

Technische toelichting risicokaarten funderingen

Datum 22 april 2021			Aantal pagina's 1 van 10
Contactpersoon Sien Kok	Doorkiesnummer +31(0)88 335 7167	E-mail Sien.Kok@deltares.nl	

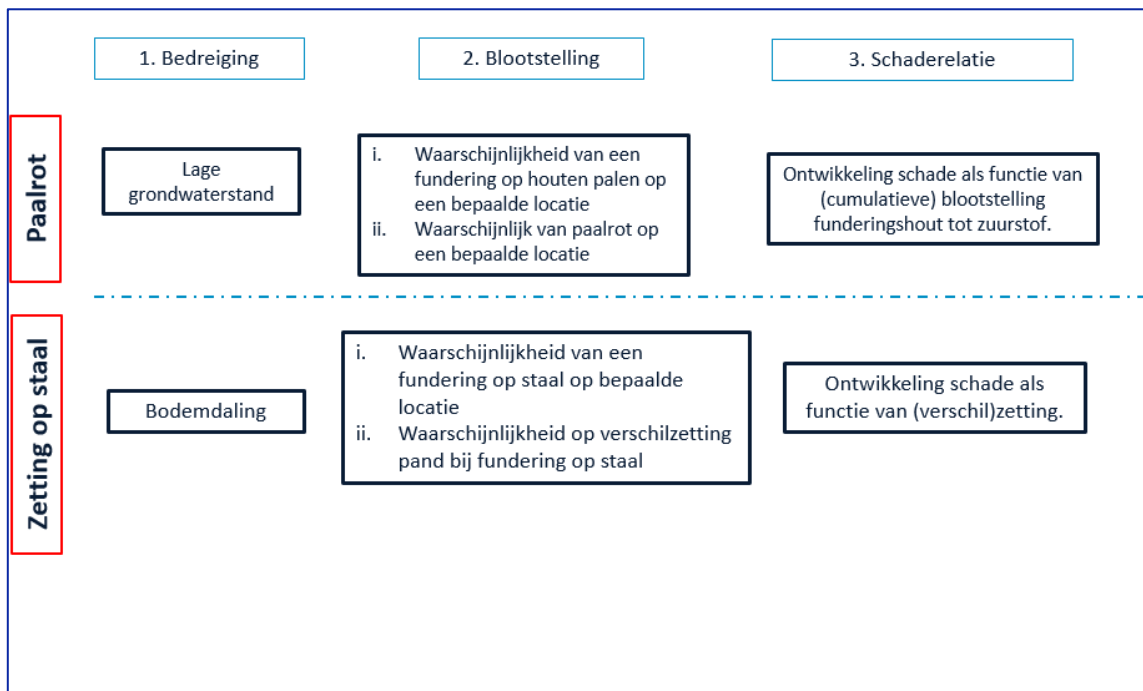
Droogte kan leiden tot schade aan ondiepe 'op staal' funderingen en aan houten paalfunderingen. Bij een lage grondwaterstand kunnen de houten funderingspalen droog komen te staan, waardoor er zuurstof bij kan komen en een schimmelaantasting in gang wordt gezet (paalrot). Als de palen lang en/ of vaak droog hebben gestaan verliezen de palen hun draagkracht en raakt de fundering beschadigd. Funderingen op staal staan direct op de bodem. Bij droogte kunnen klei – en veengronden sneller dalen, respectievelijk door inklinking en oxidatie. Het bovengelegen pand zakt mee en in veel gevallen gaat dat ongelijkmatig zodat er schade ontstaat. Andere schademechanismen zoals negatieve kleeft of bacteriële aantasting van houten palen en krimp-zwel gedrag van kleibodems dat tot schade aan panden op staal kan leiden zijn niet meegenomen in de kaarten.

1 Welke methode hebben we gebruikt om het risico in kaart te brengen?

Figuur 1 geeft een overzicht van de methode op hoofdlijnen. Bij het uitwerken van de methode hebben we gebruik gemaakt van bestaande literatuur en zijn twee inhoudelijke sessies met experts gehouden.

- 1) Sessie over de 'bedreigingen' voor funderingen: lage grondwaterstanden en bodemdaling.
- 2) Sessie over 'blootstelling en gevoeligheid': waar kun je welke fundering verwachten en hoe zien de schaderelaties eruit?

Meer informatie is te vinden in Costa et al., (2020) en Kok and Angelova (2020).



