



JOHN KONINGS

Sonderingen



Gemeente Breda

V&L

Bijlage 16 bij besluit
Z2019-003451-V1

Rapport:

FUNDERINGSADVIES

Nieuwbouw woonhuis, Postbaan

Prinsenbeek

Opdrachtgever:
Kenmerk: 18043

Studio-Puur
Haagdijk 64
4811 TV Breda

Rapportnummer:

1901474-XF - 19089

Versie: 1

Rapportdatum:

28 mei 2019

Norm / richtlijn:

NEN 9997-1:2016

Auteur:

ir. E. Corovic

Controle/Vrijgave:

ir. E. Corovic

28-5-2019

X 

Ondertekend door: Erol 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	1
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
4	Funderingsadvies	5
4.1	Keuze funderingstype	5
4.1.1	Vrijblijvend advies	5
4.1.2	Besluit funderingskeuze	5
4.1.3	Keuze subtype fundering op staal	5
4.2	Bekrachtiging funderingskeuze / toetsing grenstoestanden	6
5	Berekening fundering op staal	7
5.1	Uitgangspunten berekening	7
5.1.1	Rekenmethode	7
5.1.2	Geometrische gegevens	7
5.1.3	Geotechnische parameters (schematische bodemopbouw)	7
5.1.4	Opgegeven belast(seffect)en en vervormingseisen	7
5.2	Ontgravingsdiepte en grondverbetering	8
5.3	Rekenresultaten	8
6	Overwegingen voor ontwerp, berekening en uitvoering	9
6.1	Algemeen	9
6.2	Aspecten uitvoering ontgraving / grondverbetering	9
6.3	Vloer begane grond	9

Bijlagen

- Bijlage 1: Resultaten grondonderzoek
 Bijlage 2: Berekeningsresultaten fundering op staal
 Bijlage 3: Algemene richtlijnen uitvoering en ontwerp
 Bijlage 4: Algemene eisen grondverbetering en verdichting

1 Projectbeschrijving

1.1 Inleiding

Door Grondboorbedrijf Konings is een grondonderzoek uitgevoerd voor het project “Nieuwbouw woonhuis, Postbaan te Prinsenbeek”. In onderhavig rapport wordt een funderingsadvies uitgewerkt voor dit project.

1.2 Locatiegegevens

De locatietekeningen zijn samengevat in navolgende tabel.

Locatietekeningen	
Straat:	Postbaan
Plaats (gemeente):	Prinsenbeek (Breda)
Provincie:	Noord-Brabant
RD-coördinaten [km]:	X: 107,73 / Y: 402,22
Kadastrale aanduiding	Kadastrale gemeente: Prinsenbeek, sectie: H, perceelnummer: 3007
Oppervlakte planlocatie:	3956 m ²
Bebouwing op de planlocatie:	onbebouwd
Bebouwing op de bouwplaats:	onbebouwd
Belendingen:	niet aanwezig

1.3 Plangegevens

1.3.1 Bouwplan

Het plan omvat de bouw van een vrijstaand woonhuis, bestaande uit 2 bouwlagen onder de kap. Aan de noordzijde krijgt het woonhuis een garage/berging, bestaande uit 1 bouwlaag onder een plat dak. In het plan is geen kelder voorzien. Het grondvlak van de nieuwbouw is ca. 200 m². Voor een situatieschets van het plan wordt verwezen naar de situatietekening uit de rapportage van het grondonderzoek (zie hoofdstuk 2). Ter illustratie is een 3D impressie weergegeven in Figuur 1.1.



Figuur 1.1 3D impressie (bron: opdrachtgever)

1.3.2 Verstreckte plangegevens

Ten behoeve van het project zijn door of namens de opdrachtgever onder meer de navolgende tekeningen ter beschikking gesteld:

Studio-Puur

- 18043 D201 03 Situatie, d.d. 10-05-2019;
- 18043 D201 04 Fundering, d.d. 10-05-2019;
- 18043 D201 05 Begane grond, d.d. 10-05-2019;
- 18043 D201 06 Verdieping, d.d. 10-05-2019;
- 18043 D201 07 Dak, d.d. 10-05-2019;

- 18043 D201 08 Voorgevel, d.d. 10-05-2019;
- 18043 D201 09 Linkergevel, d.d. 10-05-2019;
- 18043 D201 10 Achtergevel, d.d. 10-05-2019;
- 18043 D201 11 Rechtergevel, d.d. 10-05-2019;
- 18043 D201 12 Doorsnede A-A, d.d. 10-05-2019;
- 18043 D201 13 Doorsnede B-B, d.d. 10-05-2019;
- 18043 D201 14 Doorsnede C-C, d.d. 10-05-2019;
- 18043 D201 15 Doorsnede D-D, d.d. 10-05-2019.

2 Onderzoeksprogramma

2.1 Veldonderzoek

Voor het opstellen van onderhavig rapport is gebruik gemaakt van de onderzoeksgegevens van 19089 "Nieuwbouw, Postbaan te Prinsenbeek", Grondboorbedrijf Konings. Uitgevoerd zijn onder meer 2 sonderingen en een hoogtemeting tov NAP. Voor een weergave van de gebruikte data wordt verwezen naar Bijlage 1.

2.2 Archief-/dossieronderzoek

Teneinde inzicht te krijgen in de geologische bodemopbouw van de bouwplaats en omgeving zijn, de (hydro)geologische gegevens geraadpleegd van Dinoloket (TNO). Het betreft met name de gegevens van het Landelijk model Regis II.2 en/of GeoTOP 1.3.

2.3 Overleg / inventarisatie

Teneinde te komen tot een optimale funderingskeuze is telefonisch overleg gepleegd met de opdrachtgever.

3 Bodem, water en omgeving

3.1 Hoogte maaiveld

De maaiveldhoogte ter plaatse van de onderzoekspunten varieert van 2,58 m + tot 2,62 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	Kenmerk / bijzonderheden
2,3 + à 2,5 +	zand, humushoudend zand	toplaag
10 -	zand, matig vast tot vast	plaatselijk teruggangen in conusweerstand door zand met een hogere siltfractie of lossere pakking
12,5 -	afwisseling zand- en leemlaagjes	

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 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 -samenstelling kunnen hiervan afwijken.

Diepte tot* [m - NAP]	Formatienaam*	Kenmerken	Dominante lithologie
1	Boxtel	zeer uiteenlopende afzettingen uit het Midden/Laat-Pleistoceen en het Vroeg-Holoceen	zand met fijne korrelgrootte, met plaatselijk leem-, klei-, veen- of humusrijke lagen
8	Stramproy	eolisch, periglaciaal en fluvioglaciaal zand uit de ijstijden van het Vroeg- tot vroeg Midden Pleistoceen	fijn tot grof zand met uiteenlopende korrelgroottes, met plaatselijk lagen leem, klei, grind
50	Peize / Waalre	fluviatiele zanden en kleien uit het Vroeg-Pleistoceen, gevormd door de vroegere rivier de Eridanos (from. van Peize, in het noorden van het land) en de oervorm van de Rijn (form. van Waalre, in het zuiden van het land). Omdat deze lagen vertand voorkomen -met name in het midden van het land- wordt geen nader onderscheid gemaakt	Peize: fluviaal en deltaïsch wit of grijs grof zand en grind, met dunne leem- en kleilagen Waalre: zanden (bij vroegere stroomruggen), uiterst grof tot matig fijn en kleien (bij vroegere komgronden of meren). Plaatselijk komen veenlaagjes voor.

* Bron: Regis 2.2 en/of GeoTOP 1.3, TNO; de werkelijke dieptes en samenstelling kunnen hiervan afwijken

4 Funderingsadvies

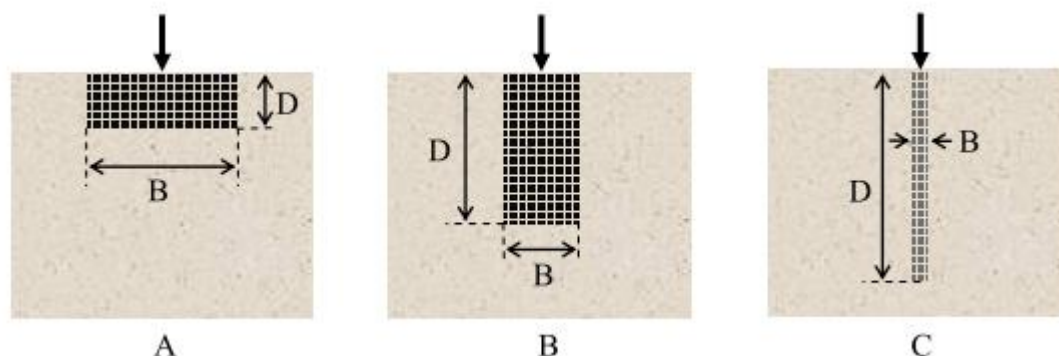
4.1 Keuze funderingstype

4.1.1 Vrijblijvend advies

Er zijn 3 hoofdtypen fundering, te weten:

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

Een schematisch overzicht van de 3 hoofdtypen fundering is weergegeven in Figuur 4.1.



