt een losse bedieningsschakelaar in de woonkamer geplaatst. In woningen met een gesloten keuken wordt een losse bedieningsschakelaar in de keuken geplaatst;

- Een bedieningsschakelaar in de badkamer waarmee naar de hoogstand kan worden geschakeld ofwel een RH-bedieningssensor die het vochtgehalte van de lucht in de badkamer meet ofwel een RH-sensor in het retourkanaal van de badkamer;
- Bij installatie van het systeem in de woning wordt door middel van een drukknop op de printplaat de regeling GG gekozen;
- Toe- en afvoerpunten conform Bouwbesluit, aangevuld met een afvoerpunt met een capaciteit van 7 dm³/s in de inpandige berging en/of op zolder.

Ter onderbouwing van de werking van het systeem worden de volgende voorwaarden gesteld:

- Er is een rapport beschikbaar van de toegepaste winddrukgestuurde toevoerroosters ($\Delta p \leq 1$ Pa).
- De luchtdoorlatendheid van de woning is niet groter dan $q_{v10;kar} \leq 1,0$ dm³/s.m²;
- Bij CO₂-meting moet de meetnauwkeurigheid vallen binnen +/- 40 ppm + 5% van de gemeten waarde tussen 300 en 1200 ppm. De sensoren moeten zelfkalibrerend zijn.

Voor een goede werking van het systeem worden de volgende handmatige acties van de gebruiker gevraagd:

- Het in- en uitschakelen van de middenstand bij gebruik van slaapkamers anders dan de hoofdslaapkamer;
- Het in- en uitschakelen van de hoogstand bij gebruik van de keuken;
- Het in- en uitschakelen van de hoogstand bij gebruik van de badkamer indien er geen vocht ruimtesensor-bedieningsschakelaar of vocht regelklep onderdeel is van het systeem.

Ventilator

Het nominale vermogen van de ventilatie-unit, onderdeel van het ventilatiesysteem, is bepaald op basis van de ventilatiestromen uit de VLA-methodiek en de door de fabrikant verstrekte technische gegevens van de ventilator bij een werkdruk van 100 Pa. De volgende vervangende waarde mag worden aangehouden:

$$P_{nom;el}: 7,372 \cdot 10^{-3} \times (\max[q_{V;inst}; q_{usi;spec;functie\ g} \times A_g; 35 \times N_{Woon;zi}])^2 \text{ [W]}$$

De waarden voor $q_{V;inst}$ en $q_{usi;spec;functie\ g}$ worden uitgedrukt in dm³/s. A_g betreft de gebruiksoppervlakte en $N_{Woon;zi}$ betreft het aantal woningbouweenheden per rekenzone.

In combinatie met de vervangende waarde voor het nominale vermogen van de ventilator mag voor de reductiefactor voor de luchtvolumestroomregeling voor het omrekenen van het nominale vermogen naar het gemiddelde vermogen voor de ventilator, de volgende vervangende waarde aangehouden:

f_{regfan} : 0,149

De waarden zijn bepaald volgens bepalingsmethode stap 6a uit de VLA-methodiek.

Op basis van deze gegevens kan in de energieprestatieberekening het effectieve ventilatorvermogen (P_{eff}) worden berekend. Voor de woningtypen uit de VLA-methodiek worden de volgende resultaten gevonden voor het effectieve ventilatorvermogen per woning ($P_{eff,w}$) en voor het gewogen gemiddelde effectieve ventilatorvermogen voor de betreffende woningen (P_{eff}^*).

Ventilatiesysteem	$P_{eff,w}$ [W]							$P_{eff,w}^*$ [W] ¹
	GG1	GG2	GG3	NGG1	NGG2	NGG3	NGG4	
Duco Focus System met 2 CO ₂ -sensoren GG	2,6	3,4	2,6	–	–	–	–	2,9

¹ Gewogen op de betreffende woningen (grondgebonden en/of niet-grondgebonden).

Rapportage en voorwaarden

Het volledige onderzoek naar de energetische aspecten van dit ventilatiesysteem is opgenomen in de rapportage met kenmerk NA 1107-4-RA, gedateerd 12 september 2018. De rapportage en gelijkwaardigheidsverklaring zijn middels een collegiale toetsing gecontroleerd. Deze gelijkwaardigheidsverklaring is geldig tot en met 31 december 2022.

Mocht blijken dat de kwaliteit van de toegepaste componenten afwijkt van de in deze gelijkwaardigheidsverklaring gehanteerde specificaties of de inbouw en installatie afwijkt van wat in deze gelijkwaardigheidsverklaring is aangehouden, dan komt de gelijkwaardigheidsverklaring te vervallen en dient uitgegaan te worden van de forfaitaire rekenwaarden uit de geldende versie van NTA 8800.

Zoetermeer, 1 oktober 2020

Peutz bv

ir. J.A. Eijsackers

Gelijkwaardigheidsverklaring

Deze gelijkwaardigheidsverklaring geeft de vervangende waarden voor f_{sys} , f_{ctrl} , f_{regfan} en $P_{nom;el}$ uit NTA 8800:2020. Deze waarden zijn bepaald conform de VLA-methodiek versie 1.3, gedateerd 17 juli 2018, inclusief addendum gedateerd 1 oktober 2020.

De vervangende waarden hebben betrekking op het volgende ventilatiesysteem:

Leverancier:	Duco Ventilation & Sun Control
Type:	Duco Focus System met 2 CO₂-sensoren NGG
Woningtype:	Niet grondgebonden woningen (appartementen)
Ventilatie unit:	DucoBox Focus
Systeemvariant:	C.5a
f_{sys}:	1,00
f_{ctrl}:	0,50
$P_{nom;el}$:	$7,372 \cdot 10^{-3} \times (\max[q_{V;inst}; q_{usi;spec;functie\ g} \times A_g; 35 \times N_{Woon;zi}])^2$ [W]
f_{regfan}:	0,134

De genoemde waarden van f_{sys} en f_{ctrl} zijn respectievelijk de luchtvolumestroomfactor en de correctiefactor voor het regelsysteem bij warmte- en koudebehoefte. Ze mogen in plaats van de forfaitaire waarden uit tabel 11.5 van NTA 8800:2020 worden gebruikt.

De genoemde waarden voor f_{regfan} en $P_{nom;el}$ zijn respectievelijk de reductiefactor voor de luchtvolumestroomregeling voor het omrekenen van het nominale vermogen naar gemiddeld vermogen en het nominale elektrische vermogen van de ventilator. Ze mogen in plaats van de forfaitaire waarden uit tabel 11.22 van NTA 8800:2020 worden gebruikt.

