



# FunderMaps

## Stand van het Land

### Funderingsproblematiek in Nederland

**Opdrachtgever**

Raad van Leefomgeving en Infrastructuur

**Datum**

26-01-2024

**Nummer**

2024-0003-001

**Versie**

1.2

## Contact

Kennis Centrum Aanpak Funderingsproblematiek, applicatie FunderMaps

[www.kcaf.nl](http://www.kcaf.nl) | [info@kcaf.nl](mailto:info@kcaf.nl)

[www.fundermaps.com](http://www.fundermaps.com) | [info@fundermaps.com](mailto:info@fundermaps.com)

## Versiebeheer

Versienummer	Datum	Toelichting
1.0	24-01-2024	Opstellen document
1.1	26-01-2024	Aanpassing inleiding



# Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Stand van het land</b>	<b>5</b>
2.1	Aantal panden per funderingstype	5
2.2	Aantal herstelde panden	5
2.3	Het aantal panden met funderingsrisico	6
<b>3</b>	<b>Documentatie Funderingstypes</b>	<b>8</b>
3.1	Verschillende Soorten Funderingen	8
3.2	Funderingstype Vastgesteld	8
3.3	Funderingstype Afgeleid	9
3.4	Funderingstype Indicatief	10
3.5	Betrouwbaarheid	10
<b>4</b>	<b>Documentatie Funderingsrisico's</b>	<b>11</b>
4.1	Documentatie per Funderingsrisico	12
4.2	Risico op Droogstand (Paalrot)	13
4.3	Risico op te kort aan ontwateringsdiepte	16
4.4	Risico Bacteriële Aantasting (Palenpest)	18
4.5	Negatieve Kleef	20
4.6	Verschilzakking	22
4.7	Funderingsrisico vastgesteld	23

# 1 Inleiding

Op verzoek van de Raad voor de leefomgeving en infrastructuur (RLI) heeft het Kennis Centrum Aanpak Funderingsproblematiek (KCAF) in beeld gebracht bij hoeveel panden op basis van de applicatie FunderMaps sprake is van een verhoogd of hoog risico. In deze notitie geven wij antwoord op deze vraag.

De complexiteit van de funderingsproblematiek, vaak veroorzaakt door bodemdaling en de impact van klimaatverandering, vereist een grondige analyse en een doordachte aanpak. Het is in dit kader dat het KCAF gevraagd is om specifieke cijfers op te stellen. Deze cijfers betreffen het aantal panden met verschillende funderingstypen en bijbehorende risico's, wat essentieel is voor een goed onderbouwd advies.

De FunderMaps applicatie is speciaal ontworpen voor het beheer van funderingsgegevens. Dit platform verwerkt een veelheid aan gegevens, waaronder funderingstypen per pand, rapportages van funderingsonderzoeken, bouwkundige opnames, en gegevens uit het Nationaal Herstel Register en taxatierapporten. Dit alles draagt bij aan effectief vastgoedbeheer en een steeds beter worden inzicht in de landelijke staat en ontwikkeling van de funderingsproblematiek.

Het FunderMaps-platform speelt een cruciale rol in het vastleggen van funderingskenmerken, die niet worden opgenomen in de Basisregistratie Gebouwen (BAG) van Nederland. Door samen te werken met gemeenten, provincies, woningcorporaties, taxatie instituten, en funderings- en bouwkundig onderzoeksbedrijven, heeft FunderMaps sinds 2017 een aanzienlijke dekking bereikt. Het platform beschikt over gegevens van circa 35% van de panden van voor 1970.

Met machine learning-technologieën is het mogelijk risicoanalyses uit te voeren op aspecten zoals paalrot bij lage grondwaterstanden, optrekkend vocht, verminderd draagvermogen, schade door het ophogen van buitenruimtes en palenpest. Remote sensing-data en meetgegevens uit traditionele monitoringstechnieken worden ingezet om analyses van pandzakking en scheefstanden uit te voeren, die in veel gevallen bepaalde risico's kunnen kwantificeren of actuele informatie kunnen verschaffen. Daarnaast kan FunderMaps voorspellingen doen over funderingstypen wanneer deze niet direct bekend zijn, door gebruik te maken van gegevens van panden met overeenkomstige eigenschappen die wel bekend zijn in de FunderMaps-database.

Naast de registratie van funderingstypes en kenmerken documenteert FunderMaps ook kwaliteitsgegevens van funderingen, verkregen door funderings- of bouwkundig onderzoek. Verder bevat het ook gegevens uit het Funderingsherstelregister met informatie over circa 10.000 herstelde funderingen. Gegevens over de ondergrond en grondwaterstanden, afkomstig van deels landelijke registraties zoals de Basisregistratie Ondergrond en voor een andere deel aangevuld met lokale data, verhogen de nauwkeurigheid van het platform.

Deze notitie geeft naast de beantwoording van de vraag hoeveel panden op basis van de applicatie FunderMaps sprake is van een verhoogd of hoog risico ook een globale beschrijving van de verstrekte informatie door inzicht te geven in de methodiek van de applicatie FunderMaps. Dit omvat een uitleg over de verwerking van de data binnen de applicatie en hoe, via modellen, inzicht wordt verkregen in de verschillende funderingstypes (Hoofdstuk 3) en een aantal bijbehorende funderingsrisico's (Hoofdstuk 4).

## 2 Stand van het land

De onderstaande aantallen zijn uit de FunderMaps applicatie verkregen. De FunderMaps applicatie is gekoppeld aan de BAG registratie en heeft daarmee iedere maand een actualisatie van de BAG panden. De telling is gemaakt op BAG-status van november 2023.

### 2.1 Aantal panden per funderingstype

Voor de funderingstype in Nederland zijn de volgende aantallen bepaald:

Funderingstype	Aantal panden <sup>(1)</sup>	Aantal adressen
Betonpaal fundering	2.393.285	4.423.477
Houten paal fundering	298.899	718.503
Ondiepe fundering	3.732.114	4.655.339
Overige	263	633
<b>Eindtotaal</b>	<b>6.424.561</b>	<b>9.797.952</b>

**Toelichting**

(1) Aantal panden met woonfunctie of commercieel vastgoed (verblijfsobject)

De funderingstypes hebben verschillende statussen van betrouwbaarheid. Deze worden ontsloten in bovenstaande tabel. Wel wordt in Figuur 1 daar inzicht in gegevens op basis van een verhoudingsdiagram. In de navolgende documentatie voor het funderingstype wordt een toelichting op gegeven op deze betrouwbaarheid.

### 2.2 Aantal herstelde panden

Voor het aantal herstelde panden in Nederland zijn de volgende aantallen bepaald:

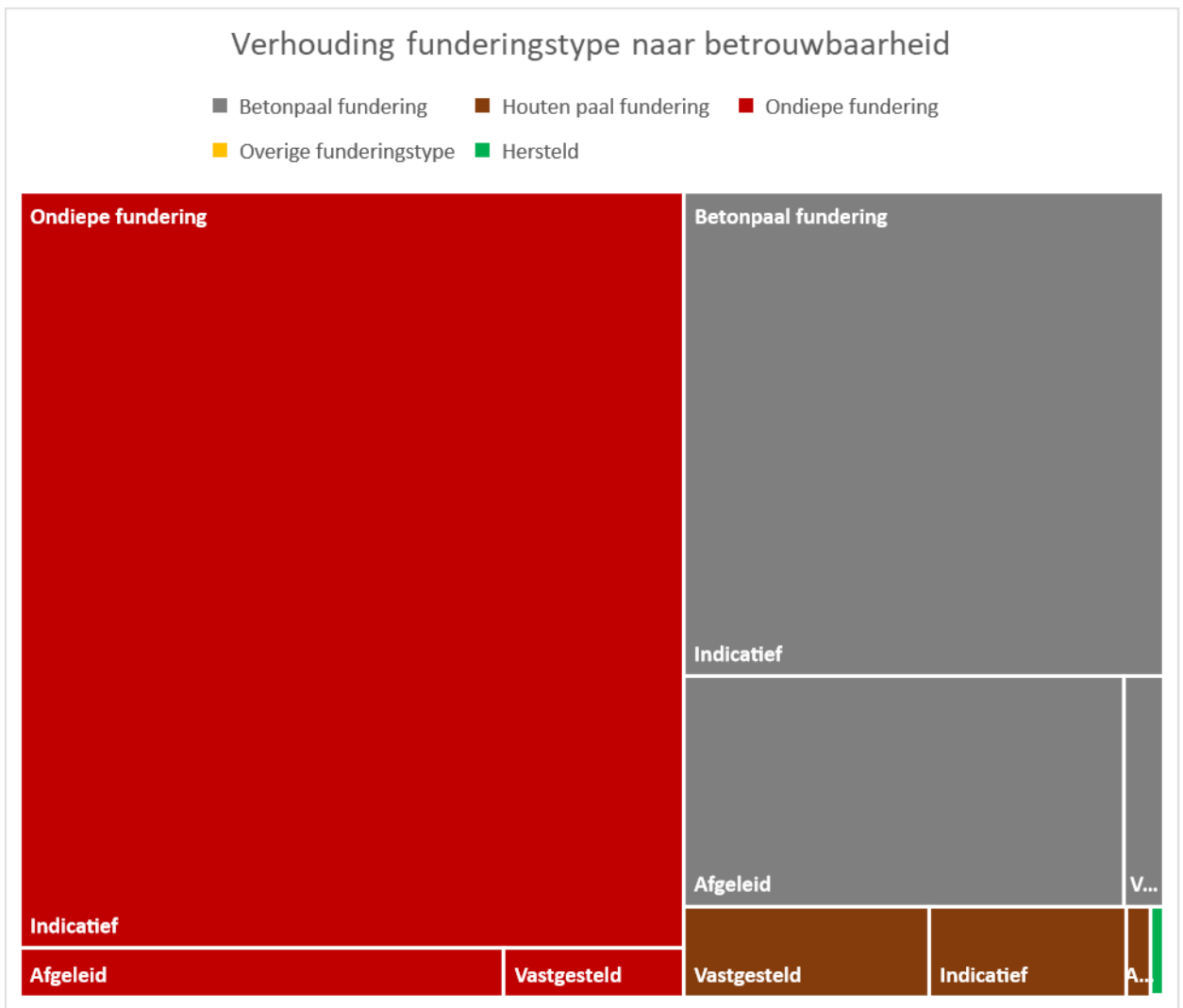
Type funderingsherstel	Aantal panden <sup>(1)</sup>	Aantal adressen
Paal in muur	364	596
Paalkopverlaging	832	1.611
Tafelconstructie	6.207	8.965
Onbekend	1.731	2.403
<b>Eindtotaal</b>	<b>9134</b>	<b>13575</b>

**Toelichting**

(1) Aantal panden met woonfunctie of commercieel vastgoed (verblijfsobject)

De herstelde panden zijn geregistreerd in het Nationaal Herstelregister<sup>1</sup> van het KCAF. De verwachting is dat er ca. 40% (gecalculeerde inschatting) van alle herstelde panden zijn geregistreerd.

<sup>1</sup> <https://www.kcaf.nl/wat-doet-het-kcaf/nationaal-funderingsherstel-register/>



Figuur 1; Verhoudingsdiagram funderingstype naar betrouwbaarheid.

## 2.3 Het aantal panden met funderingsrisico

Er zijn verschillende soorten funderingsrisico's, afhankelijk van het funderingstype. In totaal heeft het KCAF modellen voor 6 verschillende risico's, waarover vastgestelde onderzoeksdata beschikbaar is. De onderstaande aantallen voor funderingsrisico's zijn gebaseerd op 3 van deze funderingsrisico's.

In de volgende documentatie worden de verschillende funderingsrisico's toegelicht. Opgemerkt wordt dat dat de modellen een resolutie hebben van 5 gradaties (A-E). In de onderstaande aantallen zijn alleen de aantallen met een verhoogd risico (D) en hoog risico (E) weergegeven.

Risicoverdeling	Fundering op Houten palen Aantal panden droogstand <sup>(2)</sup>	Ondiepe Fundering Aantal panden te kort ontwateringsdiepte/ verschilzakking <sup>(3)</sup>
Verhoogd risico	119.588	167.828
Hoog risico	45.153	89.900
<b>Totaal per risico</b>	<b>164.741</b>	<b>257.728</b>
<b>EindTotaal</b>		<b>422.469</b>

#### Toelichting

(2) Aantal panden met woonfunctie of commercieel vastgoed (verblijfsobject) met houten paalfundering.

(3) Aantal panden met woonfunctie of commercieel vastgoed (verblijfsobject) met ondiepe fundering.

Er is vaak enige verwarring tussen de begrippen adressen, panden en woningen. Aangezien een pand doorgaans één fundering heeft, wordt in deze context voornamelijk gesproken over panden.

Een pand kan echter geen, één of meerdere adressen hebben. In de gepresenteerde cijfers worden alleen panden meegenomen die minstens één adres hebben. Dit betekent dat bijgebouwen zoals schuurtjes niet worden meegenomen, maar winkels en bedrijfspanden wel. Deze keuze is gemaakt om een accuraat beeld te geven van de totale staat van funderingsproblematiek in het land.

Om toch inzicht te bieden in het aantal betrokken woningen, worden deze gegevens ook verstrekt:

Van de **422.000** panden (woningen en commercieel vastgoed zoals winkels en bedrijfspanden) met een verhoogd en hoog risico (zoals vermeld in de bovenstaande tabel), zijn er in totaal **644.000** adressen betrokken, waarvan **490.000** als woningen worden aangemerkt.

## 3 Documentatie Funderingstypes

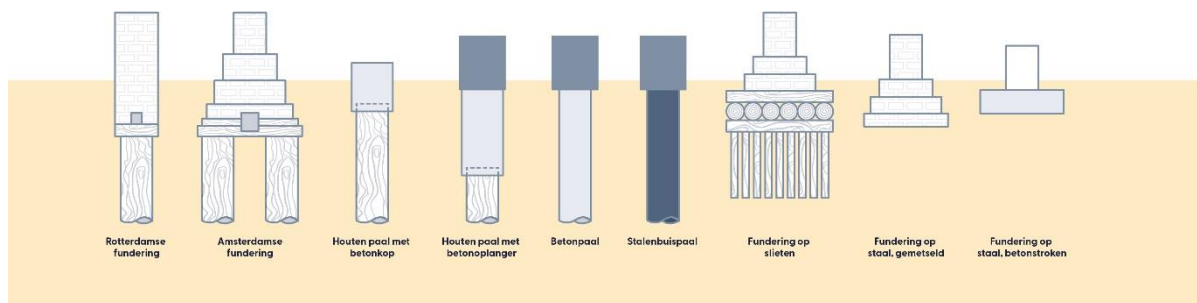
In Nederland worden diverse funderingstypen toegepast bij de bouw van gebouwen en constructies. De keuze voor een specifiek type hangt af van factoren zoals de bodemgesteldheid, het type gebouw en de te dragen belasting. Historisch gezien is een nog groter aantal funderingstypen toegepast, vaak variërend in kwaliteit en beïnvloed door factoren als tijdsgesest, omgeving en wetgeving. Hier volgt een overzicht van enkele veelvoorkomende funderingstypen in Nederland.

### 3.1 Verschillende Soorten Funderingen

Globaal zijn er twee typen funderingen:

1. **Ondiep fundering (fundering op staal)<sup>2</sup>:** Deze fundering wordt direct op de draagkrachtige bodemlaag aangebracht, al dan niet met grondverbetering. Het is een eenvoudige en relatief goedkope funderingstechniek, vooral gebruikt bij lichte constructies en waar de draagkrachtige grond dicht bij het maaiveld ligt.
2. **Paalfundering:** Bij paalfundering worden betonnen of houten palen de grond in geheel of geschroefd tot een voldoende draagkrachtige laag is bereikt. Deze fundering is geschikt voor zwaardere constructies of locaties met een dieper gelegen draagkrachtige bodemlaag. Paalfunderingen zijn globaal onder te verdelen in prefab betonpalen, in de grond gevormde palen en houten palen.