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

De bodemopbouw geeft voor het bouwplan mogelijkheden voor toepassing van een economisch funderingsontwerp op staal. Overwegingen hierbij zijn:

- de fundering kan, na grondverbetering, worden aangezet op een laag met voldoende draagkracht.
- binnen de invloedsdiepte van de fundering komen, na grondverbetering, weinig tot geen samendrukbare lagen voor, zodat (verschil)zettingen beperkt zullen zijn.
- de invloed van de ontgraving biedt, voor zover momenteel na te gaan, geen onoverkomelijke problemen voor beleningen of nabijgelegen nutsleidingen.
- in de ondiepe bodem komen geen erosie-, oplos-, krimp- of zwelgevoelige lagen voor en afname van de sterkte van draagkrachtige lagen door klimatologische invloeden of door de uitvoeringswijze wordt niet verwacht.
- vanuit archeologisch of milieukundig oogpunt gelden, voor zover ons bekend, geen belemmeringen voor (de benodigde ontgraving en of eventuele grondverplaatsingen) voor een fundering op staal.

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 wijziging van het keuzeadvies.

4.1.2 Besluit funderingskeuze

Na overleg met de opdrachtgever wordt een fundering op staal nader uitgewerkt.

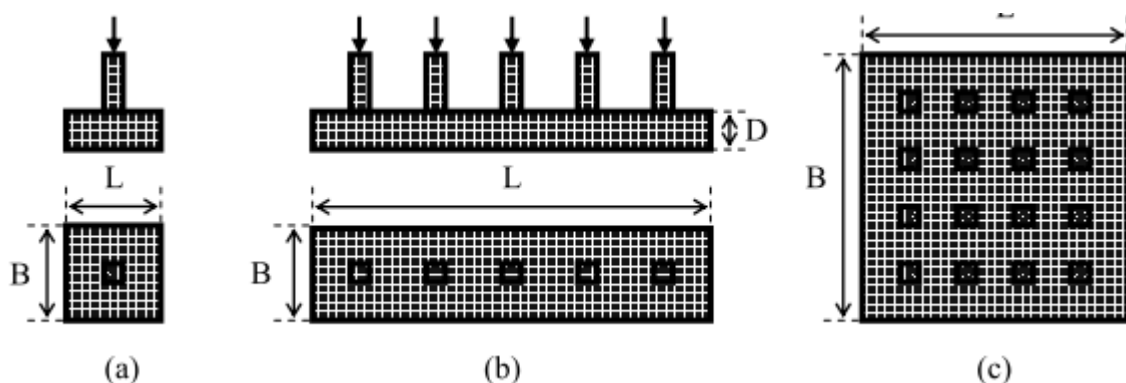
4.1.3 Keuze subtype fundering op staal

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

- a) Poeren: kolommen of geprefabriceerde platen, meestal bestaande uit gewapende beton.

- b) Stroken: betonnen, meestal gewapende stroken.
 c) Plaatfundering: meestal 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) paalfundering

Na overleg met de opdrachtgever wordt uitgewerkt: een stroken- en poerenfundering.

4.2 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 6).
- cf. NEN 9997-1 toetsing plaatsvinden van de weerstand en 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 toetsing van bruikbaarheidsgrenstoestanden in de ondergrond of in een constructief onderdeel, element of constructieve verbinding moet of zijn 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 5. 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 is¹. Indien de berekende zetting onacceptabel is, wordt geadviseerd om na te gaan of er maatregelen te nemen zijn om de zettingen te beperken (bijvoorbeeld diepere grondverbetering, wijziging aanlegniveau of 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.

¹ 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.

5 Berekening fundering op staal

5.1 Uitgangspunten berekening

5.1.1 Rekenmethode

- In het rapport worden de draagkracht en 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 vervorming van de grond zijn berekend volgens conform NEN 9997-1 H6 "Funderingen op staal", uitgaande van ontwerpbenadering 3. De berekeningen zijn uitgevoerd voor de gedraineerde en eventueel de ongedraineerde toestand. Voor zover van toepassing is ook gecontroleerd op doorponsen en squeezing.
- De zettingsberekeningen zijn uitgevoerd conform NEN 9997-1, waarbij spanningsspreiding in rekening is gebracht. Onmiddellijke zetting (s_0) ten gevolge afschuifvervorming en volumevermindering is cf. art. 6.6.2 verwaarloosbaar gesteld.
- In de berekeningen is gebruik gemaakt van de partiële weerstandsfactoren volgens verzameling R3, bedoeld voor toetsing van de draagkracht en 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.
- Op de grondparameters zijn de partiële factoren (γ_M) toegepast van veiligheidsklasse RC1.
- Het project wordt ingedeeld in de geotechnische categorie 2 (GC2).

5.1.2 Geometrische gegevens

- Op basis van de verstrekte plangegevens (zie § 1.3.2) en aanvullende informatie van de opdrachtgever zijn de navolgende peilen aangenomen:
 - Bouwpeil 3,2 m + NAP
 - Maaiveld 3,1 m + NAP
 - Onderkant fundering(sbalk) 2,4 m + NAP
- Voor de berekeningen is uitgegaan van een maximale grondwaterstand van 2,4 m + NAP en een minimale grondwaterstand van 1,0 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 de minimale diepte 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 voorkomt). Voor een kruipruimte wordt geadviseerd 0,1 m aan te houden. Bij het ontbreken van een kruipruimte wordt door ons bureau gerekend met een gronddekking van maximaal 0,4 m.

5.1.3 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 representatieve waarden van deze grondeigenschappen te bepalen.

Opmerking

- Er wordt aangenomen dat de oorspronkelijke, op natuurlijke wijze gesedimenteerde bodemopbouw aanwezig is. Indien de grond is geroerd of vergraven, kan het gedrag van de bodem significant anders zijn dan aangenomen.
- De gunstige invloed van grondverbetering is, uitgaande van uitvoering zoals beschreven in § 5.2, meegenomen in de berekening van de draagkracht en vervormingen.

5.1.4 Opgegeven belast(seffect)en en vervormingseisen

- Momenteel zijn er nog geen belastingen bekend bij ons bureau.
- Door de opdrachtgever/ontwerper van de constructie zijn geen gegevens verstrekt betreffende maximaal toelaatbare verplaatsing (s_{req}). Geadviseerd wordt de uitgangspunten te verifiëren, voordat met de resultaten van het onderzoek wordt verder gewerkt.

5.2 Ontgravingsdiepte en grondverbetering

Rekening houdend met de uitgangspunten zoals weergegeven in § 5.1, wordt geadviseerd om de grond tot de in navolgende tabel aangegeven diepte te vervangen door een goed verdicht zandpakket (grondverbetering in de vorm van grondvervangings). 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.

Sondering [nr.]	Hoogte maaiveld [m + NAP]	Ontgravingsniveau tbv grondverbetering [m + NAP]
1	2,62	2,2
2	2,58	2,2

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 behoeft dit niet te worden verwijderd maar kan, indien de vochtigheidsgraad dit toelaat, direct worden verdicht.

Wanneer op het ontgravingsniveau ten behoeve van de fundering insluitingen van slechte grond of andere ongewenste zaken zijn vastgesteld, moeten de 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.

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

5.3 Rekenresultaten

De rekenresultaten zijn weergegeven in Bijlage 2; STB A, 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 ten minste 50 % van de gemiddelde waarde van de zakking van de funderingselementen.

6 Overwegingen voor ontwerp, berekening en uitvoering

6.1 Algemeen

- Voor algemene richtlijnen voor 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 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 uitgevoerd².
 - 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.

6.2 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 laagdikte 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 bouwputbodem te worden aangetrild. De uitvoering van de grondverbetering dient te voldoen aan de eisen zoals gesteld in NEN 9997-1.

6.3 Vloer begane grond

Indien de beganegrondvloer op een zandbed wordt aangelegd, wordt geadviseerd dezelfde ontgravingsdiepte aan te houden als vermeld in § 5.2.

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 onderkant fundering. Nadat de fundering is gestort en de muren zijn opgemetseld tot vloerniveau dient een goed verdicht zandpakket (laagsgewijs) te worden aangebracht tot onderkant vloer. Voor (algemene) richtlijnen en eisen hieromtrent wordt verwezen naar Bijlage 4.