Omschrijving, voorwaarden en werking ventilatiesysteem

Het ventilatiesysteem is voorzien van de volgende componenten:

- Een MV-box (type DucoBox Focus) met klepsturing in maximaal 7 zones (keuken, badkamer, toilet en eventueel zolder / berging);
- Winddrukgestuurde toevoerroosters, $\Delta p \leq 1$ Pa, in de gevels van de woonkamer, keuken en slaapkamers (dit betreffen de overige verblijfsruimten);
- Een CO₂-sensor in de woonkamer bij woningen met een gesloten keuken. Bij woningen met een open keuken kan deze CO₂-sensor of in de woonkamer (CO₂-ruimtesensor) of in het retourkanaal (regelklep) van de keuken worden geplaatst;
- Een CO₂-sensor in de hoofdslaapkamer;
- Bedieningsschakelaar in de woonkamer/keuken waarmee naar de nachtstand en naar de hoogstand kan worden geschakeld. Bij een systeem met een CO₂-sensor in de woonkamer (CO₂-ruimtesensor) is deze schakelaar geïntegreerd in deze CO₂-sensor

d.m.v. koppeling met de sensorless regelklep in het retourkanaal van de keuken. Bij woningen waarbij de CO₂-concentratie in het retourkanaal van de keuken wordt gemeten (regelklep) wordt een losse bedieningsschakelaar in de woonkamer geplaatst. In woningen met een gesloten keuken wordt een losse bedieningsschakelaar in de keuken geplaatst;

- Een bedieningsschakelaar in de badkamer waarmee naar de hoogstand kan worden geschakeld ofwel een RH-bedieningssensor die het vochtgehalte van de lucht in de badkamer meet ofwel een RH-sensor in het retourkanaal van de badkamer;
- Bij installatie van het systeem in de woning wordt door middel van een drukknop op de printplaat de regeling NGG gekozen;
- Toe- en afvoerpunten conform Bouwbesluit, aangevuld met een afvoerpunt met een capaciteit van 7 dm³/s in de inpandige berging en/of op zolder.

Ter onderbouwing van de werking van het systeem worden de volgende voorwaarden gesteld:

- Er is een rapport beschikbaar van de toegepaste winddrukgestuurde toevoerroosters ($\Delta p \leq 1$ Pa).
- De luchtdoorlatendheid van de woning is niet groter dan $q_{v10;kar} \leq 1,0$ dm³/s.m²;
- Bij CO₂-meting moet de meetnauwkeurigheid vallen binnen +/- 40 ppm + 5% van de gemeten waarde tussen 300 en 1200 ppm. De sensoren moeten zelfkalibrerend zijn.

Voor een goede werking van het systeem worden de volgende handmatige acties van de gebruiker gevraagd:

- Het in- en uitschakelen van de middenstand bij gebruik van slaapkamers anders dan de hoofdslaapkamer;
- Het in- en uitschakelen van de hoogstand bij gebruik van de keuken;
- Het in- en uitschakelen van de hoogstand bij gebruik van de badkamer indien er geen vocht ruimtesensor-bedieningsschakelaar of vocht regelklep onderdeel is van het systeem.

Ventilator

Het nominale vermogen van de ventilatie-unit, onderdeel van het ventilatiesysteem, is bepaald op basis van de ventilatiestromen uit de VLA-methodiek en de door de fabrikant verstrekte technische gegevens van de ventilator bij een werkdruk van 100 Pa. De volgende vervangende waarde mag worden aangehouden:

$$P_{nom;el}: 7,372 \cdot 10^{-3} \times (\max[q_{V;inst}; q_{usi;spec;functie\ g} \times A_g; 35 \times N_{Woon;zi}])^2 \text{ [W]}$$

De waarden voor $q_{V;inst}$ en $q_{usi;spec;functie\ g}$ worden uitgedrukt in dm³/s. A_g betreft de gebruiksoppervlakte en $N_{Woon;zi}$ betreft het aantal woningbouweenheden per rekenzone.

In combinatie met de vervangende waarde voor het nominale vermogen van de ventilator mag voor de reductiefactor voor de luchtvolumestroomregeling voor het omrekenen van het nominale vermogen naar het gemiddelde vermogen voor de ventilator, de volgende vervangende waarde aangehouden:

f_{refan} : 0,134

De waarden zijn bepaald volgens bepalingsmethode stap 6a uit de VLA-methodiek.

Op basis van deze gegevens kan in de energieprestatieberekening het effectieve ventilatorvermogen (P_{eff}) worden berekend. Voor de woningtypen uit de VLA-methodiek worden de volgende resultaten gevonden voor het effectieve ventilatorvermogen per woning ($P_{eff,w}$) en voor het gewogen gemiddelde effectieve ventilatorvermogen voor de betreffende woningen (P_{eff}^*).

Ventilatiesysteem	$P_{eff,w}$ [W]							$P_{eff,w}^*$
	GG1	GG2	GG3	NGG1	NGG2	NGG3	NGG4	[W] ¹
Duco Focus System met 2 CO ₂ -sensoren NGG	–	–	–	2,4	2,4	1,7	1,7	2,0

¹ Gewogen op de betreffende woningen (grondgebonden en/of niet-grondgebonden).

Rapportage en voorwaarden

Het volledige onderzoek naar de energetische aspecten van dit ventilatiesysteem is opgenomen in de rapportage met kenmerk NA 1107-4-RA, gedateerd 12 september 2018. De rapportage en gelijkwaardigheidsverklaring zijn middels een collegiale toetsing gecontroleerd. Deze gelijkwaardigheidsverklaring is geldig tot en met 31 december 2022.

Mocht blijken dat de kwaliteit van de toegepaste componenten afwijkt van de in deze gelijkwaardigheidsverklaring gehanteerde specificaties of de inbouw en installatie afwijkt van wat in deze gelijkwaardigheidsverklaring is aangehouden, dan komt de gelijkwaardigheidsverklaring te vervallen en dient uitgegaan te worden van de forfaitaire rekenwaarden uit de geldende versie van NTA 8800.

Zoetermeer, 1 oktober 2020

Peutz bv

ir. J.A. Eijsackers

Gelijkwaardigheidsverklaring

Deze gelijkwaardigheidsverklaring geeft de vervangende waarden voor f_{sys} , f_{ctrl} , f_{regfan} en $P_{nom;el}$ uit NTA 8800:2020. Deze waarden zijn bepaald conform de VLA-methode versie 1.3, gedateerd 17 juli 2018, inclusief addendum gedateerd 1 oktober 2020.

De vervangende waarden hebben betrekking op het volgende ventilatiesysteem:

Leverancier:	Duco Ventilation & Sun Control
Type:	Duco Focus System met extra CO₂-sensoren
Woningtype:	Grondgebonden woningen en niet grondgebonden woningen
Ventilatie unit:	DucoBox Focus
Systeemvariant:	C.5a
f_{sys}:	1,00
f_{ctrl}:	0,47
$P_{nom;el}$:	$7,372 \cdot 10^{-3} \times (\max[q_{V;inst}; q_{usi;spec;functie\ g} \times A_g; 35 \times N_{Woon;zi}])^2$ [W]
f_{regfan}:	0,107

De genoemde waarden van f_{sys} en f_{ctrl} zijn respectievelijk de luchtvolumestroomfactor en de correctiefactor voor het regelsysteem bij warmte- en koudebehoefte. Ze mogen in plaats van de forfaitaire waarden uit tabel 11.5 van NTA 8800:2020 worden gebruikt.

De genoemde waarden voor f_{regfan} en $P_{nom;el}$ zijn respectievelijk de reductiefactor voor de luchtvolumestroomregeling voor het omrekenen van het nominale vermogen naar gemiddeld vermogen en het nominale elektrische vermogen van de ventilator. Ze mogen in plaats van de forfaitaire waarden uit tabel 11.22 van NTA 8800:2020 worden gebruikt.