Binnen deze 2 top-categorieën komen doorgaans de onderstaande funderingen voor:



Figuur 2; Schematische weergave verschillende soorten funderingen (© FunderMaps)

### 3.2 Funderingstype Vastgesteld

In FunderMaps wordt het funderingstype op pandniveau vastgesteld op basis van ingevoerde gegevens op adresniveau (samples). Verschillende bronnen, waaronder kwaliteits- en (funderings-)onderzoeksgegevens, maar een archiefgegevens kunnen worden gebruikt om dit vast te stellen.

Het FunderMaps model bepaalt welke sample leidend is, rekening houdend met de betrouwbaarheid van de bron, de datum van het onderzoeksgegeven en type rapportage. Funderingsonderzoek en archiefonderzoek worden bijvoorbeeld als betrouwbaar beschouwd dan een QuickScan. Nieuwere documenten binnen hetzelfde type bron worden standaard aangehouden, waarbij oudere gegevens dienen als referentiepunt.

<sup>2</sup> Verdiepend artikel ondiepe fundering: <https://www.linkedin.com/pulse/fundering-op-staal-van-historische-oorsprong-tot-moderne-misvattingen-fgise/?trackingId=Gt1dYbyV%2FO%2F3ZdAzfTA8pw%3D%3D>





Figuur 3; Kaartweergaven funderingstype vastgesteld op basis onderzoeksgegevens (© FunderMaps)

### 3.3 Funderingstype Afgeleid

Met lokale data kunnen uitgangspunten voor het funderingstype worden bijgesteld naar een vastgestelde waarde op basis van slimme relaties in analyses. Bij beperkte data van een enkel pand kan voor meerdere panden zonder aanvullende informatie een verfijnde indicatie worden gegeven. Onderzoeksgegevens binnen gedetecteerde bouwkundige eenheden (bouwblokken) gelden ook voor de andere panden binnen het blok.



Figuur 4; Kaartweergaven funderingstype vastgesteld en daaruit afgeleide bepalingen. Incl. herstelde funderingen uit het funderingsherstel register (© FunderMaps).



### 3.4 Funderingstype Indicatief

Niet alle data is noodzakelijk voor het uitvoeren van modelanalyses. Over het algemeen geldt: hoe meer data beschikbaar is, hoe betrouwbaarder de analyses. Het funderingstype indicatief wordt bepaald op basis van een model, gebruikmakend van data zoals bouwjaar, pandhoogte, funderingsoppervlak, gevelaanzicht (Image Classification), ondergrondgegevens en (historische) kengetallen van de specifieke omgeving.



Figuur 5; Kaartweergaven funderingstype vastgesteld, afgeleide bepalingen, herstelde funderingen en aangevuld met modelmatig bepaalde funderingstypes (© FunderMaps).

### 3.5 Betrouwbaarheid

De betrouwbaarheid geldt per classificatie en wordt vastgesteld op basis van de volgende criteria:

- **Indicatie:** Geen vastgestelde gegevens beschikbaar. Het funderingstype is bepaald op basis van een model, gebruik makend van landelijke gegevens, lokaal opgehaalde aanvullende gegevens over bijvoorbeeld de ondergrond en vastgestelde gegevens van vergelijkbare panden in de omgeving.
- **Afgeleid:** Gebruik makend van vastgestelde gegevens van aaneengesloten panden (bouweenheden) voor bepaling van het funderingstype.
- **Vastgesteld:** Gebruik van vastgestelde gegevens voor het funderingstype.

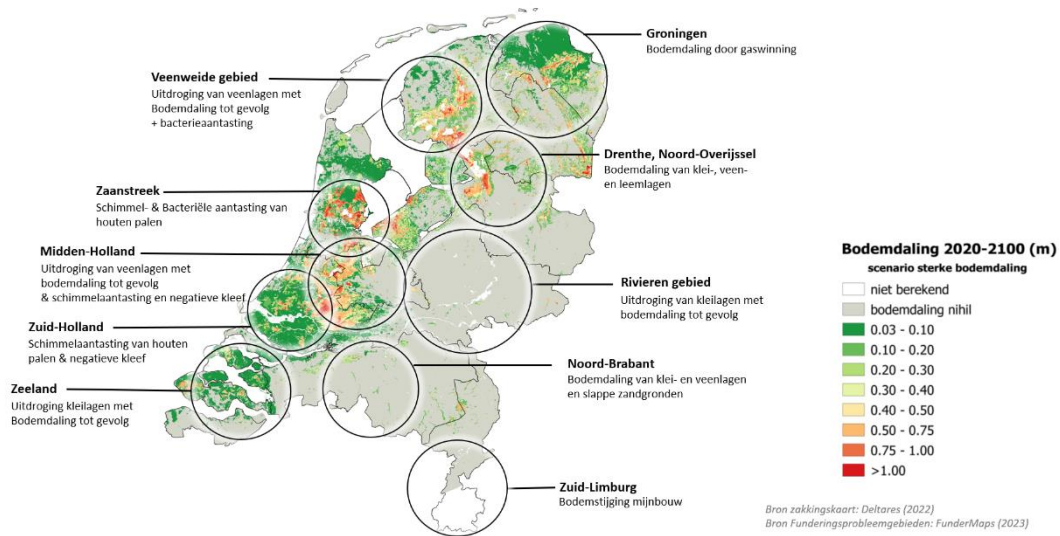
Deze funderingstypes worden gebruikt voor de analyse van verschillende Funderingsrisico's. Voor de betrouwbaarheden *Afgeleid* en *vastgesteld* is kans op een goede classificatie 99% en afhankelijk van de correctheid van de brondata. Voor de indicatie is de kans op juiste classificatie minimaal 85% (regio afhankelijk), vastgesteld op basis van nieuw verwerkte gegevens.

## 4 Documentatie Funderingsrisico's<sup>3</sup>

Er zijn verschillende oorzaken van funderingsproblematiek. De meest voorkomende zijn:

1. Droogstand: paalrot van paalkoppen door droogstand als gevolg van een te lage grondwaterstand.
2. Onvoldoende ontwateringsdiepte: leidt tot optrekkend vocht in het pand.
3. Palenpest: bacteriële aantasting van grenen palen.
4. Negatieve kleef: extra belasting op palen door historische ophogingen.
5. Grondwaterstandsfluctuatie: leidt tot consolidatie met als gevolg zetting, ofwel bodemdaling.

De funderingsproblematiek is regioafhankelijk in Nederland.



FunderMaps maakt risicoanalyses (modellen) voor deze verschillende soorten funderingsproblematiek. Deze modellen zijn gebaseerd op een breed scala aan ingevoerde data en monitoringsgegevens via remote monitoring. Hoe meer vastgestelde informatie beschikbaar is, hoe hoger de betrouwbaarheid van de modelresultaten.

Afhankelijk van de gebruikte databronnen varieert de betrouwbaarheid van de resultaten tussen indicatief, afgeleid of vastgesteld. Deze wordt per pand, behorend bij het resultaat, ontsloten en per risicoanalyse nader toegelicht en gedocumenteerd. Een extra analyse voor het funderingsrisico, 'vastgesteld risico', is opgenomen. Deze analyse is onafhankelijk van het type funderingsproblematiek en berust op (historische) beoordelingen van de kwaliteit uit funderingsonderzoek. Het kan voorkomen dat deze analyse andere resultaten geeft dan de overige risicoanalyses. Dit komt doordat de analyse van het vastgestelde risico gebaseerd is op statische data die vaak al decennia oud kan zijn. De drie risicoanalyses naar specifieke vormen van funderingsproblematiek kunnen daardoor actueler zijn. Daarom dienen, naast deze analyses, de resultaten van de analyse naar het vastgestelde risico (indien beschikbaar) gezamenlijk bekeken te worden door de gebruiker.