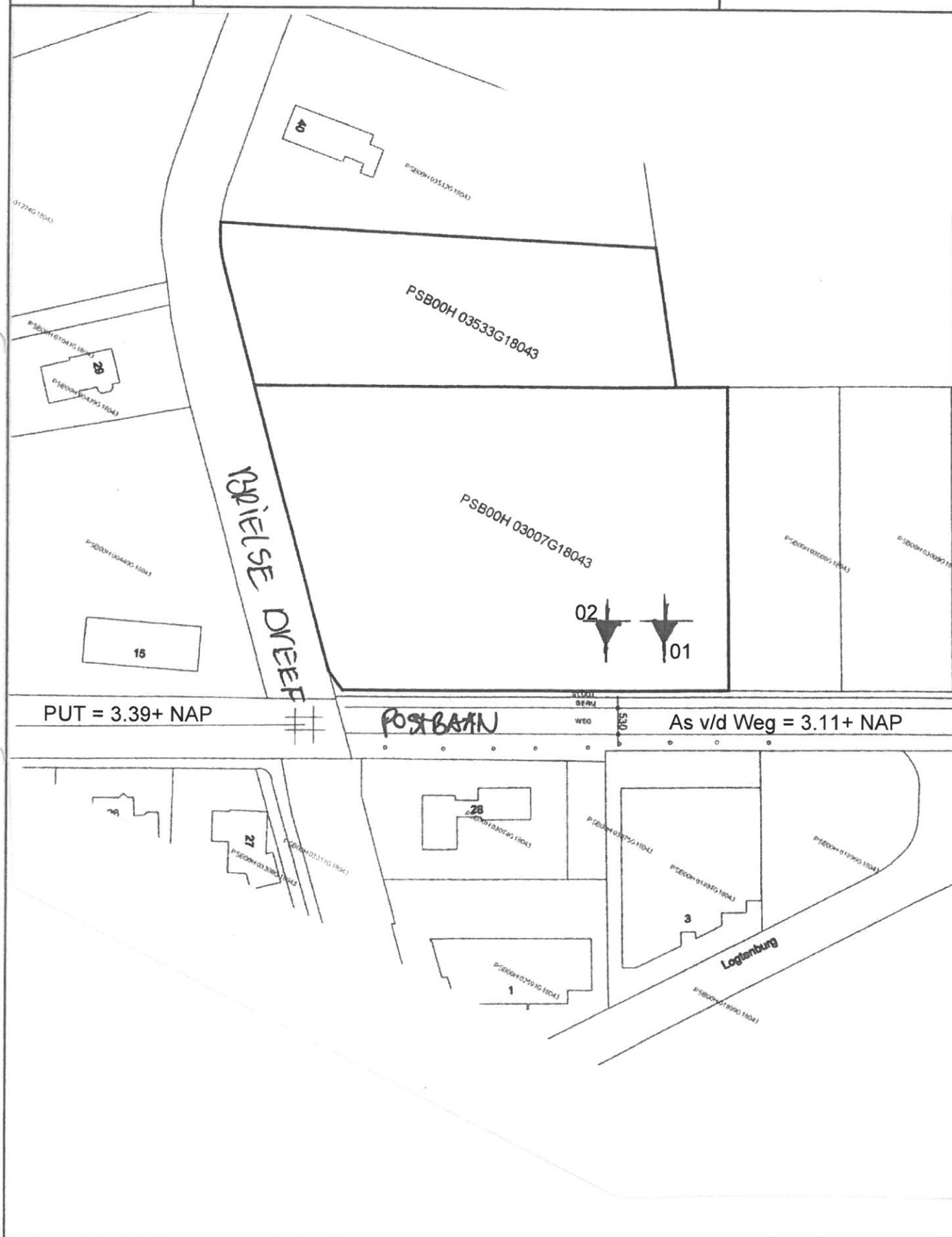
² Diverse CAR-polissen bieden geen dekking voor schade aan onroerende zaken, indien de schade is veroorzaakt door ontgraving of andere bodemontspannende activiteiten beneden de lijn "1 meter horizontaal, 45 graden naar beneden" vanaf de zijkant/onderkant van een belendende fundering, tenzij kan worden aangetoond dat geen schade aan die belendingen te verwachten is.

Bijlage 1 : Resultaten grondonderzoek

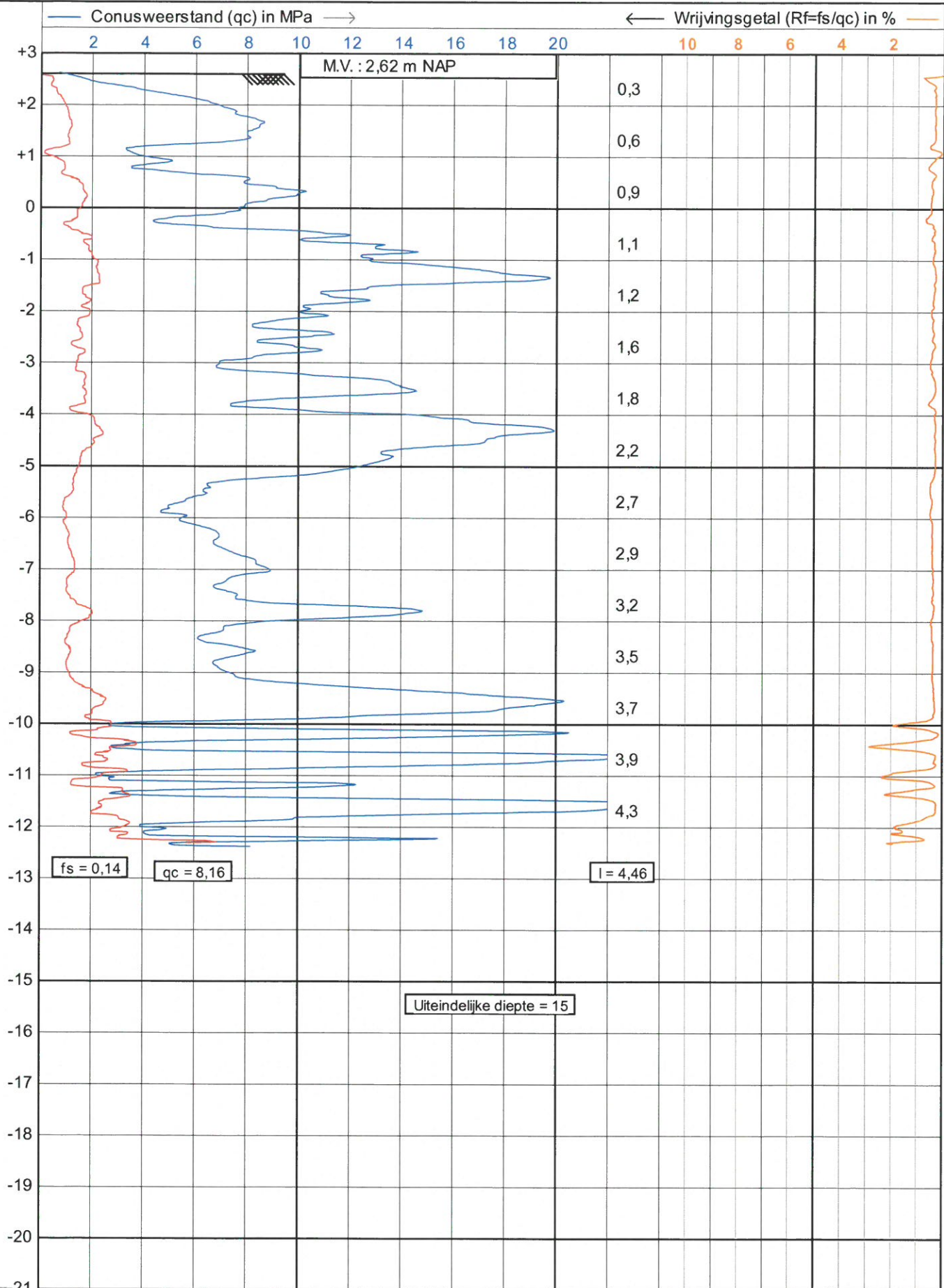
Nieuwbouw
Postbaan te Prinsenbeek

DATUM: 30-04-2019

OPDR. No: 19089



Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)



← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)