Omschrijving, voorwaarden en werking ventilatiesysteem

Het ventilatiesysteem is voorzien van de volgende componenten:

- Een MV-box (type DucoBox Focus) met klepsturing in maximaal 7 zones (keuken, badkamer, toilet en eventueel zolder / berging);
- Winddrukgestuurde toevoerroosters, $\Delta p \leq 1$ Pa, in de gevels van de woonkamer, keuken en slaapkamers (dit betreffen de overige verblijfsruimten);
- Een CO₂-sensor in de woonkamer bij woningen met een gesloten keuken. Bij woningen met een open keuken kan deze CO₂-sensor of in de woonkamer (CO₂-ruimtesensor) of in het retourkanaal (regelklep) van de keuken worden geplaatst;
- CO₂-sensoren in de slaapkamers (dit betreffen de overige verblijfsruimten);
- Bedieningsschakelaar in de woonkamer/keuken waarmee naar de hoogstand kan worden geschakeld. Bij een systeem met een CO₂-sensor in de woonkamer (CO₂-ruimtesensor) is deze schakelaar geïntegreerd in deze CO₂-sensor d.m.v.

koppeling met de sensorless regelklep in het retourkanaal van de keuken. Bij woningen waarbij de CO₂-concentratie in het retourkanaal van de keuken wordt gemeten (regelklep) wordt een losse bedieningsschakelaar in de woonkamer geplaatst. In woningen met een gesloten keuken wordt een losse bedieningsschakelaar in de keuken geplaatst;

- Een bedieningsschakelaar in de badkamer waarmee naar de hoogstand kan worden geschakeld ofwel een RH-bedieningssensor die het vochtgehalte van de lucht in de badkamer meet ofwel een RH-sensor in het retourkanaal van de badkamer;
- Toe- en afvoerpunten conform Bouwbesluit, aangevuld met een afvoerpunt met een capaciteit van 7 dm³/s in de inpandige berging en/of op zolder.

Ter onderbouwing van de werking van het systeem worden de volgende voorwaarden gesteld:

- Er is een rapport beschikbaar van de toegepaste winddrukgestuurde toevoerroosters ($\Delta p \leq 1$ Pa).
- De luchtdoorlatendheid van de woning is niet groter dan $q_{v10;kar} \leq 1,0$ dm³/s.m²;
- Bij CO₂-meting moet de meetnauwkeurigheid vallen binnen +/- 40 ppm + 5% van de gemeten waarde tussen 300 en 1200 ppm. De sensoren moeten zelfkalibrerend zijn.

Voor een goede werking van het systeem worden de volgende handmatige acties van de gebruiker gevraagd:

- Het in- en uitschakelen van de hoogstand bij gebruik van de keuken;
- Het in- en uitschakelen van de hoogstand bij gebruik van de badkamer indien er geen vocht ruimtesensor-bedieningsschakelaar of vocht regelklep onderdeel is van het systeem.

Ventilator

Het nominale vermogen van de ventilatie-unit, onderdeel van het ventilatiesysteem, is bepaald op basis van de ventilatiestromen uit de VLA-methodiek en de door de fabrikant verstrekte technische gegevens van de ventilator bij een werkdruk van 100 Pa. De volgende vervangende waarde mag worden aangehouden:

$$P_{nom;el}: 7,372 \cdot 10^{-3} \times (\max[q_{V;inst}; q_{usi;spec;functie\ g} \times A_g; 35 \times N_{Woon;zi}])^2 \text{ [W]}$$

De waarden voor $q_{V;inst}$ en $q_{usi;spec;functie\ g}$ worden uitgedrukt in dm³/s. A_g betreft de gebruiksoppervlakte en $N_{Woon;zi}$ betreft het aantal woningbouweenheden per rekenzone.

In combinatie met de vervangende waarde voor het nominale vermogen van de ventilator mag voor de reductiefactor voor de luchtvolumestroomregeling voor het

omrekenen van het nominale vermogen naar het gemiddelde vermogen voor de ventilator, de volgende vervangende waarde aangehouden:

f_{regfan} : 0,107

De waarden zijn bepaald volgens bepalingsmethode stap 6a uit de VLA-methodiek.

Op basis van deze gegevens kan in de energieprestatieberekening het effectieve ventilatorvermogen (P_{eff}) worden berekend. Voor de woningtypen uit de VLA-methodiek worden de volgende resultaten gevonden voor het effectieve ventilatorvermogen per woning ($P_{eff,w}$) en voor het gewogen gemiddelde effectieve ventilatorvermogen voor de betreffende woningen (P_{eff}^*).

Ventilatiesysteem	$P_{eff,w}$ [W]							$P_{eff,w}^*$ [W] ¹
	GG1	GG2	GG3	NGG1	NGG2	NGG3	NGG4	
Duco Focus System met extra CO ₂ -sensoren	1,9	2,5	1,9	1,9	1,9	1,4	1,4	1,9

¹Gewogen op de betreffende woningen (grondgebonden en/of niet-grondgebonden).

Rapportage en voorwaarden

Het volledige onderzoek naar de energetische aspecten van dit ventilatiesysteem is opgenomen in de rapportage met kenmerk NA 1107-4-RA, gedateerd 12 september 2018. De rapportage en gelijkwaardigheidsverklaring zijn middels een collegiale toetsing gecontroleerd. Deze gelijkwaardigheidsverklaring is geldig tot en met 31 december 2022.

Mocht blijken dat de kwaliteit van de toegepaste componenten afwijkt van de in deze gelijkwaardigheidsverklaring gehanteerde specificaties of de inbouw en installatie afwijkt van wat in deze gelijkwaardigheidsverklaring is aangehouden, dan komt de gelijkwaardigheidsverklaring te vervallen en dient uitgegaan te worden van de forfaitaire rekenwaarden uit de geldende versie van NTA 8800.

Zoetermeer, 1 oktober 2020
Peutz bv

ir. J.A. Eijsackers

Gelijkwaardigheidsverklaring

Deze gelijkwaardigheidsverklaring geeft de vervangende waarden voor f_{sys} , f_{ctrl} , f_{regfan} en $P_{nom;el}$ uit NTA 8800:2020. Deze waarden zijn bepaald conform de VLA-methodiek versie 1.3, gedateerd 17 juli 2018, inclusief addendum gedateerd 1 oktober 2020.

De vervangende waarden hebben betrekking op het volgende ventilatiesysteem:

Leverancier:	Duco Ventilation & Sun Control
Type:	Duco Focus System met afzonderlijke afvoer slaapkamers
Woningtype:	Grondgebonden woningen en niet-grondgebonden woningen
Ventilatie unit:	DucoBox Focus
Systeemvariant:	C.5b
f_{sys}:	1,00
f_{ctrl}:	0,46
$P_{nom;el}$:	$7,372 \cdot 10^{-3} \times (\max[q_{V;inst}; q_{usi;spec;functie\ g} \times A_g; 35 \times N_{Woon;zi}])^2$ [W]
f_{regfan}:	0,099

De genoemde waarden van f_{sys} en f_{ctrl} zijn respectievelijk de luchtvolumestroomfactor en de correctiefactor voor het regelsysteem bij warmte- en koudebehoefte. Ze mogen in plaats van de forfaitaire waarden uit tabel 11.5 van NTA 8800:2020 worden gebruikt.

De genoemde waarden voor f_{regfan} en $P_{nom;el}$ zijn respectievelijk de reductiefactor voor de luchtvolumestroomregeling voor het omrekenen van het nominale vermogen naar gemiddeld vermogen en het nominale elektrische vermogen van de ventilator. Ze mogen in plaats van de forfaitaire waarden uit tabel 11.22 van NTA 8800:2020 worden gebruikt.

Omschrijving, voorwaarden en werking ventilatiesysteem

Het ventilatiesysteem is voorzien van de volgende componenten:

- Een MV-box (type DucoBox Focus) met klepsturing in maximaal 7 zones (keuken, badkamer, toilet, slaapkamers afzonderlijk en eventueel zolder / berging);
- Winddrukgestuurde toevoerroosters, $\Delta p \leq 1$ Pa, in de gevels van de woonkamer, keuken en slaapkamers (dit betreffen de overige verblijfsruimten);
- Afvoerpunten in de keuken, badkamer, wasmachine opstelplaats (wasruimte) en toiletten, met een afvoercapaciteit overeenkomstig het Bouwbesluit 2012;
- Afvoerpunten in alle slaapkamers, met een geïnstalleerde afvoercapaciteit die gelijk is aan de nominale capaciteit van de toevoerroosters in de slaapkamers bij 1 Pa drukverschil.