<sup>3</sup> Verdiepend artikel over funderingsrisico's: <https://www.linkedin.com/pulse/de-stille-ramp-onder-onze-voeten-funderingsproblematiek-nederland/?trackingId=sVaWbXwpnxthF%2F7MYvjBBA%3D%3D>

## 4.1 Documentatie per Funderingsrisico

Verschillende risicoanalyses worden beschreven die relevant zijn voor funderingen van panden. De methodiek van elk type analyse wordt nader toegelicht. Deze analyses helpen bij het identificeren en kwantificeren van potentiële risico's voor de fundering van een gebouw. Hier volgt een toelichting op de genoemde punten:

### Risicoanalyses die gebruikt zijn voor de gemaakte tellingen:

1. **Droogstand (§4.2):** Risico gerelateerd aan het droogvallen van de grond rondom de fundering, wat kan leiden tot aantasting van houten delen van de fundering (paalrot).
2. **Ontwateringsdiepte (§4.3):** Bepaling op optrekkend vocht door een funderingsdiepte te dicht op de grondwaterstand.
3. **Verschilzakking (§4.6):** Beoordeling van ongelijke verzakking van een pand, wat kan leiden tot scheuren of andere structurele problemen.

### Risicoanalyses die beschikbaar zijn binnen het FunderMaps platform maar niet zijn gebruikt voor de gemaakte tellingen:

1. **Bacteriële aantasting (§4.4):** Analyse van de invloed van bacteriële aantasting op de houten delen van de fundering.
2. **Negatieve kleef (§4.5):** Beoordeling van de situatie waarin de grond rond de paal gaat hangen aan de paal en tot een extra paalbelasting leidt.
3. **Vastgesteld (§4.7):** Dit betreft een vastgestelde beoordeling van de huidige staat van de fundering op basis van uitgevoerd onderzoek.
4. **Indicatieve herstelkosten:** Een schatting van de kosten die nodig zijn om de geïdentificeerde problemen aan te pakken.

### Risicoanalyses die nog in ontwikkeling zijn:

5. **Grondwaterstandsfluctuatie:** Analyse van de invloed van veranderingen in de grondwaterstand op de fundering.
6. **Effecten KNMI klimaatscenario's '23:** Beoordeling van hoe de voorspelde klimaatveranderingen de fundering kunnen beïnvloeden.

Tot slot zijn er ook cumulatieve risicoanalyses voor grotere gebieden (niet opgenomen in dit document).

7. **Cumulatieve risicokaart op buurtniveau:** Een overzicht van de risico's in een bepaalde buurt
8. **Cumulatieve risicokaart op wijkniveau:** Een overzicht van de risico's in een bepaalde wijk

Deze analyses zijn bruikbaar voor het begrijpen en managen van risico's op het gebied van funderingen, en helpen bij het plannen van onderhoud en herstelwerkzaamheden.

## 4.2 Risico op Droogstand (Paalrot)<sup>4</sup>

Een belangrijke schadeoorzaak bij funderingen op houten palen, met name in het westen en noorden van Nederland, is de aantasting door schimmels op houten palen en het daarop liggende langshout. Schimmels hebben drie elementen nodig om te overleven: vocht, zuurstof en voeding. Als één van deze elementen ontbreekt, worden schimmels inactief en stopt het aantastingsproces. Ondergronds is het altijd vochtig en het hout van de paal dient als voeding. Dit betekent dat wanneer zuurstof wordt toegevoegd, er een ideale omgeving ontstaat voor schimmels om actief te worden en het aantastingsproces voort te zetten. De schimmels groeien en verteren de paal, wat bekend staat als paalrot. Dit fenomeen ontstaat bij droogstand. Wanneer het hout zijn stevigheid verliest, verdwijnt de stabiliteit en bezwijkt de fundering. Idealiter staan funderingspalen altijd volledig onder water, zodat er geen zuurstof bij kan komen. Wanneer het grondwater niveau zakt (bedoeld of onbedoeld), kan er zuurstof bij de bovenkant van de paal komen, wat schimmelvorming en houtaantasting tot gevolg heeft.

De mate van schimmelaantasting hangt af van de cumulatieve droogstand van een houten funderingspaal. Meerdere perioden van droogstand kunnen, opgeteld, tot aantasting leiden. Droogstand kan veroorzaakt worden door grondwaterverdamping door bomen, lekkende riolering, of bemaling in de omgeving. Naast droogstand, zijn ook relatieve vochtigheid en een voedingsbodem belangrijk voor de ontwikkeling van schimmelaantasting<sup>5</sup>. De gemiddelde termijn van aantasting tot 100% sterkteverlies varieert per houtsoort; bij grenspint is dit drie jaar, bij grenen kernhout vijftien jaar en bij vurenhout tien jaar. Schimmelaantasting door droogstand wordt voorkomen door de funderingspaal geheel onder de grondwaterstand te plaatsen en te houden. De aantasting over de doorsnede/lengte van de paal kan eenvoudig in kaart worden gebracht, aangezien de schimmelaantasting zich concentreert ter plaatse van de paalkop en funderingsonderzoek ook op deze locatie plaatsvindt.

### 4.2.1 Uitgangspunten

In FunderMaps wordt het risico op schimmelaantasting door droogstand berekend op basis van drie verschillende uitgangspunten voor de grondwaterstand, afgezet tegenover vastgestelde, gemiddelde of generieke uitgangspunten van het hoogst gelegen langshout. De volgorde voor beide onderdelen gaat van nauwkeurig naar algemeen, op basis van beschikbaarheid.

#### **Uitgangspunten Grondwater**

1. Lokale grondwaterstand, vastgesteld op pandniveau op basis van peilbuizen of funderingsonderzoek.
2. Basisregistratie Ondergrond voor de Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) of polderpeilen van waterschappen.
3. Nationaal Water Model voor de Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG).

#### **Uitgangspunten Hoogst Gelegen Langshout**

1. Vastgesteld uit archiefgegevens en/of onderzoek, verwerkt in FunderMaps.
2. Gemiddeld niveau per subbuurt, berekend op basis van vastgestelde gegevens in FunderMaps.
3. Een generiek, regio afhankelijk, uitgangspunt, verschillend per funderingstype, bepaald op basis van gegevens van vergelijkbare panden in de omgeving.

### 4.2.2 Risicoclassificatie

De volgende classificatie geldt op basis van het berekende verschil tussen het hoogst gelegen funderingshout en de grondwaterstand:

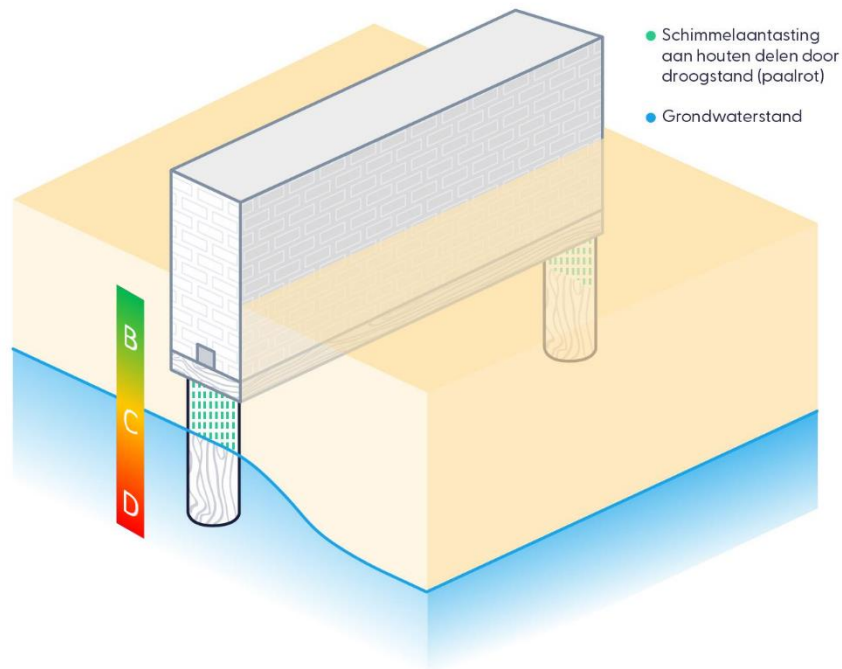
- Risico A: Fundering van het pand is hersteld of heeft een betonpaal fundering.
- Risico B: Het funderingshout staat doorgaans onder water.