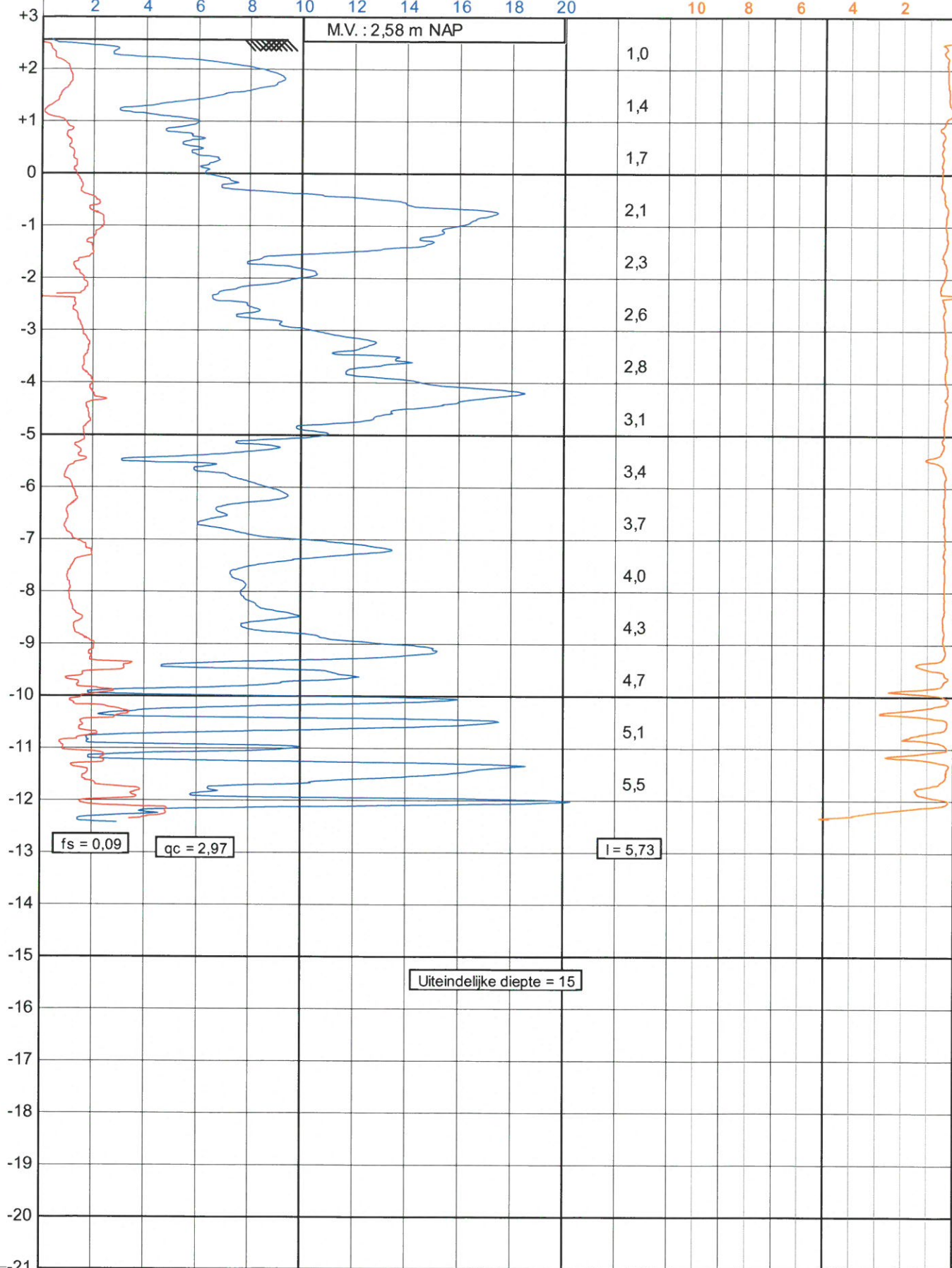
→ Conusweerstand (qc) in MPa

← Wrijvingsgetal (Rf=fs/qc) in %

2 4 6 8 10 12 14 16 18 20

10 8 6 4 2

M.V. : 2,58 m NAP



0,10 0,20 0,30 0,40 0,50

→ Wrijvingsweerstand (fs) in MPa

☒ Helling (I) in graden



JOHN KONINGS

Sonderingen

Tel. 0165-534969

NEN-EN-ISO-22476-1 Klasse 3 type TE1

Project : **Nieuwbouw**

Locatie : **Postbaan Prinsenbeek**

Datum : **30-4-2019**

Conusnr. : **S10CFI.1448**

Projectnr. : **19089**

Sondeemr.: **02**

1/1

Bijlage 2 : Berekeningsresultaten fundering op staal

Projectomschrijving: Prinsenbeek, Postbaan

Berekening draagvermogen en zetting voor funderingen op staal volgens NEN 9997-1

Bepaling van de weerstand tegen belasting in de uiterste grenstoestand en zetting in de bruikbaarheidsgrenstoestand middels analytische methode.

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.

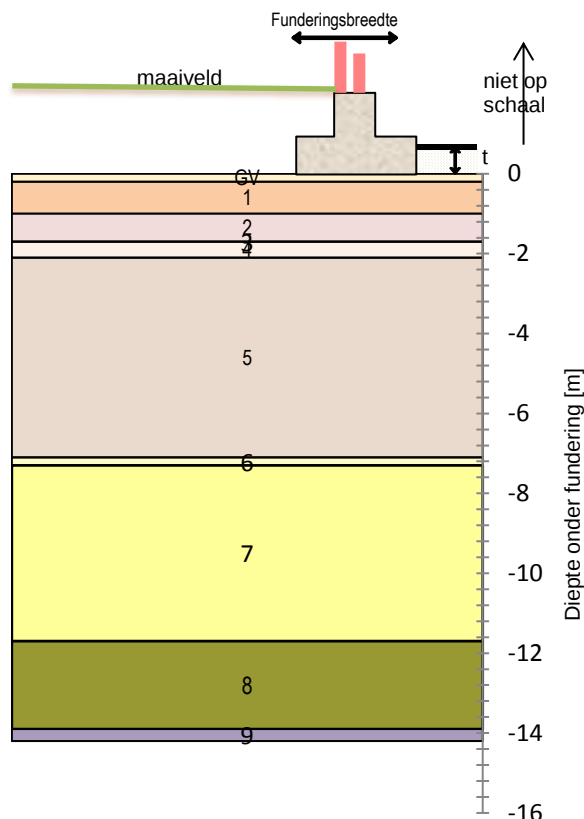
Materiaalfactoren

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

Uitgangspunten project (berekeningsaannamen)

Oorspronkelijke maaiveldhoogte	2,60 [m tov NAP]
Toekomstige maaiveldhoogte	3,10 [m tov NAP]
Hoek maaiveld met horizontaal	0,0 [°]

Aanlegniveau fundering	2,40 [m tov NAP]
Hoge grondwaterstand	2,4 [m tov NAP]
Lage grondwaterstand	1,0 [m tov NAP]
Pre-overburden pressure (POP)	2,0 [kN/m ²]
Volumiek gewicht gronddekking droog / nat	17/ 19 [kN/m ³]
maatgevend gestelde dikte gronddekking	0,40 [m]



figuur 1.1 - Schematisatie van de bodemopbouw

Opmerking t.a.v. grondverbetering

De gunstige invloed van grondverbetering is, in afwijking op NEN 9997, verdisconteerd in de draagkracht. De bodem van de ontgraving moet hierbij wel een zodanige breedte hebben dat deze buiten het spanningsverspreidingsgebied van de fundering ligt, uitgaande van een belastingsverspreiding onder 45°.

tabel 1.2 - representatieve waarden van de gehanteerde grondparameters voor de oorspronkelijke bodemopbouw

laag	onderzijde [m tov NAP]	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	ϕ' [°]	c' [kN/m ²]	c_{undr} [kN/m ²]	CR [-]	C_{α} [-]	c_v [m/s ²]
1	1,4	18,0	20,0	32,0	0,0	0,0	0,005	0,000	
2	0,7	18,0	20,0	27,5	0,0	0,0	0,012	0,000	
3	0,0	18,0	20,0	32,0	0,0	0,0	0,005	0,000	
4	-0,4	18,0	20,0	27,5	0,0	0,0	0,012	0,000	
5	-5,4	18,0	20,0	32,5	0,0	0,0	0,004	0,000	
6	-5,6	18,0	19,0	27,5	1,0	100,0	0,051	0,002	5,0E-07
7	-10,0	18,0	20,0	32,0	0,0	0,0	0,005	0,000	
8	-12,2	19,0	20,0	29,0	0,0	50,0	0,033	0,002	5,0E-07
9	-12,5	18,0	20,0	32,0	0,0	0,0	0,005	0,000	

tabel 1.3 - representatieve waarden van de gehanteerde grondparameters voor grondverbetering en/of ophoging

GV	2,2	18,0	20,0	32,5	0,0	0,0	0,004	0,000	
----	-----	------	------	------	-----	-----	-------	-------	--

Symbolen en eenheden

γ	volumieke gewicht van grond (natuurlijk)	kN/m ³	t	gronddekking	m
γ_{sat}	volumieke gewicht van 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	kN/m ²	s_1	primaire zakking	mm
c_{undr}	ongedraineerde schuifsterkte	kN/m ²	s_2	secundaire zakking	mm
CR	compression ratio ($C_c/(1+e_0)$)	-	s	totale zakking	mm
C_{α}	secundaire samendrukkingsindex	-	$k_{v,d}$	rekenwaarde statische beddingscoëfficiënt	kN/m ²
e_0	poriëgetal van de grond	-			

* De grondontspanning die optreedt ten gevolge van de bouwputontgraving, is NIET verdisconteerd in de zakkingsberekening

Projectomschrijving: Prinsenbeek, Postbaan

Draagvermogen voor (meewerkende) strokenfundering volgens NEN 9997-1

Berekening van de weerstand tegen belasting loodrecht op het oppervlak van de fundering volgens NEN 9997 H6.
Voor zand en grind wordt enkel de gedraineerde toestand beschouwd, voor klei, silt en andere grondsoorten worden zowel de gedraineerde als de ongedraineerde toestand onderzocht. In tabel 2.1 zijn de berekeningsresultaten weergegeven.

tabel 2.1 - Rekenwaarden maximale funderingsdruk en weerstand tegen belasting

Strookbreedte [m]	Rekenwaarde maximale funderingsdruk in verschillende toestanden**				toelaatbare funderingsdruk*	rekenwaarde weerstand tegen belasting*
	$\sigma'_{\max;d}$ [kN/m ²]				$\sigma'_{\max;d}$ [kN/m ²]	R_d [kN/m']
	Ongedrain.	Gedraineerd	Doorponsen	Squeezing		
0,40	n.v.t.	135	n.v.t.	n.v.t.	135	54
0,50	n.v.t.	141	n.v.t.	n.v.t.	141	70
0,60	n.v.t.	147	n.v.t.	n.v.t.	147	88
0,70	n.v.t.	153	n.v.t.	n.v.t.	153	107
0,80	n.v.t.	157	n.v.t.	n.v.t.	157	126
0,90	n.v.t.	160	n.v.t.	n.v.t.	160	144
1,00	n.v.t.	163	n.v.t.	n.v.t.	163	163
1,10	n.v.t.	165	n.v.t.	n.v.t.	165	181
1,20	n.v.t.	167	n.v.t.	n.v.t.	167	200
1,30	n.v.t.	170	n.v.t.	n.v.t.	170	221
1,40	n.v.t.	173	n.v.t.	n.v.t.	173	242
1,50	n.v.t.	177	n.v.t.	n.v.t.	177	265
1,60	n.v.t.	181	n.v.t.	n.v.t.	181	289
1,70	n.v.t.	185	n.v.t.	n.v.t.	185	314
1,80	n.v.t.	189	n.v.t.	n.v.t.	189	340
1,90	n.v.t.	193	n.v.t.	n.v.t.	193	367
2,00	n.v.t.	197	n.v.t.	n.v.t.	197	395
2,10	n.v.t.	202	n.v.t.	n.v.t.	202	424

* Bij permanente gronddekking: 0,4 m

** De maatgevende toestand is dik gedrukt

Voor de maatgevende toestand worden in tabel 2.2 de rekenwaarden maximale funderingsdruk en het draagvermogen weergegeven bij verschillende dikten van gronddekking (indien van toepassing).