- Een CO₂-sensor in de woonkamer bij woningen met een gesloten keuken. Bij woningen met een open keuken kan deze CO₂-sensor of in de woonkamer (CO₂ ruimtesensor) of in het retourkanaal (regelklep) van de keuken worden geplaatst;
- CO₂-sensoren in elk van de retourkanalen ten behoeve van de afvoer in de slaapkamers (dit betreffen de overige verblijfsruimten);
- Bedieningsschakelaar in de woonkamer/keuken waarmee naar de hoogstand kan worden geschakeld. Bij een systeem met een CO₂-sensor in de woonkamer (CO₂ ruimtesensor) is deze schakelaar geïntegreerd in deze CO₂-sensor d.m.v. koppeling met de sensorless regelklep in het retourkanaal van de keuken. Bij woningen waarbij de CO₂-concentratie in het retourkanaal van de keuken wordt gemeten (regelklep) wordt een losse bedieningsschakelaar in de woonkamer geplaatst. In woningen met een gesloten keuken wordt een losse bedieningsschakelaar in de keuken geplaatst;
- Een bedieningsschakelaar in de badkamer waarmee naar de hoogstand kan worden geschakeld ofwel een RH-bedieningssensor die het vochtgehalte van de lucht in de badkamer meet ofwel een RH-sensor in het retourkanaal van de badkamer;
- Toe- en afvoerpunten conform Bouwbesluit, aangevuld met een afvoerpunt met een capaciteit van 7 dm³/s in de inpandige berging en/of op zolder.

Ter onderbouwing van de werking van het systeem worden de volgende voorwaarden gesteld:

- Er is een rapport beschikbaar van de toegepaste winddrukgestuurde toevoerroosters ($\Delta p \leq 1 \text{ Pa}$).
- De luchtdoorlatendheid van de woning is niet groter dan $q_{v10;kar} \leq 1,0 \text{ dm}^3/\text{s.m}^2$;
- Bij CO₂-meting moet de meetnauwkeurigheid vallen binnen +/- 40 ppm + 5% van de gemeten waarde tussen 300 en 1200 ppm. De sensoren moeten zelfkalibrerend zijn.

Voor een goede werking van het systeem worden de volgende handmatige acties van de gebruiker gevraagd:

- Het in- en uitschakelen van de hoogstand bij gebruik van de keuken;
- Het in- en uitschakelen van de hoogstand bij gebruik van de badkamer indien er geen vocht ruimtesensor-bedieningsschakelaar of vocht regelklep onderdeel is van het systeem.

Ventilator

Het nominale vermogen van de ventilatie-unit, onderdeel van het ventilatiesysteem, is bepaald op basis van de ventilatiestromen uit de VLA-methodiek en de door de fabrikant verstrekte technische gegevens van de ventilator bij een werkdruk van 100 Pa. De volgende vervangende waarde mag worden aangehouden:

$$P_{nom,el}: 7,372 \cdot 10^{-3} \times (\max[q_{v,inst}; q_{us,spec;functie g} \times A_g; 35 \times N_{Woon,zil}])^2 \text{ [W]}$$

N 1159-35-BR 3

N 1159-35-BR 3

N 1159-35-BR 3

N 1159-35-BR 3

N 1159-35-BR 3

N 1159-35-BR 3

N 1159-35-BR 3

N 1159-35-BR 3

N 1159-35-BR 3

N 1159-35-BR 3

N 1159-35-BR 3

N 1159-35-BR 3

Uitgangspunten document

Woonhuis Van de Kerkhof te Nuenen

UPD - Uitgangspunten hoofddraagconstructie

Documentnr.	: VL22371UPD-000-P01
Datum	: 23 december 2022
Status extern	: S4: Geschikt voor fase goedkeuring
Status intern	: Definitief
Revisie	: P01

Uitgangspunten document

PROJECT : **Woonhuis Van de Kerkhof te Nuenen**

ONDERDEEL : **UPD - Uitgangspunten hoofddraagconstructie**

WERKNUMMER V&L : 22371
DOCUMENTNUMMER : VL22371UPD-000-P01
STATUS EXTERN : S4: Geschikt voor fase goedkeuring
STATUS INTERN : Definitief
REVISIE : P01

OPDRACHTGEVER : Dhr. en mevr. van de Kerkhof
Molekeslaan 1
5674 VX Nuenen

ARCHITECT : Bureau voor architectuur en stedenbouw Rose en de Bie BV BNA/BNSP
Torenstraat 32
5473 EL Heeswijk-Dinther

REVISIE	DATUM	OMSCHRIJVING	DOOR
P01	23 december 2022	Eerste versie	DW

Constructeur:	ir. Dian Willems	Paraaf: 	Datum: 23-12-2022
Contr. constructeur:	ing. Patrick van Asseldonk RC	Paraaf: 	Datum: 23-12-2022

Inhoudsopgave

Omschrijving	Pagina
1. Inleiding	1
2. Projectomschrijving	1
3. Voorschriften	2
4. Gegevens derden	2
5. Materialen	2
6. Belastingen	3
6.1. Betrouwbaarheidsklasse en ontwerplevensduur	3
6.2. Standaard belastingen	3
6.3. Blijvende en opgelegde belastingen	3
6.4. Sneeuwbelasting	6
6.5. Windbelasting	6
7. Stabiliteit	7
8. Hoofddraagconstructie	7
9. Brandwerendheid hoofddraagconstructie	7
9.1. Eisen algemeen	7

Bijlage A - Constructieschema's

1. Inleiding

Dit rapport bevat de uitgangspunten voor de berekening van het constructieve ontwerp van de nieuwbouwwoning voor familie Van de Kerkhof te Nuenen. De detailuitwerking in de detaillerings- en uitvoeringsfase moeten gebaseerd worden op de uitgangspunten gesteld in dit document.

2. Projectomschrijving

Het project betreft de bouw van een vrijstaand huis. De woning bestaat uit een begane grondvloer en 1e verdiepingvloer met een hellend dak. De verdiepingvloer bevindt zich in een gedeelte van de woning, in het overige deel ontstaat een vide. Aan de achterzijde van de woning bevindt zich een inpandig overdekt terras.

De constructie van de woning bestaat uit houten spanten en HSB wanden. Voor de verdiepingvloer wordt een houten balklaag toegepast.



3. Voorschriften

De onderstaande voorschriften zijn van toepassing:

<i>Eurocode 0 - Grondslagen van het constructief ontwerp</i>	<i>NEN-EN 1990+A1+A1/C2/NB</i>
<i>Eurocode 1 - Belastingen op constructies</i>	<i>NEN-EN 1991</i>
<i>Deel 1-1: Algemene belastingen - Volumieke gewichten, eigen gewicht en opgelegde belastingen voor gebouwen</i>	<i>NEN-EN 1991-1-1+C1/NB</i>
<i>Deel 1-3: Algemene belastingen - Sneeuwbelasting</i>	<i>NEN-EN 1991-1-3+C1/NB</i>
<i>Deel 1-4: Algemene belastingen - Windbelasting</i>	<i>NEN-EN 1991-1-4+A1+C2/NB</i>
<i>Eurocode 2 - Betonconstructies</i>	<i>NEN-EN 1992</i>
<i>Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen</i>	<i>NEN-EN 1992-1-1+C2/NB</i>
<i>Eurocode 3 - Staalconstructies</i>	<i>NEN-EN 1993</i>
<i>Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen</i>	<i>NEN-EN 1993-1-1+C2/NB</i>
<i>Eurocode 5 - Houtconstructies</i>	<i>NEN-EN 1995-1-1/2</i>
<i>Eurocode 7 - Geotechnische ontwerp</i>	<i>NEN-EN 1997-1/2</i>

4. Gegevens derden

Funderings/Geotechnisch advies

[1] Sonderingen dienen nog uitgevoerd te worden.