<sup>4</sup> Verdiepend artikel over het funderingsrisico droogstand: <https://www.linkedin.com/pulse/de-funderingsproblematiek-droogstand-van-houten-palen-fundermaps/?trackingid=4lNM6%2F0ZkNtm1TVv%2FIVUHA%3D%3D>

<sup>5</sup> F30, 2011



- Risico C: Het funderingshout bevindt zich in een bepaalde marge t.o.v. de aangehouden grondwaterstand.
- Risico D: Het funderingshout staat doorgaans boven water.
- Risico E: Het funderingshout staat doorgaans boven water (risico D) en er is sprake van een van de volgende criteria:
  - Op basis van funderingsonderzoek is een vastgestelde schadeoorzaak van droogstand voor de funderingsproblematiek aangetoond.
  - De pandzakkingssnelheid van het pand is groter dan normaal in de omgeving.



Figuur 6; Schematische weergaven Risico op Droogstand (© FunderMaps)



Figuur 7; Kaartweergave Risico op Droogstand (© FunderMaps)

### 4.2.3 Betrouwbaarheid

De bijbehorende betrouwbaarheid geldt per beoordeling en is gebaseerd op de volgende criteria:

- **Indicatief:** Geen vastgestelde gegevens beschikbaar voor grondwater en hoogst gelegen funderingshout.
- **Afgeleid:** Een vastgesteld gegeven gebruikt voor grondwater en hoogst gelegen funderingshout afkomstig van een ander pand binnen de bouweenheid.
- **Vastgesteld:** Er is een vastgesteld gegeven gebruikt voor grondwater en hoogst gelegen funderingshout.

## 4.3 Risico op te kort aan ontwateringsdiepte

Bij panden met een ondiepe fundering (ook bekend als “niet onderheid” of een “fundering op staal”), is het uitgangspunt voor de beoordeling van het risico tegenovergesteld aan de droogstandsproblematiek bij houten palen. De grondwaterstand mag hier niet te hoog zijn. Bij te hoge grondwaterstanden ten opzichte van de fundering op staal, met te weinig ontwateringsdiepte, is er kans op optrekkend vocht. Dit tast de bouwkundige staat van panden aan en kan leiden tot schimmels in muren en vloeren, wat gezondheidsrisico's met zich meebrengt.

De ontwateringsdiepte is het verschil tussen het maaiveld en de grondwaterstand. De drooglegging is het verschil tussen het maaiveld en het peil van de singel. Als niet-formele norm wordt een bepaalde afstand tussen beide peilen aangehouden voor de minimaal gewenste ontwateringsdiepte, hetzelfde geldt voor de drooglegging. Aangezien verzakte gebieden vaak niet op uitgiftepeil liggen, is er in de praktijk vaak sprake van een structureel te kleine ontwateringsdiepte en drooglegging. Deze diepte wordt aangehouden als maat tussen grondwaterstand en panden op staal (niet onderheid), met een afgetrokken marge als uitgangspunt voor de funderingsdiepte. De aanlegdiepte van een niet onderheide fundering lag vroeger doorgaans 'onder de vorstgrens'.

### 4.3.1 Uitgangspunten

In FunderMaps wordt dit risico berekend op basis van de grondwaterstand volgens drie verschillende uitgangspunten. Het grondwaterveld wordt afgezet tegen vastgestelde, gemiddelde of generieke uitgangspunten van het funderingsniveau van de niet onderheide panden (fundering op staal).

#### **Uitgangspunten Grondwater**

1. Lokale grondwaterstand, vastgesteld op pandniveau op basis van peilbuizen of funderingsonderzoek.
2. Basisregistratie Ondergrond voor de Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) of polderpeilen van waterschappen.
3. Nationaal Water Model voor de Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG).

#### **Uitgangspunten voor Funderingsniveau**

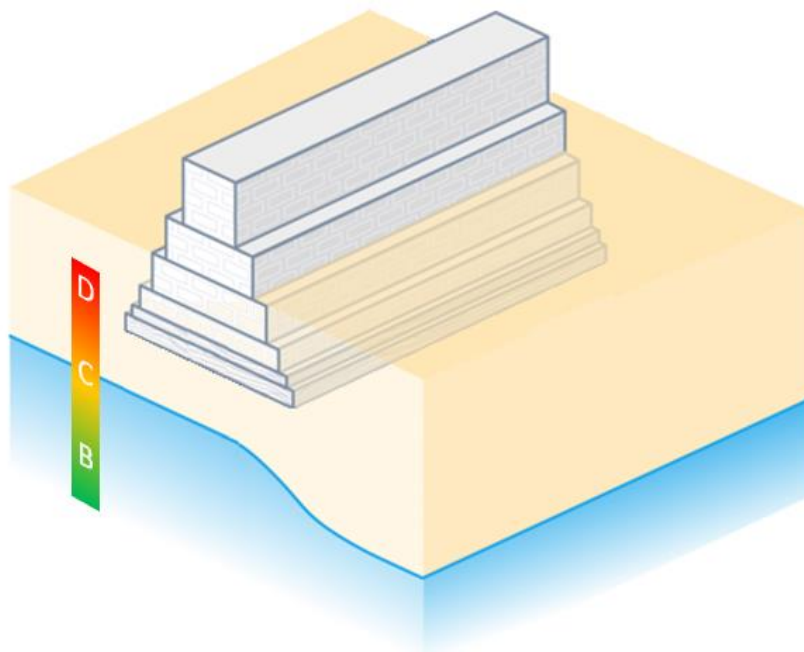
1. Vastgesteld uit archiefgegevens en/of onderzoek, verwerkt in FunderMaps.
2. Gemiddeld funderingsniveau per subbuurt, berekend op basis van vastgestelde gegevens in FunderMaps.
3. Een generiek, regio afhankelijk, uitgangspunt van een bepaald aantal decimeters onder het maaiveld, bepaald op basis van gegevens van vergelijkbare panden in de omgeving.

### 4.3.2 Risicoclassificatie

De volgende classificatie geldt op basis van het berekende verschil tussen het funderingsniveau en de grondwaterstand:

- Risico A: Fundering van het pand is hersteld of heeft een betonpaalfundering.
- Risico B: De grondwaterstand staat doorgaans onder de ontwateringsdiepte.
- Risico C: De grondwaterstand bevindt zich binnen een marge ten opzichte van de grens van de ontwateringsdiepte.
- Risico D: De grondwaterstand staat doorgaans in de ontwateringsdiepte.
- Risico E: De grondwaterstand staat doorgaans in de ontwateringsdiepte (risico D) en er wordt voldaan aan een van de volgende criteria:
  - Op basis van funderingsonderzoek is een vastgestelde schadeoorzaak van optrekkend vocht voor de funderingsproblematiek aangetoond.
  - De pandzakkingssnelheid van het pand is groter dan normaal in de omgeving.





Figuur 8; Schematische weergave Risico op een te kort aan ontwateringsdiepte (© FunderMaps).



Figuur 9; Kaartweergave Risico op Ontwateringsdiepte (© FunderMaps).

### 4.3.3 Betrouwbaarheid

De bijbehorende betrouwbaarheid geldt per beoordeling en is gebaseerd op de volgende criteria:

- **Indicatief:** Geen vastgestelde gegevens beschikbaar voor grondwater en funderingsniveau.
- **Afgeleid:** Een vastgesteld gegeven gebruikt voor grondwater en funderingsniveau, afkomstig van een ander pand binnen de bouweenheid.
- **Vastgesteld:** Er is een vastgesteld gegeven gebruikt voor grondwater en het funderingsniveau.

## 4.4 Risico Bacteriële Aantasting (Palenpest)<sup>6</sup>

Naast schimmels kunnen ook bacteriën houten funderingspalen verzwakken. In tegenstelling tot schimmels, hebben sommige bacteriën geen zuurstof nodig om te overleven. Grenenhout is gevoelig voor bacteriële aantasting, de zogenaamde palenpest. Het gaat om een consortium van circa 10 zeer gespecialiseerde bacteriesoorten, en niet, zoals soms beweerd wordt, om de anaerobe *Pseudomonas*. Deze bacteriën zijn ook onder water actief en kunnen elkaar in leven houden zonder zuurstof. De open celstructuur van grenenhout, waardoor water gemakkelijk doorheen stroomt, faciliteert de verplaatsing van deze bacteriën. Dit verklaart waarom aantasting door bacteriën voornamelijk voorkomt in grenenhouten funderingspalen en minder bij vurenhout.