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

Strookbreedte [m]	Rekenwaarde maximale funderingsdruk				Rekenwaarde weerstand tegen belasting*			
	$\sigma'_{\max;d}$ [kN/m ²]				R_d [kN/m']			
Gronddekking [m] →	0,10	0,20	0,30	0,40	0,10	0,20	0,30	0,40
0,40	54	81	108	135	21	32	43	54
0,50	60	87	114	141	30	43	57	70
0,60	66	93	120	147	40	56	72	88
0,70	73	99	126	153	51	70	88	107
0,80	78	104	131	157	62	83	105	126
0,90	82	108	134	160	74	97	121	144
1,00	86	112	137	163	86	112	137	163
1,10	90	115	140	165	99	126	154	181
1,20	93	118	142	167	112	142	171	200
1,30	97	121	146	170	126	158	189	221
1,40	101	125	149	173	142	175	209	242
1,50	106	129	153	177	158	194	229	265
1,60	110	133	157	181	176	214	251	289
1,70	114	138	161	185	194	234	274	314
1,80	119	142	165	189	214	256	298	340
1,90	124	147	170	193	235	279	323	367
2,00	128	151	174	197	256	303	349	395
2,10	133	156	179	202	279	327	376	424

Projectomschrijving: Prinsenbeek, Postbaan

Zakkingsberekening voor strokenfundering volgens NEN 9997-1

Berekening van de zakking van de bovenkant van het funderingselement, waarbij de gebruiksbelasting (V) is afgeleid van het draagvermogen (belastingfactor $\approx 1,0$) of een opgegeven maximum betreft. Submerging is verdisconteerd in deze berekening. De beddingscoëfficiënten zijn afgeleid van vermelde primaire zakkings.

In tabel 3.1 zijn de berekeningsresultaten weergegeven.

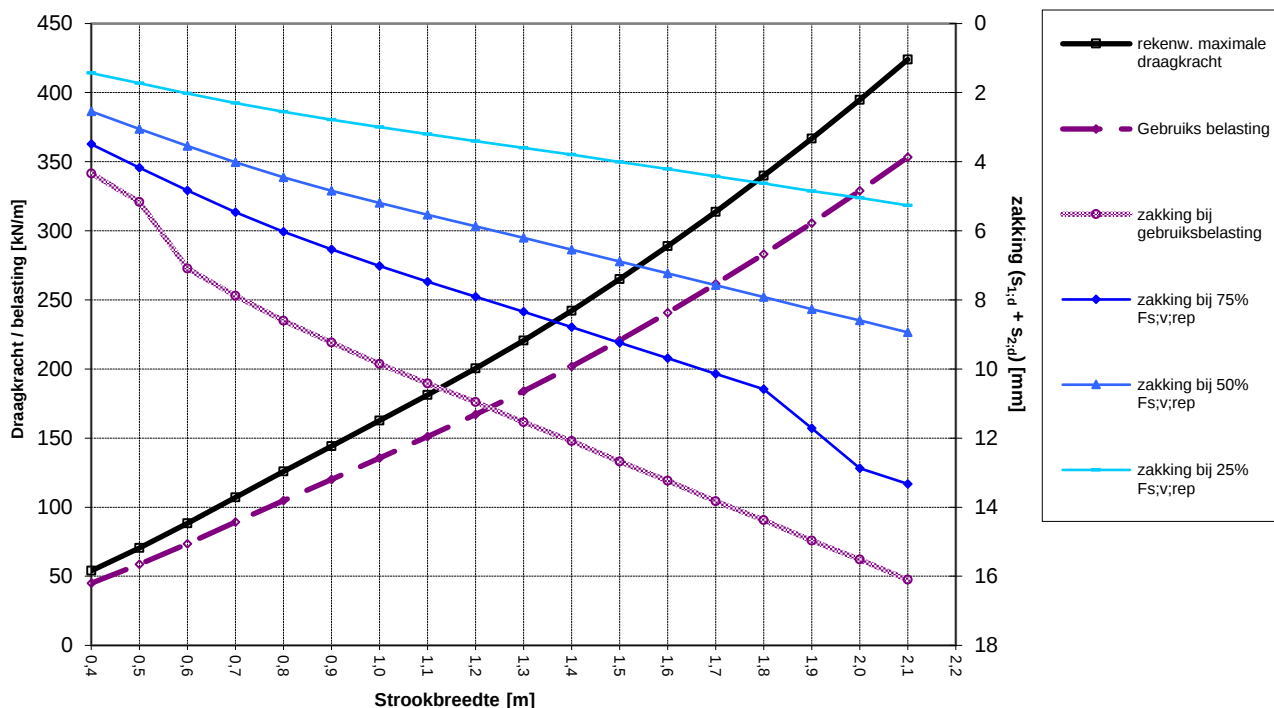
tabel 3.1 - Rekenwaarden zakking en statische beddingscoëfficiënt (gronddekking 0,4 m)

Strookbreedte	Gebruiks belasting	Primaire zakking	Secundaire zakking*	Totale zakking	Statische beddingscoëfficiënt	Extra zakking tgv ophoging
[m]	V [kN/m]	S_1 [mm]	S_2 [mm]	S [mm]	$k_{v,d}$ [kN/m ³]	S_{extra} [mm]
0,40	45	4,3	0,0	4,3	20000	4,2
0,50	59	5,2	0,0	5,2	17400	4,1
0,60	74	6,1	1,0	7,1	15500	3,8
0,70	89	6,9	1,0	7,9	14300	3,7
0,80	105	7,6	1,0	8,6	13300	3,7
0,90	120	8,2	1,0	9,2	12600	3,7
1,00	135	8,8	1,0	9,9	11900	3,3
1,10	151	9,4	1,0	10,4	11300	3,0
1,20	167	10,0	1,0	11,0	10800	2,6
1,30	184	10,5	1,0	11,5	10400	2,6
1,40	202	11,1	1,0	12,1	10000	2,1
1,50	221	11,7	1,0	12,7	9700	2,1
1,60	241	12,2	1,0	13,2	9500	2,1
1,70	261	12,8	1,0	13,8	9300	2,0
1,80	283	13,4	1,0	14,4	9100	2,0
1,90	306	14,0	1,0	15,0	8900	2,0
2,00	329	14,5	1,0	15,5	8800	1,9
2,10	353	15,1	1,0	16,1	8600	1,9

* Berekend cf. NEN 9997 (spanningsonafhankelijk, dag 30 - ∞)

Draagkracht- en zakkingsgrafiek

In de onderstaande draagkracht - zakkingsgrafiek zijn de zakkings weergegeven bij verschillende momentane belastingen en strookbreedten.



Projectomschrijving: Prinsenbeek, Postbaan

Draagvermogen voor (meewerkende) poerenfundering volgens NEN 9997-1

Berekening van de weerstand tegen belasting loodrecht op het oppervlak van de fundering volgens NEN 9997 H6. Voor zand en grind wordt enkel de gedraineerde toestand beschouwd, voor klei, silt en andere grondsoorten worden zowel de gedraineerde als de ongedraineerde toestand onderzocht. In tabel 4.1 zijn de berekeningsresultaten weergegeven.

tabel 4.1 - Rekenwaarden maximale funderingsdruk en draagkracht

Poerafmeting		Rekenwaarde maximale funderingsdruk in verschillende toestanden**				toelaatbare funderingsdruk*	rekenwaarde weerstand tegen belasting*
B	L	$\sigma'_{\max;d}$ [kN/m ²]				$\sigma'_{\max;d}$ [kN/m ²]	R_d [kN]
[m]	[m]	Ongedrain.	Gedraineerd	Doorponsen	Squeezing		
0,40	0,40	n.v.t.	179	n.v.t.	n.v.t.	179	29
0,50	0,50	n.v.t.	183	n.v.t.	n.v.t.	183	46
0,60	0,60	n.v.t.	187	n.v.t.	n.v.t.	187	67
0,70	0,70	n.v.t.	191	n.v.t.	n.v.t.	191	93
0,80	0,80	n.v.t.	192	n.v.t.	n.v.t.	192	123
0,90	0,90	n.v.t.	193	n.v.t.	n.v.t.	193	156
1,00	1,00	n.v.t.	192	n.v.t.	n.v.t.	192	192
1,10	1,10	n.v.t.	192	n.v.t.	n.v.t.	192	233
1,20	1,20	n.v.t.	192	n.v.t.	n.v.t.	192	277
1,30	1,30	n.v.t.	193	n.v.t.	n.v.t.	193	326
1,40	1,40	n.v.t.	194	n.v.t.	n.v.t.	194	380
1,50	1,50	n.v.t.	196	n.v.t.	n.v.t.	196	441
1,60	1,60	n.v.t.	198	n.v.t.	n.v.t.	198	507
1,70	1,70	n.v.t.	200	n.v.t.	n.v.t.	200	579
1,80	1,80	n.v.t.	203	n.v.t.	n.v.t.	203	657
1,90	1,90	n.v.t.	205	n.v.t.	n.v.t.	205	742
2,00	2,00	n.v.t.	208	n.v.t.	n.v.t.	208	833
2,10	2,10	n.v.t.	211	n.v.t.	n.v.t.	211	931

* Bij permanente gronddekking: 0,4 m

** De maatgevende toestand is dik gedrukt

Voor de maatgevende toestand worden in tabel 4.2 de rekenwaarden maximale funderingsdruk en het draagvermogen weergegeven bij verschillende dikten van gronddekking (indien van toepassing).