Bouwkundige tekeningen

[2] Bureau voor architectuur en stedenbouw Rose en de Bie BV, Projectnr: NK01
B01 - Bestek - plattegronden, gevels en doorsneden (datum: 18-10-2022)
B02 & B03 - Bestek - Details (datum: 18-10-2022)

5. Materialen

Toe te passen materialen (tenzij anders vermeld):

Beton	
In het werk gestort - fundering	C20/25
Betonstaal	B500B
Constructiestaal	
Walsproducten	S235
Kokerprofielen ≤100 mm	S235
Kokerprofielen >100 mm	S275
Bouten	8.8 (gerolde draad)
Ankers	4.6
Hout	C24
Gelamineerd hout	GL28h

6. Belastingen

6.1. Betrouwbaarheidsklasse en ontwerplevensduur

	Gebouw
Functie	Woning
Betrouwbaarheidsklasse	RC1
Niveau	Normaal
Uitvoeringsklasse	EXC2
$K_{FI} * \gamma_{f,g}$	1,08 / 1,22
$K_{FI} * \gamma_{f,g}$	0,90 (gunstig)
$K_{FI} * \gamma_{f,q}$	1,35
Ontwerplevensduur	50 jaar

6.2. Standaard belastingen

HSB-wand + bekleding	:	$q_{G,k}$	=	0,60 kN/m ²
Puien, HSB wand	:	$q_{G,k}$	=	0,50 kN/m ²
Beton per m ³	:	$q_{G,k}$	=	25,00 kN/m ³
Staal per m ³	:	$q_{G,k}$	=	78,50 kN/m ³

6.3. Blijvende en opgelegde belastingen

Hellend dak (klasse H - niet toegankelijk)		Dakhelling =		37 °
Blijvende belasting				
Keramische dakpannen	=	0,45 /	0,80 =	0,56
OSB (d=18 mm) + panlatten + tengels	=	0,15 /	0,80 =	0,19
Sporen (h.o.h. 400 mm)	=	0,20 /	0,80 =	0,25
Isolatie (d=300 mm)	=	0,10 /	0,80 =	0,13
OSB (d=12 mm)	=	0,08 /	0,80 =	0,10
Plafond	=	0,10 /	0,80 =	0,13 +
q _{G,k}		=	1,08 /	0,80 = 1,35 kN/m²
Opgelegde belasting - gelijkmatig				
(Ψ0 = 0; Ψ1 = 0; Ψ2 = 0)		F _{t0} = 0,00 kN/m²		
Woning	(Levensduur = 50 jaar)	F _t =	1,00 x	0,00 = 0,00 kN/m²
Opgelegde belasting - geconcentreerd				
		Q _{Q,k} = 2,00 kN		

Hellend dak - uitbouw (klasse H - niet toegankelijk)		Dakhelling =		12 °
Blijvende belasting				
Keramische dakpannen	=	0,45 /	0,98 =	0,46
OSB (d=18 mm) + panlatten + tengels	=	0,15 /	0,98 =	0,15
Sporen (h.o.h. 400 mm)	=	0,20 /	0,98 =	0,20
Isolatie (d=300 mm)	=	0,10 /	0,98 =	0,10
OSB (d=12 mm)	=	0,08 /	0,98 =	0,08
Plafond	=	0,10 /	0,98 =	0,10 +
q _{G,k}		=	1,08 /	0,98 = 1,10 kN/m ²
Opgelegde belasting - gelijkmatig				
(Ψ0 = 0; Ψ1 = 0; Ψ2 = 0)		F _{t0} = 1,00 kN/m ²		
Woning	(Levensduur = 50 jaar)	F _t =	1,00 x	1,00 = 1,00 kN/m ²
Opgelegde belasting - geconcentreerd				
		Q _{Q,k} = 2,00 kN		

Hellend dak - overkapping (klasse H - niet toegankelijk)		Dakhelling =		22 °
Blijvende belasting				
Keramische dakpannen	=	0,45 /	0,93 =	0,49
OSB (d=18 mm) + panlatten + tengels	=	0,15 /	0,93 =	0,16
Sporen (h.o.h. 400 mm)	=	0,20 /	0,93 =	0,22
Plafond	=	0,10 /	0,93 =	0,11 +
q _{G,k}		=	0,90 /	0,93 = 0,97 kN/m ²
Opgelegde belasting - gelijkmatig				
(Ψ0 = 0; Ψ1 = 0; Ψ2 = 0)		F _{t0} = 0,00 kN/m ²		
Woning	(Levensduur = 50 jaar)	F _t =	1,00 x	0,00 = 0,00 kN/m ²
Opgelegde belasting - geconcentreerd				
		Q _{Q,k} = 2,00 kN		

PROJECT : Woonhuis Van de Kerkhof te Nuenen
 ONDERDEEL : UPD - Uitgangspunten hoofddraagconstructie

PROJECTNR. : 22371
 DATUM : 23-12-2022

Verdiepingsvloer

Blijvende belasting					
Afwerklaag + tackerplaat 20 mm	=	0,06	*	20,00	= 1,20
Houten balklaag + beplating	=			0,35	= 0,35
Plafond	=			0,15	= 0,15 +
				q_{G,k}	= 1,70 kN/m²
Opgelegde belasting - gelijkmatig					
Klasse A: wonen - niet-gemeenschappelijke vloeren					= 1,75
Verpl. scheidingswanden ≤ 2,0kN/m					= 0,80 +
(Ψ0 = 0,4; Ψ1 = 0,5; Ψ2 = 0,3)				F₁₀	= 2,55 kN/m²
Woning (Levensduur = 50 jaar)		F _t =	1,00 x	2,55	= 2,55 kN/m ²
Opgelegde belasting - geconcentreerd				Q_{Q,k}	= 3,00 kN

Begane grondvloer met vorstrand

Blijvende belasting					
Afwerkvloer 75 mm + tackerplaat	=	0,075	*	20,00	= 1,50
Betonvloer	=	0,15	*	25,00	= 3,75 +
				q_{G,k}	= 5,25 kN/m²
Opgelegde belasting - gelijkmatig					
Klasse A: wonen - niet-gemeenschappelijke vloeren					= 1,75
Verpl. scheidingswanden ≤ 2,0kN/m					= 0,80 +
(Ψ0 = 0,4; Ψ1 = 0,5; Ψ2 = 0,3)				F₁₀	= 2,55 kN/m²
Woning (Levensduur = 50 jaar)		F _t =	1,00 x	2,55	= 2,55 kN/m ²
Opgelegde belasting - geconcentreerd				Q_{Q,k}	= 3,00 kN

Buitengevel

HSB-wand + bekleding	=	0,60	=	0,60
Houten afwerking buitenzijde	=	0,20	=	0,20
				+
Blijvende belasting		q_{G,k}	=	0,80 kN/m²