Houten heipalen gemaakt van grenenhout, afkomstig van de grove den (*Pinus sylvestris*), hebben een maximale paallengte die korter is dan het vuren hout afkomstig van de fijnspar (*Picea abies*). Hoewel bacteriële aantasting ook kan voorkomen bij vurenhouten palen, is dit de aantasting daar minder groot dan bij grenenhouten palen. De maximaal haalbare paallengtes, in combinatie met bouwperiode en regio geven inzicht in de toepassing van grenenhout als heipaal. In regio's waar de dragende zandlaag hoger ligt, zoals rond de Zaanstreek, Amsterdam en Gouda, wordt voornamelijk grenenhout gebruikt. In steden als Rotterdam, waar de draagkrachtige zandlaag dieper ligt, worden vooral vurenhouten palen gebruikt, die minder gevoelig zijn voor bacteriële aantasting. In de loop van voorgaande eeuw is toepassing van grenenhout verboden waarna het gebruik van houten palen voor funderingen minder populair is geworden, mede door wijzigingen in het Bouwbesluit en het rekenen aan het draagvermogen van heipalen. In deze periode vond de definitieve doorbraak van de betonnen heipaal plaats.

### 4.4.1 Uitgangspunten

In FunderMaps wordt dit risico op bacteriële aantasting bepaald uit vastgestelde of afgeleide gegevens uit onderzoek, of berekend op basis van de diepteligging van het draagkrachtige zand uit GeoTOP of lokale sonderingen, afgezet tegen de maximale paallengte voor grenenhout en het bouwjaar van het pand.

#### **Uitgangspunten voor Toepassing Grenenhout**

1. De draagkrachtige zandlaag mag niet dieper liggen dan de gangbare paallengte van grenenhout.
2. Toepassing van vurenhout in gebieden waar de draagkrachtige zandlaag niet dieper ligt dan de gangbare paallengte van grenenhout is economisch niet voordelig.

#### **Uitgangspunten voor Funderingsniveau**

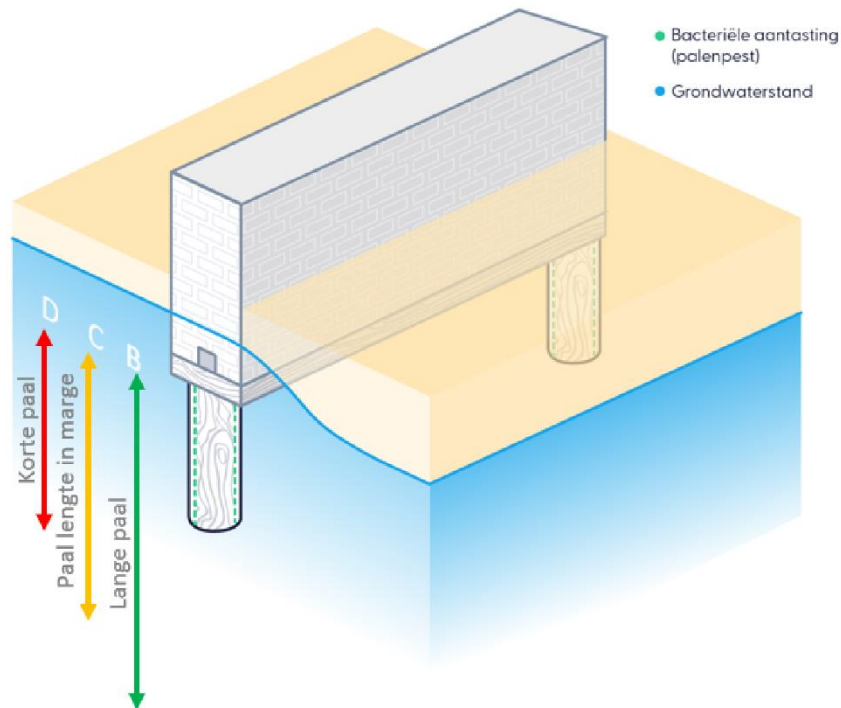
1. Vastgesteld uit archiefgegevens en/of onderzoek, verwerkt in FunderMaps.
2. Een gemiddeld funderingsniveau per subbuurt, berekend op basis van vastgestelde gegevens in FunderMaps.
3. Een generiek uitgangspunt van een bepaald niveau onder het maaiveld, bepaald op basis van gegevens van vergelijkbare panden in de omgeving.
4. Een generiek, regio afhankelijk, uitgangspunt, verschillend per funderingstype.

### 4.4.2 Risicoclassificatie

De classificatie is gebaseerd op het verschil tussen het funderingsniveau en de draagkrachtige zandlaag, rekening houdend met de paallengte:

- Risico A: Fundering van het pand is hersteld of heeft een betonpaalfundering.
- Risico B: De maximale paallengte is voldoende lang.
- Risico C: De maximale paallengte bevindt zich in de marge.
- Risico D: De maximale paallengte is te kort.
- Risico E: De max. paallengte is te kort (Risico D), er wordt voldaan aan een van de volgende criteria:
  - Vastgestelde schadeoorzaak van bacteriële aantasting op basis van funderingsonderzoek.
  - Pandzakingsnelheid van het pand is groter dan normaal in de omgeving.

<sup>6</sup>Verdiepend artikel over het funderingsrisico Bacteriële aantasting: <https://www.linkedin.com/pulse/bacteri%25C3%25ABLe-aantasting-houten-paalfunderingen-een-onderschat-lxwsf/?trackingId=81c8%2BoeSq%2FOpEhYxPw9sA%3D%3D>



Figuur 10; Schematische weergave Risico Bacteriële Aantasting (© FunderMaps).



Figuur 11; Kaartweergave Bacteriële Aantasting (© FunderMaps).

#### 4.4.3 Betrouwbaarheid

De betrouwbaarheid per beoordeling wordt vastgesteld op basis van de volgende criteria:

- **Indicatief:** Geen vastgestelde gegevens beschikbaar voor bacteriële aantasting.
- **Afgeleid:** Vastgestelde gegevens gebruikt, afkomstig van onderzoek naar bacteriële aantasting van een ander pand binnen de bouweenheid.
- **Vastgesteld:** Vastgestelde gegevens gebruikt, afkomstig van onderzoek naar bacteriële aantasting.



## 4.5 Negatieve Kleef<sup>7</sup>

Negatieve kleef is een fenomeen dat optreedt wanneer de grondlagen sneller zakken dan de funderingspalen van een gebouw. Dit komt voornamelijk voor bij houten funderingspalen. Kleilagen die aan de palen kleven, veroorzaken op den duur een extra belasting door aan de palen door aan te gaan 'hangen', waardoor de fundering naar beneden wordt getrokken. Hierdoor wordt het draagvermogen van de houten paalfundering beperkt, aangezien er in het verleden geen rekening werd gehouden met negatieve kleef bij het ontwerp van de fundering. Vóór 1965 werd er in het ontwerp van gebouwen vrijwel geen rekening gehouden met negatieve kleef.

Verschillende factoren kunnen bijdragen aan het zakken van grondlagen, zoals het ophogen van straten of voorbereiden voor bouwdoeleinden. Wanneer straten herhaaldelijk worden opgehoogd met zand, ontstaat er extra druk op de slappe ondergrond, wat negatieve kleef versterkt. Achtertuinen en kruipruimtes worden vaak niet opgehoogd, wat leidt tot verschillen in bodeminklinking en daarmee in de mate van negatieve kleef op de houten funderingspalen. Hoekpanden kunnen hierdoor een extra belasting aan twee gevelzijden ondervinden.

Schade aan gebouwen als gevolg van negatieve kleef hangt vaak samen met verschillen in het vervormingsgedrag van de palen in de fundering. Sommige palen kunnen zich stijver gedragen, bijvoorbeeld door een iets dikkere diameter of een betere positie in de zandlaag. Als alle palen onder een gebouw gelijkwaardig vervormen, zal de zakking gelijkmatig zijn en zal negatieve kleef minder snel tot schade leiden.