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

Poerafmeting		Rekenwaarde maximale funderingsdruk				Rekenwaarde weerstand tegen belasting*			
B	L	$\sigma'_{\max;d}$ [kN/m ²]				R_d [kN]			
[m]	[m]								
Gronddekking [m] →		0,10	0,20	0,30	0,40	0,10	0,20	0,30	0,40
0,40	0,40	59	99	139	179	9	16	22	29
0,50	0,50	63	103	143	183	16	26	36	46
0,60	0,60	67	107	147	187	24	39	53	67
0,70	0,70	72	111	151	191	35	55	74	93
0,80	0,80	75	114	153	192	48	73	98	123
0,90	0,90	78	116	154	193	63	94	125	156
1,00	1,00	80	117	155	192	80	117	155	192
1,10	1,10	82	119	156	192	99	144	188	233
1,20	1,20	84	120	156	192	121	173	225	277
1,30	1,30	87	122	157	193	146	206	266	326
1,40	1,40	89	124	159	194	175	243	312	380
1,50	1,50	92	127	161	196	207	285	363	441
1,60	1,60	95	129	164	198	243	331	419	507
1,70	1,70	98	132	166	200	283	381	480	579
1,80	1,80	101	135	169	203	327	437	547	657
1,90	1,90	104	138	172	205	376	498	620	742
2,00	2,00	107	141	175	208	429	564	698	833
2,10	2,10	110	144	178	211	487	635	783	931

Projectomschrijving: Prinsenbeek, Postbaan

Zakkingsberekening voor poerenfundering volgens NEN 9997-1

Berekening van de zakking van de bovenkant van het funderingselement, waarbij de gebruiksbelasting (V) is afgeleid van het draagvermogen (belastingfactor =1,0) of een opgegeven maximum betreft. Submerging is verdisconteerd in deze berekening. De beddingscoëfficiënten zijn afgeleid van vermelde primaire zakkings.

In tabel 5.1 zijn de berekeningsresultaten weergegeven.

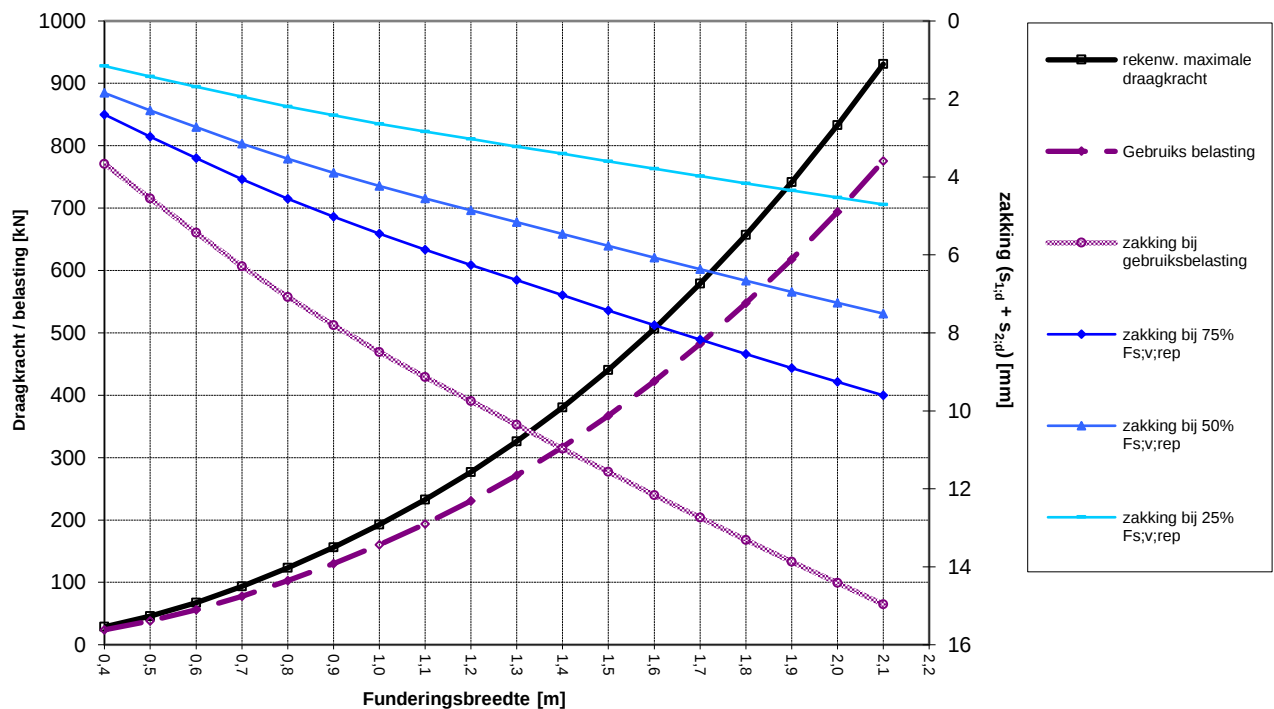
tabel 5.1 - Rekenwaarden zakking en statische beddingscoëfficiënt (gronddekking 0,4 m)

Poerafmeting		Gebruiks belasting	Primaire zakking	Secundaire zakking*	Totale zakking	Statische beddingscoëfficiënt	Extra zakking tgv ophoging
B	L	V	S_1	S_2	S_d	$k_{v,d}$	S_{extra}
[m]	[m]	[kN]	[mm]	[mm]	[mm]	[kN/m ³]	[mm]
0,40	0,40	24	3,7	0,0	3,7	31400	3,7
0,50	0,50	38	4,6	0,0	4,6	25500	3,5
0,60	0,60	56	5,4	0,0	5,4	22200	3,2
0,70	0,70	78	6,3	0,0	6,3	19500	2,4
0,80	0,80	103	7,1	0,0	7,1	17400	2,1
0,90	0,90	130	7,8	0,0	7,8	15900	2,0
1,00	1,00	160	8,5	0,0	8,5	14600	1,9
1,10	1,10	194	9,1	0,0	9,1	13600	1,8
1,20	1,20	231	9,8	0,0	9,8	12600	1,7
1,30	1,30	271	10,4	0,0	10,4	11900	1,7
1,40	1,40	317	11,0	0,0	11,0	11400	1,6
1,50	1,50	367	11,6	0,0	11,6	10900	1,6
1,60	1,60	422	12,2	0,0	12,2	10500	1,5
1,70	1,70	482	12,7	0,0	12,7	10200	1,5
1,80	1,80	548	13,3	0,0	13,3	9800	1,5
1,90	1,90	618	13,9	0,0	13,9	9500	1,5
2,00	2,00	694	14,4	0,0	14,4	9300	1,5
2,10	2,10	776	15,0	0,0	15,0	9100	1,5

* Berekend cf. NEN 9997 (spanningsonafhankelijk, dag 30 - ∞)

Draagkracht- en zakkingsgrafiek

In de onderstaande draagkracht - zakkingsgrafiek zijn de zakkings weergegeven bij verschillende momentane belastingen en funderingsbreedten. Voor de eventueel bijbehorende funderingslengte wordt verwezen naar tabel 5.1