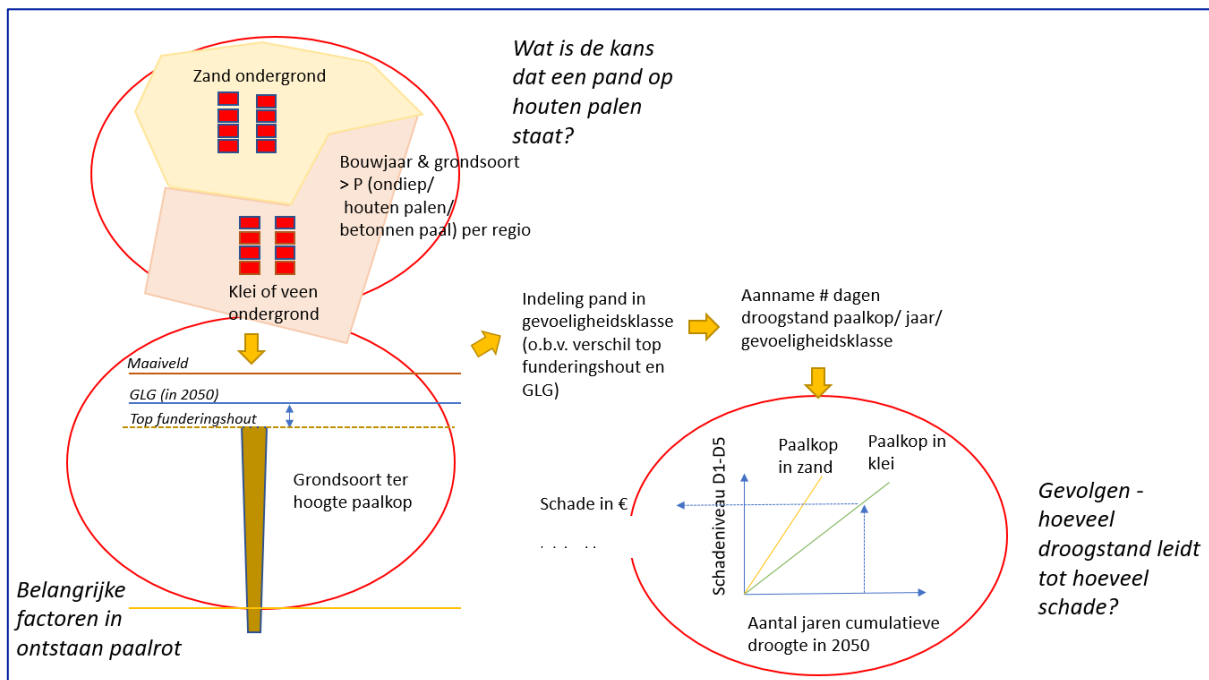
Figuur 1: Algemene aanpak risicoanalyse voor paalrot en zetting van panden op staal.

1.1 Methode risicoanalyse paalrot

De methode om het risico op paalrot in te schatten bestaat uit drie onderdelen:

- Per locatie geven we een inschatting van de kans of een pand op houten palen gefundeerd is (zie bijlage 'ruimtelijke spreiding funderingstypen Nederland').
- We schatten in wat de gevoeligheid voor droogstand bij elk pand is: hoeveel dagen per jaar staat de paalfundering op een gegeven locatie droog?
- We schatten in welke gevolgen droogstand van palen heeft voor de verwachte schade in 2050.

Figuur 2 geeft een overzicht van deze onderdelen:



Figuur 2: Overzicht aanpak risico-analyse houten paalfunderingen – paalrot

a. Is een pand op houten palen gefundeerd?

Natuurlijk kan paalrot alleen voorkomen bij panden die op houten palen zijn gefundeerd. Van veel panden is niet zeker op welke fundering ze staan, vooral niet van oudere panden. Over de tijd is in verschillende regio's vaak gebruik gemaakt van vergelijkbare funderingstechnieken. Met hulp van de gebiedskennis van funderingsexperts hebben we een landelijke indeling gemaakt in regio's met vergelijkbare funderingspraktijken over de tijd. Op basis van locatie, leeftijd en ondergrondtype maken we vervolgens een inschatting van de kans dat een pand op houten palen of op staal gefundeerd is. Gebieden op zandgrond zijn uitgesloten van de analyse: hier zijn houten palen niet nodig. 'Zandgrond' wordt daarbij gedefinieerd als een locatie waarbij de eerste 5 meter onder de grond voor meer dan 3 meter bestaat uit zand.

b. Staat een paalfundering droog bij een lage grondwaterstand?