6.4. Sneeuwbelasting

dakhelling	F_{t0} (kN/m ²)	F_t (kN/m ²) Gebouw
≤ 30	$0,80 \times 0,70 = 0,56$	$1,00 \times 0,56 = 0,56$
37	$0,61 \times 0,70 = 0,43$	$1,00 \times 0,43 = 0,43$

6.5. Windbelasting

Gegeven gebouw en omgeving

Windgebied in Nederland = Gebied III
 Terrein bebouwing = onbebouwd
 $v_b = v_{b,0}$ (basiswindsnelheid) = 24,50 m/s

Stuwdruk	F_t (kN/m ²) Gebouw
h (m) (gebouwhoogte)	5,00
b (m) (gem. breedte)	3,60
d (m) (gem. diepte)	20,00
C_{prob}	1,00
$v_b \cdot C_{prob}$	24,52
k_r (terreinfactor)	0,21
$C_r(z)$ (ruwheidsfactor)	0,67
Z_0 (ruwheidslengte in m)	0,20
Z_{min} (ruwheidslengte in m)	4,00
h/d	0,25
$C_s C_d$	1,00
Factor (correlatiefactor)	0,85
$q_{p(Ze)}$ (extreme stuwdruk in kN/m ²)	0,54

Drukcoëfficiënten

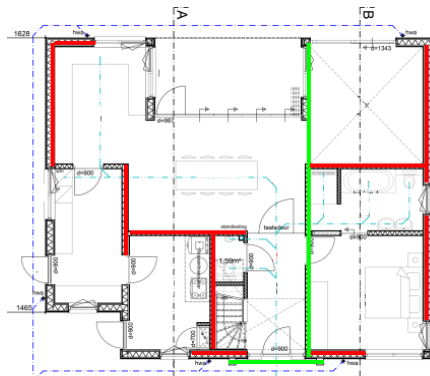
C_{pe} (winddruk)	=	0,80
C_{pe} (windzuiging)	=	0,50
C_{fr} (wrijving zeer ruw dak)	=	0,04
C_{fr} (wrijving zeer ruwe gevel)	=	0,04
C_{pi} (overdruk)	=	0,20
C_{pi} (onderdruk)	=	0,30

Windbelasting	F_t (kN/m ²) Gebouw
w_e	
Gevel	
Winddruk	0,43
Windzuiging	0,27
Overdruk	0,11
Onderdruk	0,16
Windwrijving	0,02

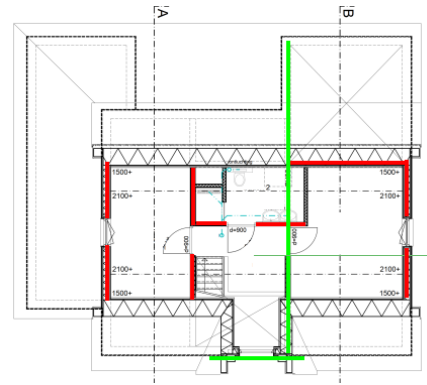
7. Stabiliteit

De stabiliteit van de woning zal verzorgd worden door de combinatie van stabiliteitswanden en gelamineerde spanten met schijfwerking in de vloeren en het dak. De stabiliteitswanden worden uitgevoerd in houtskeletbouw en zijn ten behoeven van de schijfwerking voorzien van OSB plaat. Doordat een HSB-woning lichter is dan een traditionele woning, kan in sommige wanden een trekkracht ontstaan. Deze dient in de begane grondvloer en/of verdiepingsvloer te worden verankerd.

In onderstaande plattegronden zijn de stabiliteitswanden (rood gemarkeerd) en gelamineerde spanten (groen gemarkeerd) per verdieping aangegeven.



Figuur 1: Stabiliteitswanden begane grondvloer



Figuur 2: Stabiliteitswanden 1ste verdiepingsvloer

8. Hoofddraagconstructie

Fundering

Afhankelijk van de draagkrachtigheid van de ondergrond wordt bepaald wat voor fundering er wordt toegepast. Het uitgangspunt is om een vloer met vorstrand toe te passen, e.e.a. is nog afhankelijk van de te maken sonderingen.

Draagstructuur

De dakconstructie bestaat uit een gordingenkap. De belastingen vanuit deze kap worden overgedragen aan de gordingen en de verschillende houten spanten en HSB-wanden op de verdiepingsvloer. Voor de verdiepingsvloer wordt een houten balklaag toegepast. De begane grondvloer is een vloer met vorstrand welke de belastingen afdraagt naar de onderliggende grond.

9. Brandwerendheid hoofddraagconstructie

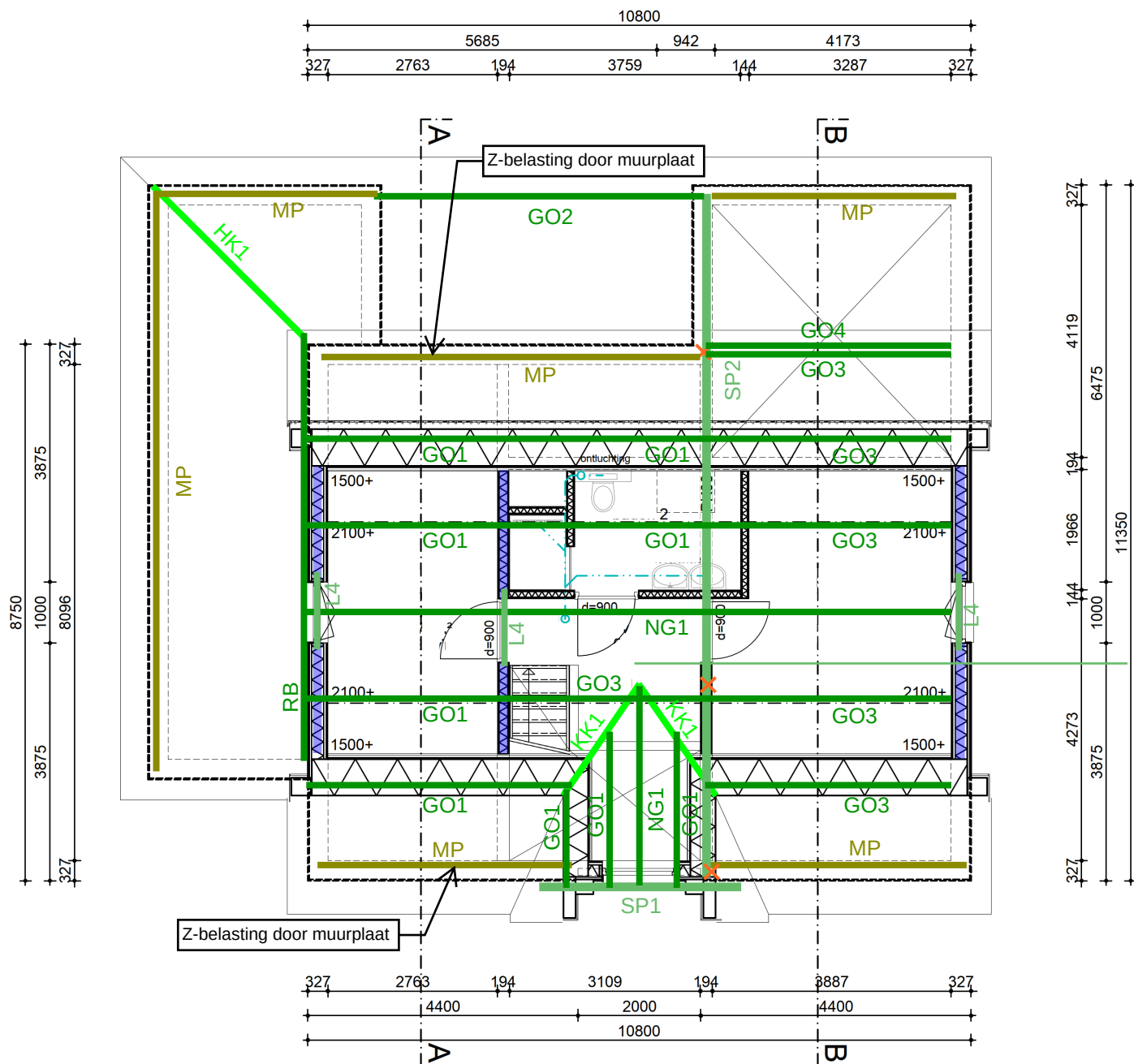
9.1. Eisen algemeen

Brandwerendheid volgens opgave brandadviseur.