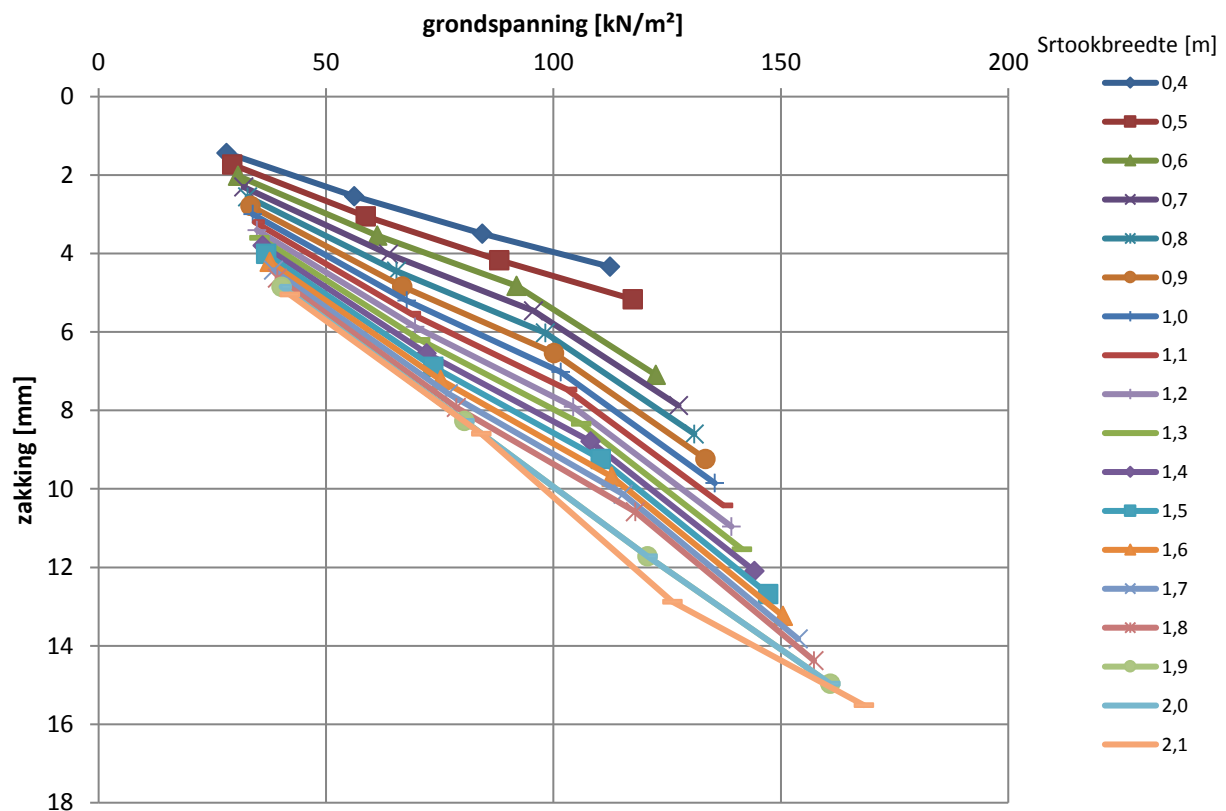


Projectomschrijving: Prinsenbeek, Postbaan

Stroken

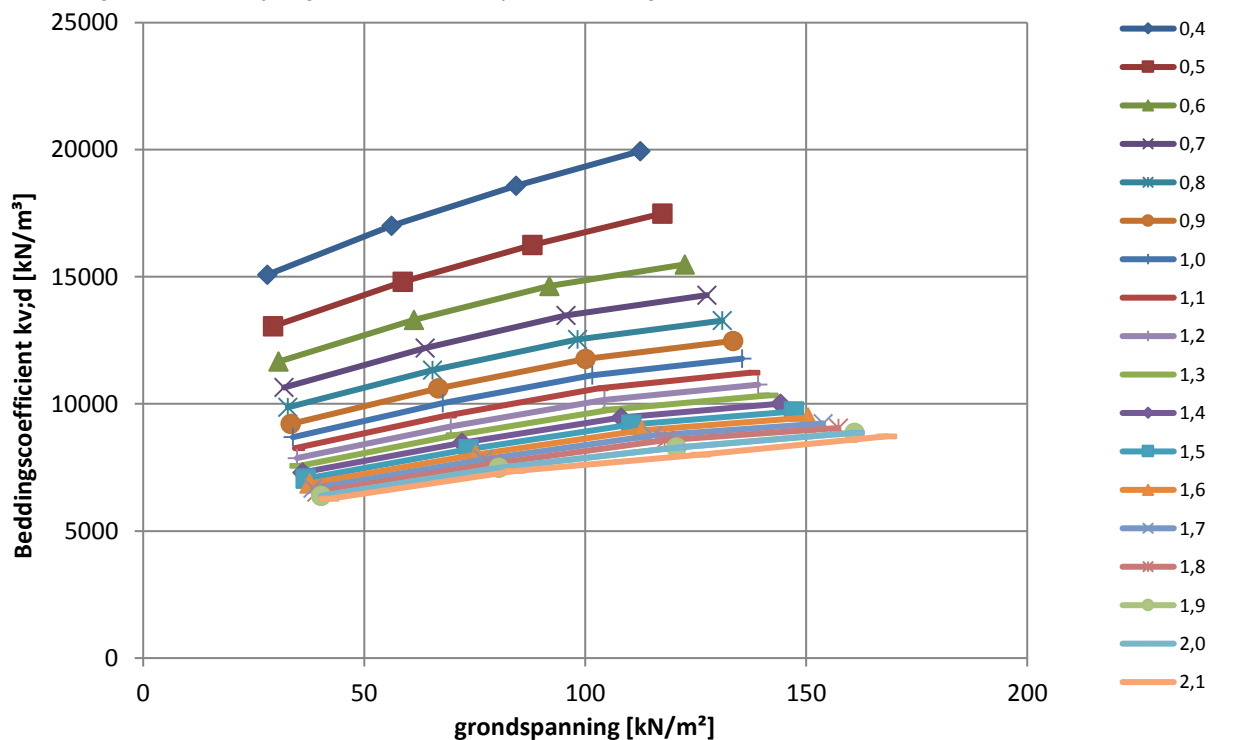
Last-zakkingsdiagram

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



Statische beddingscoëfficiënten

De beddingscoëfficiënten zijn afgeleid van vermelde primaire zakkings.