### 4.5.1 Uitgangspunten

In FunderMaps wordt dit risico op negatieve kleef bepaald uit vastgestelde of afgeleide gegevens uit onderzoek, of berekend op basis van de diepteligging van het draagkrachtige zand en de cohesieve lagen (klei en veenlagen) die daarboven op liggen.

#### **Uitgangspunten voor Ondergrond**

1. Aanwezigheid van (aantoonbare) ophooghistorie volgens lokaal grondonderzoek, BRO en GeoTop
2. Aanwezigheid van cohesieve lagen met antropogene grondlaag (door mens aangebracht (zand)laag) daarboven.

#### **Uitgangspunten voor Negatieve kleef**

1. Vastgesteld uit archiefgegevens en/of onderzoek, verwerkt in FunderMaps.
2. Funderingstype en bouwjaar

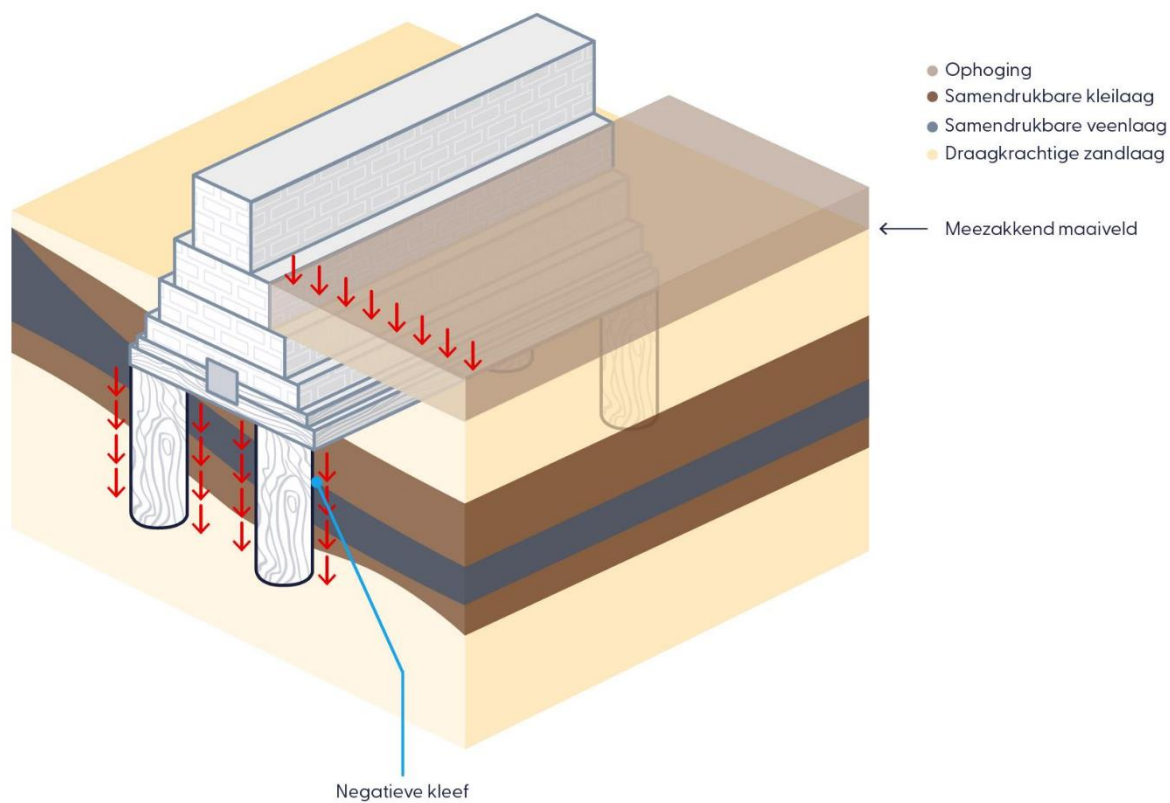
### 4.5.2 Risicoclassificatie

De classificatie is gebaseerd op voorwaarde voor voorkomen situatie negatieve kleef::

- Risico A: Fundering van het pand is hersteld of heeft een betonpaalfundering.
- Risico B: Onvoldoende voorwaarde negatieve kleef
- Risico C: Voorwaarde negatieve kleef bevond zich in marge
- Risico D: Voldoende voorwaarde negatieve kleef
- Risico E: Voldoende voorwaarde negatieve kleef (Risico D), er wordt voldaan aan een van de volgende criteria:
  - Vastgestelde schadeoorzaak van negatieve kleef p basis van funderingsonderzoek.
  - Pandzakkingssnelheid van het pand is groter dan normaal in de omgeving.

---

<sup>7</sup> Verdiepend artikel over funderingsrisico negatieve kleef: <https://www.linkedin.com/pulse/het-fenomeen-van-negatieve-kleef-een-cruciale-uitdaging-voor/?trackingId=nE1nqHJeP82azT2tuH08Mw%3D%3D>



Figuur 12; Schematische weergave Risico Negatieve Kleeft (© FunderMaps).

#### 4.5.3 Betrouwbaarheid

De betrouwbaarheid per beoordeling wordt bepaald op basis van de volgende criteria:

- Indicatief: Geen vastgestelde gegevens grondprofiel en ophooghistorie.
- Afgeleid: Gebruik van vastgestelde gegevens voor grondprofiel en ophooghistorie, afkomstig van een ander pand binnen de bouweenheid.
- Vastgesteld: Gebruik van vastgestelde gegevens voor grondprofiel en ophooghistorie.

## 4.6 Verschilzakking

Bij panden die niet onderheid zijn, ook wel 'op staal gefundeerd' genoemd, kan ophoging van straten leiden tot verschilzakking. Deze panden kunnen, als gevolg van de toename in belasting aan de straatgevel, gaan zakken naar de straatzijde of een ander zakgedrag vertonen dan naastgelegen panden. Binnen een bouwblok kan dit per pand verschillen, wat op termijn kan leiden tot spanningen in het casco met scheuren en scheefstanden als gevolg.

### 4.6.1 Uitgangspunten

Op basis van het funderingsoppervlak, bouwjaar en pandhoogte worden aaneengesloten panden geclusterd in een indicatieve bouwkundige eenheid. Wanneer in afzonderlijke panden binnen deze eenheid het onderlinge verschil in zakkingsnelheid groter is dan de standaarddeviatie van het statistisch gemiddelde van de zakkingsnelheid én de zakkingsnelheid groter is dan die van de lokale bodemdalingssnelheid, wordt het pand geclassificeerd als verhoogd risico (D). Bij zakkingsnelheden die significant groter zijn dan de standaarddeviatie, wordt het pand geclassificeerd als risico E.

#### Uitgangspunten voor panden

1. Indicatie of vastgesteld uitgangspunt voor bouw- en/of funderingseenheden.

#### Uitgangspunten voor pandzakking

1. Vastgesteld uit monitoring (oa. lintvoegmetingen)
2. Op basis van remote monitoring

### 4.6.2 Risicoclassificatie

- Risico D: Verschilzakking gedetecteerd.
- Risico E: Grote verschilzakking.



Figuur 13; Kaartweergave pandzakking / verschilzakking (© FunderMaps).

### 4.6.3 Betrouwbaarheid

De betrouwbaarheid van de beoordeling wordt vastgesteld op basis van meetgegevens.

- Vastgesteld: Er is gebruikgemaakt van vastgestelde meetgegevens voor de pandzakking.



## 4.7 Funderingsrisico vastgesteld

In FunderMaps kunnen alle voorkomende soorten funderingsproblematiek worden vastgelegd als "vastgestelde gegevens". Deze gegevens zijn aangetoond door onderzoek en dienen als bewijsvoering. De onderzoeksbronnen zijn per pand vastgelegd en opvraagbaar.