Bijlage A

Constructieschema's

Dakconstructie

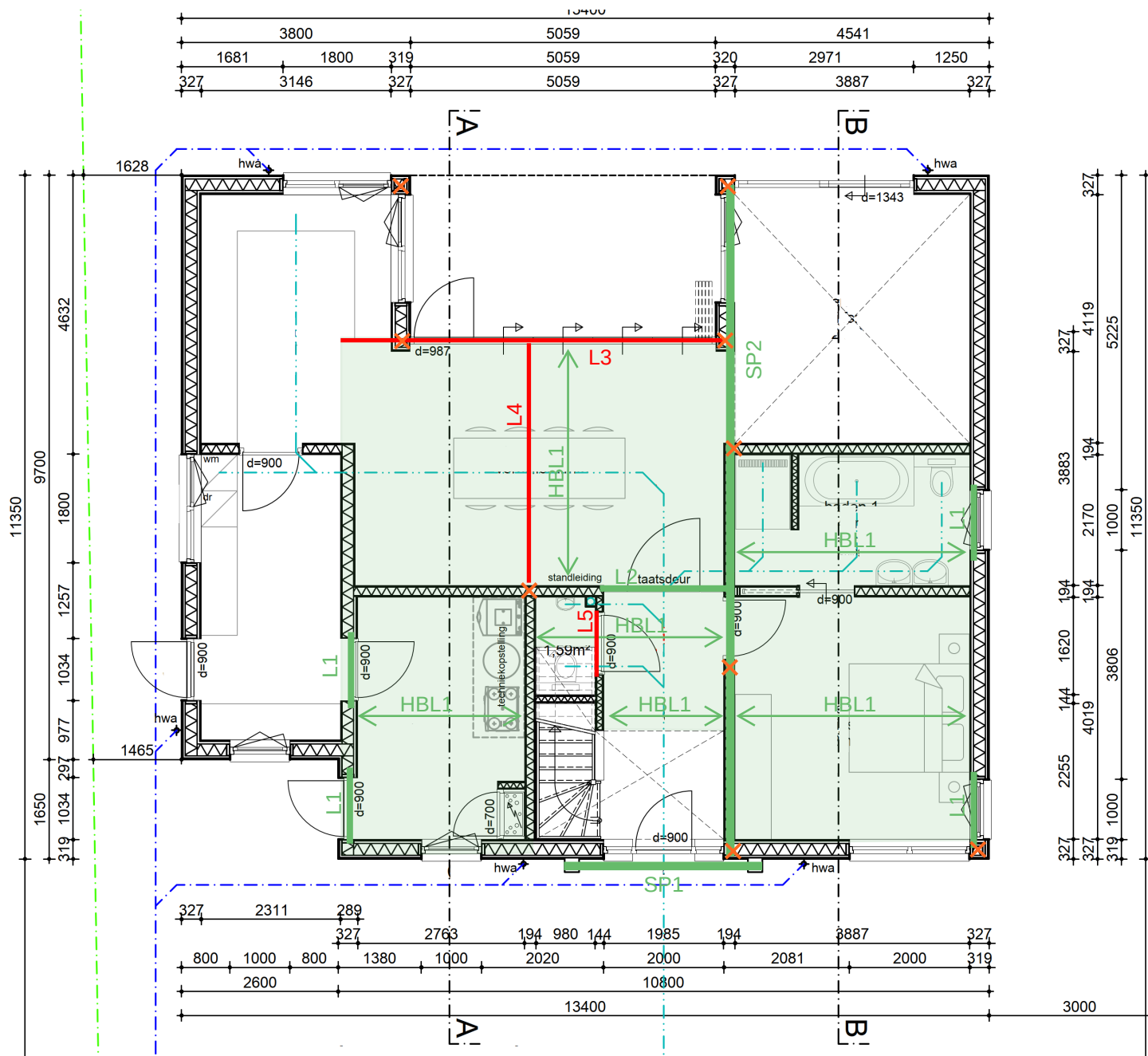


- NG1 = Houten nokgording, 95x220 mm (C24)
- GO1 = Houten gording, 70x220 mm (C24)
- GO2 = Houten gording, afmetingen n.t.b.
- GO3 = Houten gording, 2x 58x220 mm (C24)
- GO4 = Houten gording, 95x220 mm (C24)
- MP1 = Muurplaat, afmetingen n.t.b.
- ✗ = Houten kolom, afmetingen n.t.b.
- RB = Houten randbalk, afmetingen n.t.b.
- KK1 = Houten kilkeper, afmetingen n.t.b.
- SP1 = Houten spant, zie aanzicht AA (GL28h)
- SP2 = Houten spant, zie aanzicht AA (GL28h)

verhoeven·leenders

Projectnummer: 22371
 Projectnaam: Woonhuis van der Kerkhof
 Behandeld door: ir. D. Willems
 Datum: 22-12-2022
 Fase: UPD

Verdiepingsvloer



HBL1 = houten balklaag, 95x220 mm h.o.h. 600 mm (C24)

L1 = houten ligger, 70x220 mm (C24)

L2 = houten ligger, 70x220 mm (C24)

L3 = stalen ligger, afmetingen n.t.b.

L4 = stalen ligger, afmetingen n.t.b.

L5 = stalen latei, afmetingen n.t.b.

X = houten kolom, afmetingen n.t.b.

SP1 = houten spant, zie aanzicht AA (GL28h)

SP2 = houten spant, zie aanzicht AA (GL28h)