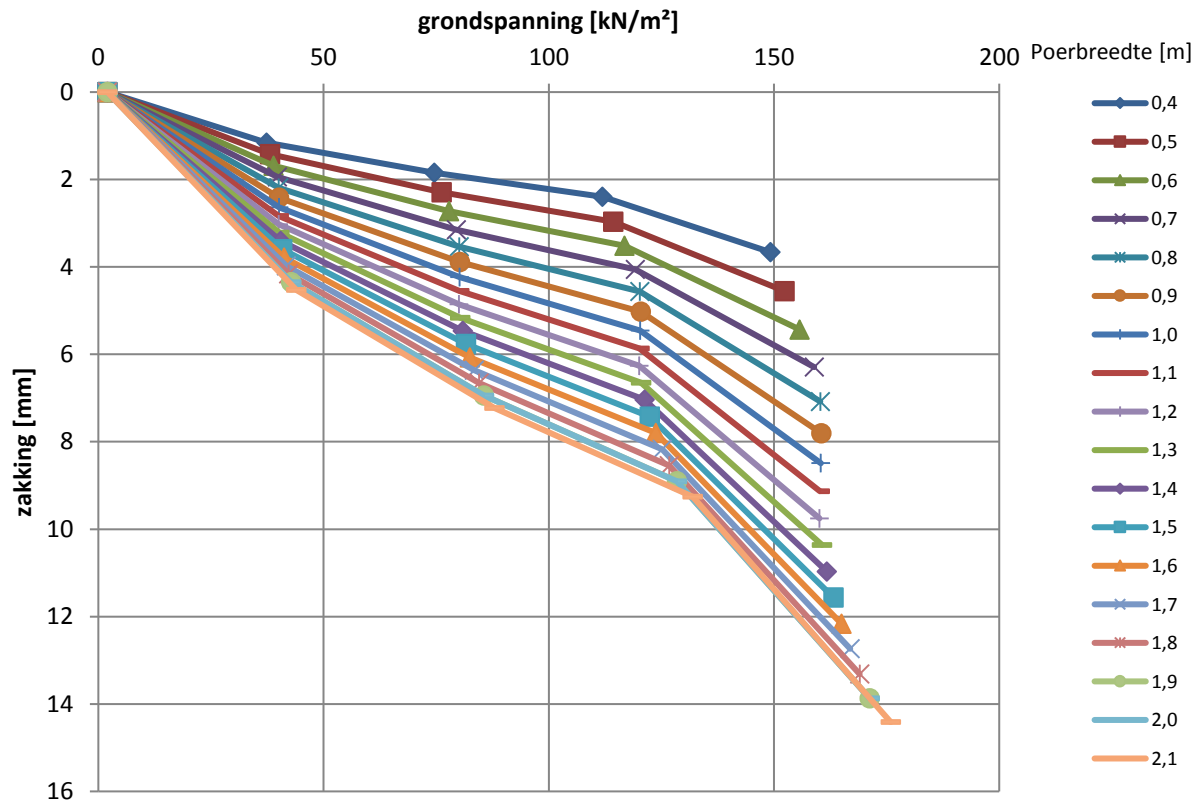


Projectomschrijving: Prinsenbeek, Postbaan

Poeren

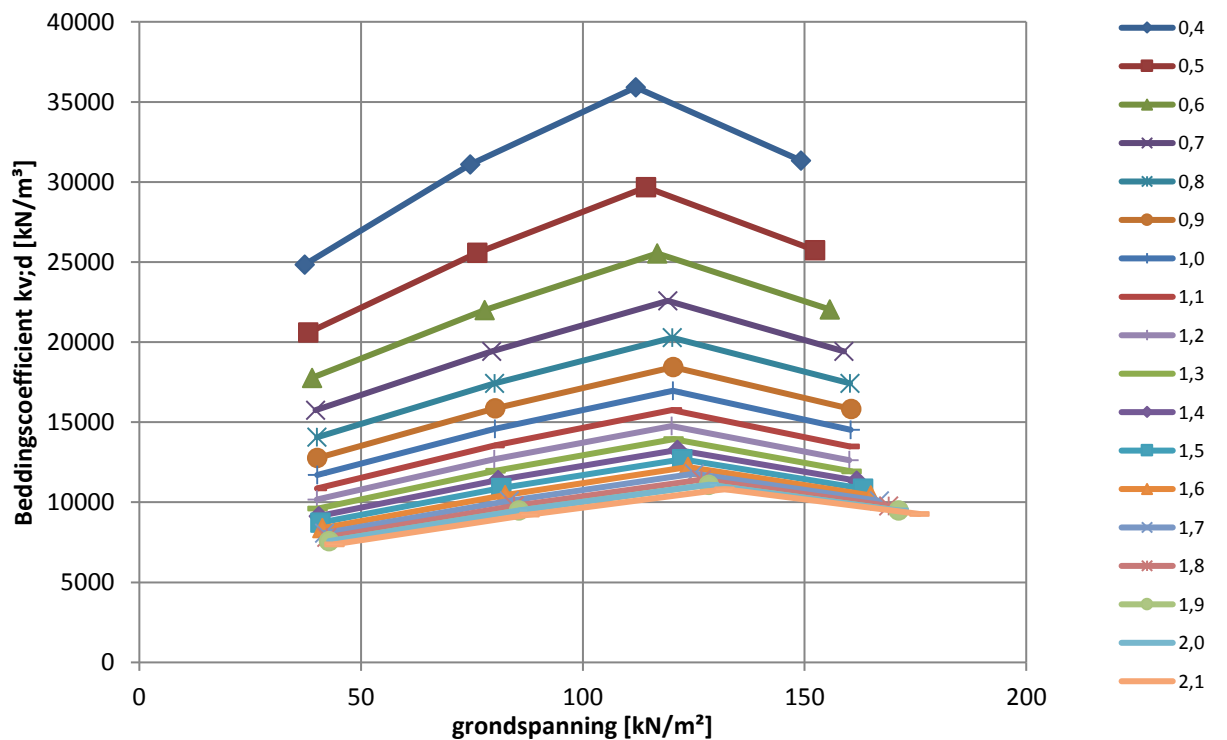
Last-zakkingsdiagram

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



Statische beddingscoëfficiënten

De beddingscoëfficiënten zijn afgeleid van vermelde primaire zakkings.



Projectomschrijving: Prinsenbeek, Postbaan

Voorbeeldberekening

Berekening maximale draagkracht (gedraineerd)

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

Parameters	Berekende waarden		
	Stroken	Poeren	
$\phi_{e;d}$	28,16	28,16	[°]
$\gamma'_{e;d}$	8,10	8,10	[kN/m³]
$c'_{e;d}$	0,00	0,00	[kPa]
N_c	26,13	26,13	[-]
s_c	1,00	1,51	[-]
i_c	1,00	1,00	[-]
λ_c	1,00	1,00	[-]
N_q	14,99	14,99	[-]
s_q	1,00	1,47	[-]
i_q	1,00	1,00	[-]
λ_q	1,00	1,00	[-]
N_y	14,98	14,98	[-]
s_y	1,00	0,70	[-]
i_y	1,00	1,00	[-]
λ_y	1,00	1,00	[-]
<i>Invloedsbreedte</i>	3,80	3,80	[m]
<i>Invloedsdiepte</i>	1,46	1,46	[m]
<i>Rekenwaarde maximale funderingsdruk ($\sigma'_{\max;d}$)</i>	162,57	192,48	[kN/m²]

Berekening zakking

	stroken	poeren		
Funderingsafmetingen rekenvoorbeeld	1,0	1,0	X	1,0 [m]
Beschouwde belasting	135	160		[kN]
Berkende invloedsdiepte*	-6,2	-2,5		[m tov NAP]
Berekende zetting	9,9	8,5		[mm]

Bodemlaag diepte tot [m tov NAP]	ongedrain.	Percentage zakking bij voorbeeldberekening			
		Stroken		Poeren	
		primaire	secundaire	primaire	secundaire
1,4		42%	0%	53%	0%
0,7		27%	0%	31%	0%
0,0		8%	0%	7%	0%
-0,4		7%	0%	5%	0%
-5,4		12%	0%	4%	0%
-5,6	1	3%	100%	0%	0%
-10,0		1%	0%	0%	0%
-12,2	1	0%	0%	0%	0%
-12,5		0%	0%	0%	0%

Tijd-zakkingsverloop

direct optredende zakking:	97%	100%	
tijds-afhankelijke zakking **:	3%	0%	in 0,2 jaar oftewel 56 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 20 % 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 zakking (T100) op basis van geschatte C_v waarden.

Bijlage 3 : Algemene richtlijnen uitvoering en ontwerp

Algemene richtlijnen uitvoering en ontwerp

(gebaseerd op onder andere: NEN 6740, NEN 9997, SBR Handboek funderingen en publicatieblad P25 "Putten en sleuven")

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;
- 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.

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 x de boorgatdiameter van een bestaand gebouw of constructie dient te worden geplaatst en 15 x 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.

Maatregelen tegen inkalven van taluds

Bij afwezigheid van invloed van belendingen, ondergrondse kabels en leidingen kunnen de ontgravingen met een beperkte diepte worden uitgevoerd onder talud. Indien de diepte van de ingraving meer dan 1 meter bedraagt, moeten voorzieningen zijn getroffen tegen het inkalven van de taluds. Deze voorzieningen kunnen bestaan in het ontgraven onder een veilig talud, of in het toepassen van stempelingen, bekistingen of damwanden indien onder een steiler talud wordt ontgraven.

Conform het (inmiddels vervallen) praktijkblad P25 "Putten en Sleuven" uit 1981 kunnen de volgende taluds als veilig worden beschouwd, indien zich geen ongunstige omstandigheden voordoen.

Grondsoort	vastheid	Diepte [m - mv]	Talud niet steiler dan* (hoogte : hor. afstand)
zand of leem	vast, ongeroerd	1,00 - 1,50	3 : 1
	vast, ongeroerd	1,50 - 2,50	1,5 : 1
	vast, ongeroerd	2,50 - 4,00	1,25 : 1
	los of geroerd	1,00 - 4,00	1 : 1
klei	zeer vast, ongeroerd	1,00 - 1,50	te lood
	zeer vast, ongeroerd	1,50 - 2,50	2 : 1
	zeer vast, ongeroerd	2,50 - 4,00	1,25 : 1
	vast, ongeroerd	1,00 - 1,50	te lood
	vast, ongeroerd	1,50 - 2,50	1,5 : 1
	vast, ongeroerd	2,50 - 4,00	1 : 1
	los of geroerd	1,00 - 1,50	1,5 : 1
	los of geroerd	1,50 - 4,00	1 : 1

* Deze waarden kunnen vanuit de praktijk als veilig worden beschouwd, indien zich geen ongunstige omstandigheden voordoen (theoretisch onderbouwing van deze waarden is met de huidige normen en rekenregels doorgaans NIET mogelijk). Verschillende omstandigheden kunnen een ongunstige invloed uitoefenen op het in stand houden van de taluds.

- Waterbezwaar, bijv. door een grondwaterspiegel ter hoogte van de bodem van de ingraving of erboven, door water dat door andere oorzaak toestroomt, door overvloedige neerslag, door vorst en dooi.
- Zware bovenbelasting bij of langs de insteek, bijv. door een weglichaam, gebouwen, uitkomende grond, graaf- en transport-werktuigen, rioolbuizen enz.
- Inhomogeniteit en/of gelaagdheid van de grond.
- Trillingen, bijv. veroorzaakt door een graafmachine, een heimachine, zwaar wegverkeer of door gebruik van springstoffen.
- Achteruitgang van de eigenschappen van de grond door lang openliggen van de ingraving.

Het geven van algemene aanwijzingen die zowel veiligheidstechnisch als economisch verantwoord zijn, is voor ingravingen met een grotere diepte dan 4 m niet mogelijk. Hiervoor is een daartoe gericht onderzoek nodig. Om redenen van dezelfde aard zijn geen aanwijzingen gegeven voor ingravingen in veen. Voor meer informatie hieromtrent wordt verwezen naar het praktijkblad.

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)

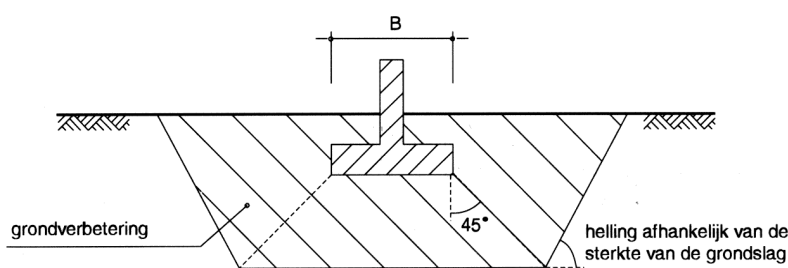
Algemeen

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 volumesteekringen 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.

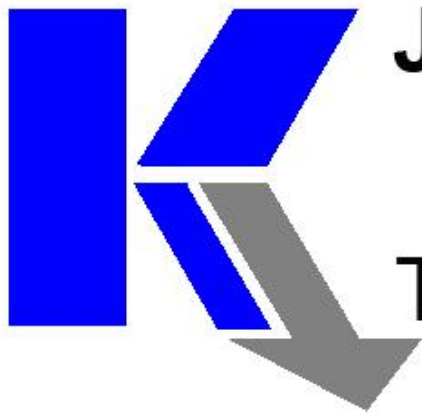
Bijzondere aspecten

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.
- Grondvervangende met cement gestabiliseerd zand. Onder verhardingen, naast kelders enzovoort ter reductie van de zijdelingse gronddruk.
- Grondvervangende 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.



JOHN KONINGS

Sonderingen

Tel. 0165-534969



Grondboorbedrijf
Konings BV is
aangesloten bij:



alfa
VCA*
MANAGEMENTSYSTEEM
CERTIFICATIE