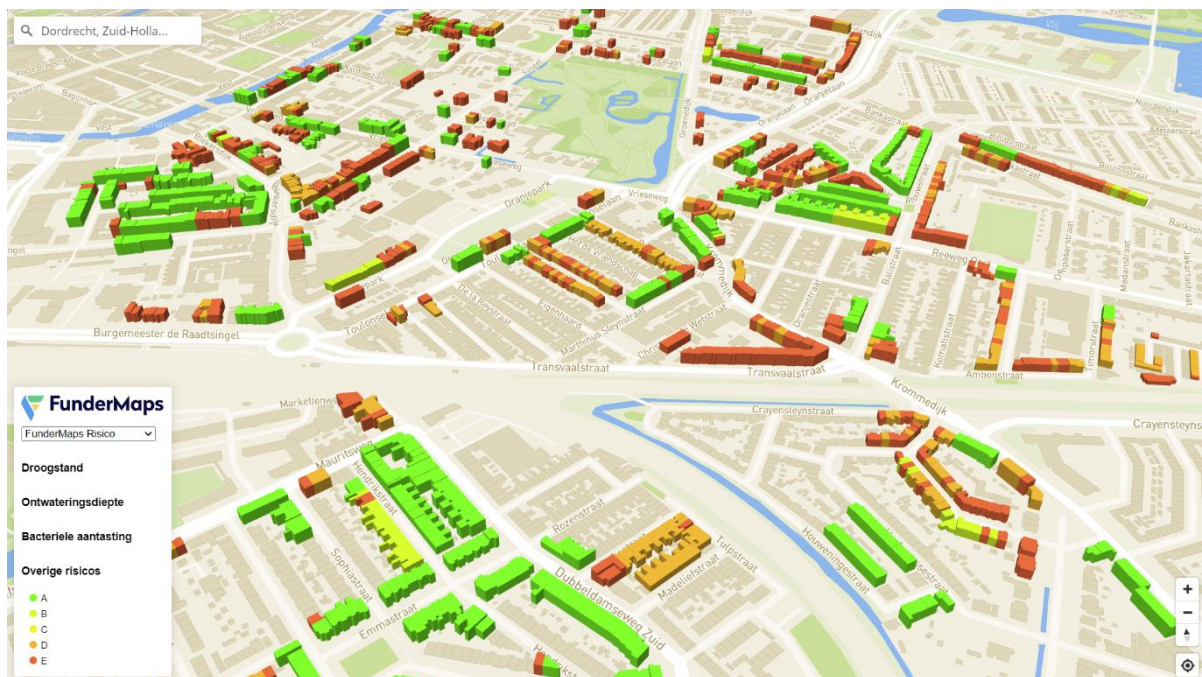
### 4.7.1 Risicoclassificatie

Deze classificatie hangt af van de schadebeoordeling en wordt vertaald naar een bepaald risiconiveau. Als er gegevens voor een pand beschikbaar zijn binnen een bouweenheid, geldt dezelfde beoordeling ook voor de andere panden in die bouweenheid, tenzij er een aparte beoordeling voor een specifiek pand beschikbaar is. Dit geldt ook als er een pand in een bouweenheid is hersteld en de andere panden niet. Deze niet-herstelde panden krijgen dan ook een risicoclassificatie D, tenzij er een aparte beoordeling voor dat pand beschikbaar is.

De risicoclassificatie loopt van A tot E, gebaseerd op de vastgestelde gegevens voor de algehele funderingskwaliteit of de beoordeelde handhavingstermijn:

- Risico A: Het pand is hersteld.
- Risico B: De algehele funderingskwaliteit is beoordeeld als Goed of Matig en/of de handhavingstermijn is meer dan 25 jaar.
- Risico D: De algehele funderingskwaliteit is beoordeeld als Matig en/of de handhavingstermijn is meer dan 10 jaar.
- Risico E: De algehele funderingskwaliteit is beoordeeld als Slecht en/of de handhavingstermijn is minder dan 10 jaar.

De classificatie C, die een middenrisico aangeeft, wordt zoveel mogelijk gemeden om de hoogste betrouwbaarheid van onderzoeksgegevens te waarborgen en om onduidelijkheid en besluiteloosheid te voorkomen.



Figuur 14; Kaartweergave vastgestelde funderingsrisico's (© FunderMaps).

## 4.7.2 Gebruikte Onderzoeksgegevens

In FunderMaps kunnen gegevens van diverse funderingsonderzoeken worden verwerkt, waaronder gedetailleerd funderingsonderzoek, grove inventarisaties (QuickScans), archiefonderzoek en GevelScans (sinds 2022, start van het project GevelScans).

### Onderzoekstype

Verschillende soorten gegevens worden verwerkt in FunderMaps, van gedetailleerde funderingsonderzoeken tot grove QuickScans en archiefonderzoek. Deze kaartlaag maakt de diverse soorten onderzoek inzichtelijk.



Figuur 15; Kaartweergave onderzoek types (© FunderMaps).

### Schadeoorzaak

De vastgestelde oorzaak van funderingsschade wordt gepresenteerd in de kaartlagen en opgenomen als vastgesteld uitgangspunt in funderingsrisicoanalyses. Deze kaartlaag toont de vastgestelde schadeoorzaken.



Figuur 16; Kaartweergave Schadeoorzaak (© FunderMaps).



## GevelScan

De GevelScan, ontwikkeld door het Kennis Centrum Aanpak Funderingsproblematiek (KCAF), speelt een cruciale rol in het vernieuwde concept van 'Funderingsonderzoek Light'. Deze innovatie<sup>8</sup> is opgestart in 2022 in samenwerking met AEDES, verschillende woningcorporaties en gemeente en is een reactie op de groeiende vraag naar snellere, eenvoudigere en kosteneffectieve methoden voor funderingsonderzoek, voortkomend uit de toegenomen aandacht voor funderingsproblematiek. Hoewel de GevelScan een belangrijk instrument is in het 'Funderingsonderzoek Light', benadrukt het KCAF dat in een volledig funderingsonderzoek nog steeds noodzakelijk kan zijn. De GevelScan biedt in sommige gevallen mogelijk onvoldoende informatie en moet gezien worden als een eerste stap in een uitgebreider onderzoeksproces.

De GevelScan bestaat uit de volgende onderdelen:

- **Loodmetingen:** Deze metingen worden bij voorkeur uitgevoerd met een waterpas van 2 meter om scheefstand te meten. De afwijking van het lood wordt uitgedrukt in mm en gedeeld door 2m om de scheefstand in mm/m te berekenen.
- **Lintvoegmeting:** Deze meting, uitgevoerd met een baak of slangenwaterpas, meet het verschil in zetting tussen bouwmuren of andere relevante meetpunten. Het totale verschil in zetting wordt gedeeld door de afstand tussen de meetpunten om de scheefstand in mm/m te bepalen.
- **Beoordeling van Metingen:** Metingen in mm/m worden omgezet volgens de richtlijnen van de KCAF/F3o, zodat ze in lijn zijn met gevestigde normen en correct geïnterpreteerd kunnen worden.
- **Scheuranalyse:** Scheuren in de gevel kunnen wijzen op funderingsproblemen. De analyse van deze scheuren helpt bij het inschatten van de ernst van mogelijke funderingsproblemen. De metingen worden beoordeeld volgens de KCAF/F3o richtlijnen.

## Beoordelingsschema GevelScan resultaten

Een uniek aspect van de GevelScan is het beoordelingsschema dat wordt gebruikt om de verzamelde gegevens te analyseren en een uniforme risicobeoordeling te genereren. Dit resulteert in een duidelijk en nauwkeurig inzicht in de funderingsgezondheid, gebaseerd op de staat van de gevel.

Het eindresultaat is een efficiënte methode om funderingsproblemen snel op te sporen en te beoordelen, wat van grote waarde is voor vastgoedeigenaren, bouwinspecteurs, ingenieurs en andere bouwprofessionals.



Figuur 17; Kaartweergave uitgevoerde GevelScan

<sup>8</sup> Opstarten onderzoeksrichtlijn "GevelScan" 2024: <https://www.linkedin.com/pulse/funderingsonderzoek-light-een-haalbaar-concept-kcaf-116fe%3FtrackingId=qSngjEhtNqBcn4b70xyqdg%253D%253D/?trackingId=qSngjEhtNqBcn4b70xyqdg%3D%3D>