verhoeven·leenders

Projectnummer: 22371

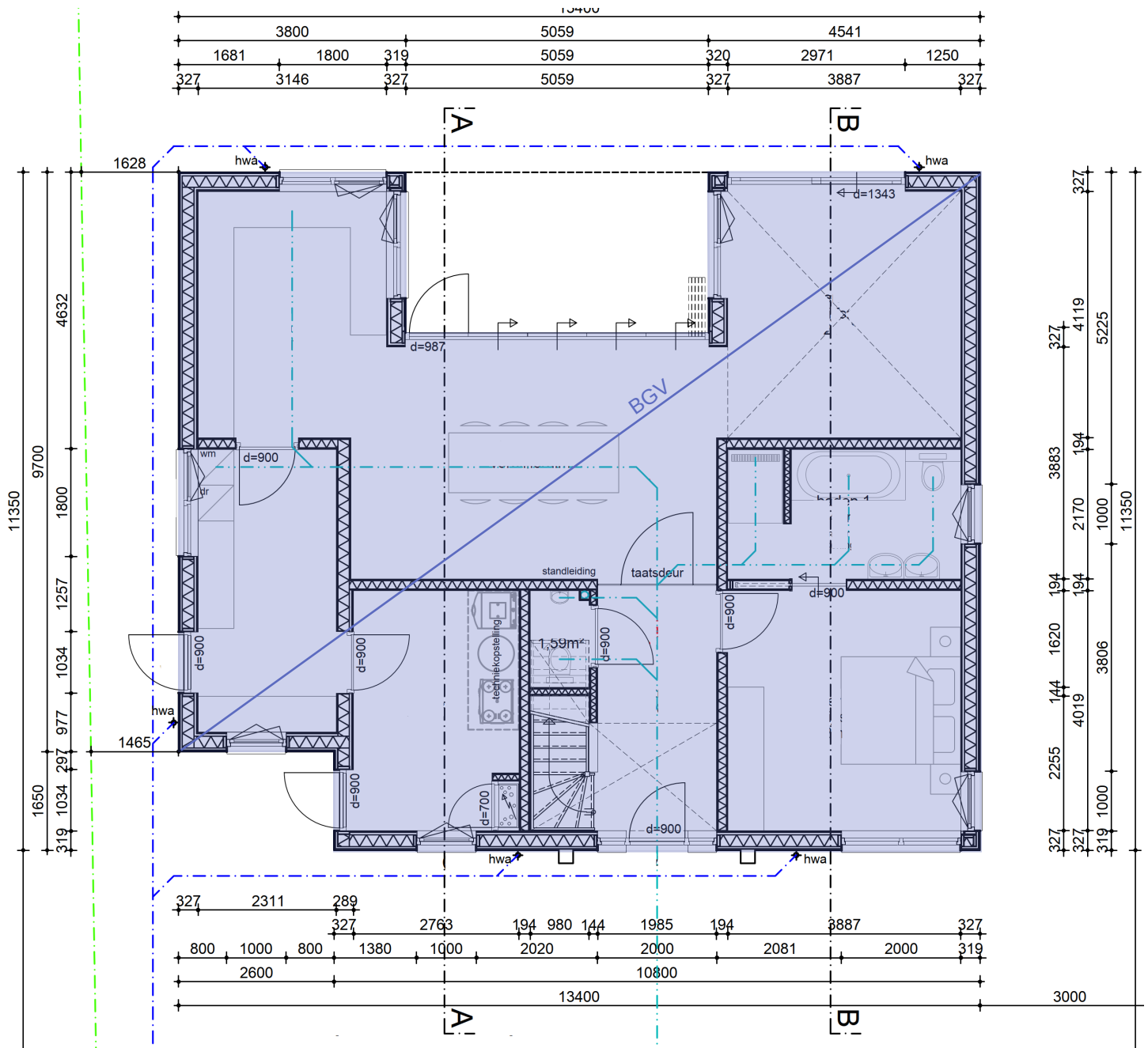
Projectnaam: Woonhuis van der Kerkhof

Behandeld door: ir. D. Willems

Datum: 22-12-2022

Fase: UPD

Begane grondvloer / fundering

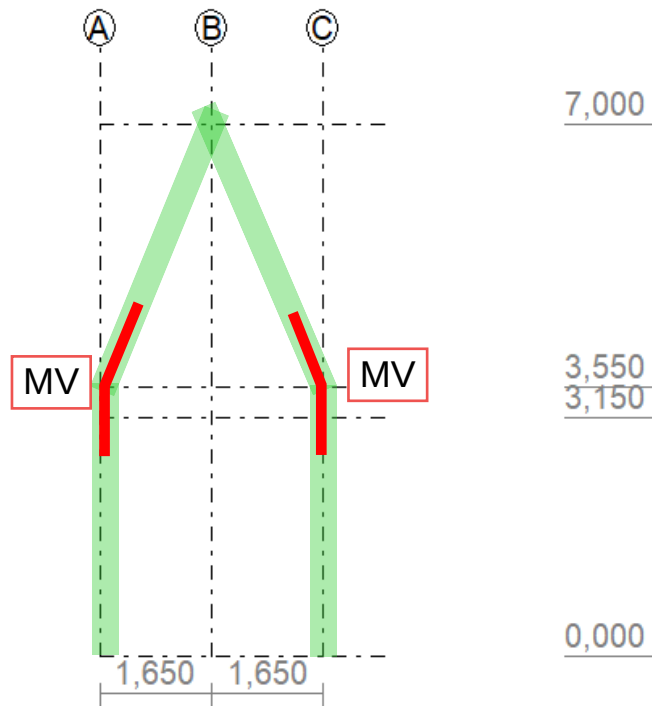


BGV = betonvloer met vorstrand (d=150 mm)

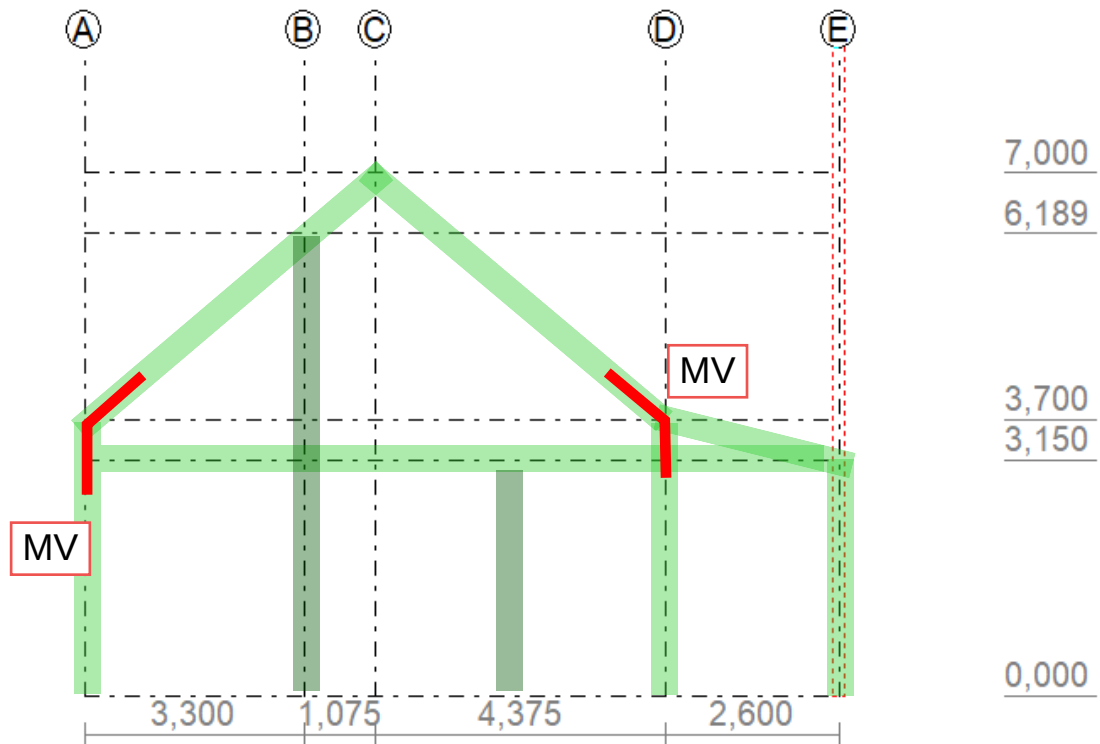
verhoeven·leenders

Projectnummer: 22371
 Projectnaam: Woonhuis van der Kerkhof
 Behandeld door: ir. D. Willems
 Datum: 22-12-2022
 Fase: UPD

Aanzicht spanten



Aanzicht AA Spant 1 (SP1)



Aanzicht BB Spant 2 (SP2)

verhoeven·leenders 

Projectnummer: 22371
Projectnaam: Woonhuis van der Kerkhof
Behandeld door: ir. D. Willems
Datum: 22-12-2022
Fase: UPD