Of een pand veel kans heeft op paalrot, hangt af van drie factoren:

- i. Hoe laag is de grondwaterstand? Daarbij gaan we uit van landelijke GLG kaarten. Deze tonen per gebied de gemiddeld laagste grondwaterstand. De kaarten zijn gemaakt op basis van een landelijk model, waardoor de grondwaterstand lokaal sterk kan afwijken. We gaan uit van drie GLG-kaarten om de schade in 2050 te schatten: zonder klimaatverandering (aannahme dat grondwaterstand niet veranderd), klimaatscenario 'rust' en klimaatscenario 'warm'.
- ii. Hoe diep liggen de paalkoppen? Hoe hoger deze liggen (dichter bij het maaiveld), hoe groter de kans op droogstand en daarmee paalrot. Het Kenniscentrum Aanpak Funderingen (KCAF) heeft ten behoeve van de analyse op basis van eigen data een bandbreedte ingeschat voor de diepteligging van de fundering in verschillende gebieden in Nederland – de onzekerheden hierin zijn erg groot.
- iii. In welke grondsoort staan de paalkoppen? In een zandlaag rot hout bijvoorbeeld sneller dan in een kleilaag, omdat daarin bij een lage grondwaterstand zuurstof eerder tot de paalkop doordringt (het vochtgehalte van de bodem daalt sneller). Op basis van GeoTOP hebben we een aanname gedaan over de grondsoort ter hoogte van de paalkoppen. Deze hebben we onderverdeeld in klei, veen en zand.

Op basis van de GLG-kaart en de diepte van de paalkoppen, delen we de panden in in gevoeligheidsklassen: laag, gemiddeld en hoog. Deze klassen geven aan hoe gevoelig de houten paalfundering van een pand is voor droogstand. Hieronder zie je hoe hoog de laagste grondwaterstand gemiddeld per gevoeligheidsklasse is, en hoeveel dagen per jaar deze palen naar schatting ongeveer droogstaan.¹ Kijk in Tabel 1 bijvoorbeeld naar panden met een lage gevoeligheidsklasse. Daarbij staat de lage grondwaterstand gemiddeld meer dan 20 cm boven de paalkoppen. Onder de aanname dat de grondwaterstand bij extreme droogte nooit meer dan 25 cm onder de GLG komt, gaan we ervan uit dat de palen onder deze panden ongeveer 1,5 dag per jaar droog staan.

Tabel 1: Indeling in gevoeligheidsklassen

Gevoeligheidsklasse	Hoe ver dekt het grondwater de paalkoppen?	Aanname van aantal dagen dat palen per jaar droog staan
Laag	GLG > 20 cm boven de top van het funderingshout	1,5
Gemiddeld	GLG > 5 cm < 20 cm boven de top van het funderingshout	22
Hoog	GLG < 5 cm boven de top van het funderingshout	29

c. *Gevolgen van droogstand in verwachte schade*

We weten niet precies hoeveel schade er op dit moment al is door paalrot. Ook weten we van veel panden niet of er in het verleden herstel is uitgevoerd. Daarom moeten de resultaten gelezen worden als cumulatieve schade vanaf het bouwjaar van panden tot 2050. Daarnaast doen we de volgende aannames:

- We nemen aan dat de schaderelatie exponentieel is.
- Het type grondsoort ter hoogte van de paalkop heeft invloed op het schadeniveau. Op basis van de expertsessie nemen we aan dat het hoogste schadeniveau (D5) per grondsoort na verschillende periodes bereikt is:
 - Zand: na ongeveer 10 jaar
 - Veen: na ongeveer 15 jaar
 - Klei: na ongeveer 20 jaar

De formule hierbij is:

Schadeniveau D1-D5 paalrot = $f[\# \text{ dagen verwachte droogstand/jaar (Gevoeligheidsklasse)} * \text{leeftijd pand in 2050 (type ondergrond bij paalkop klei/veen/zand)}]$

In de tabel hieronder worden de herstelwerkzaamheden van de schadeniveaus beschreven.

¹ We doen de aanname dat de GLG het niveau is waar de grondwaterstand 10% van het jaar onder staat. Vervolgens nemen we aan dat het grondwaterniveau maximaal 25 centimeter tot onder de GLG kan zakken en gebruiken een driehoekige vorm van de kansdichtheidsfunctie om het aantal dagen droogstand per gevoeligheidsklasse te berekenen.

Tabel 2: Overzicht van herstelwerkzaamheden per schadeklasse, uitgaande van de gemiddelde inhoud per pand 200 m³ in Nederland. Bron inschatting KCAF.

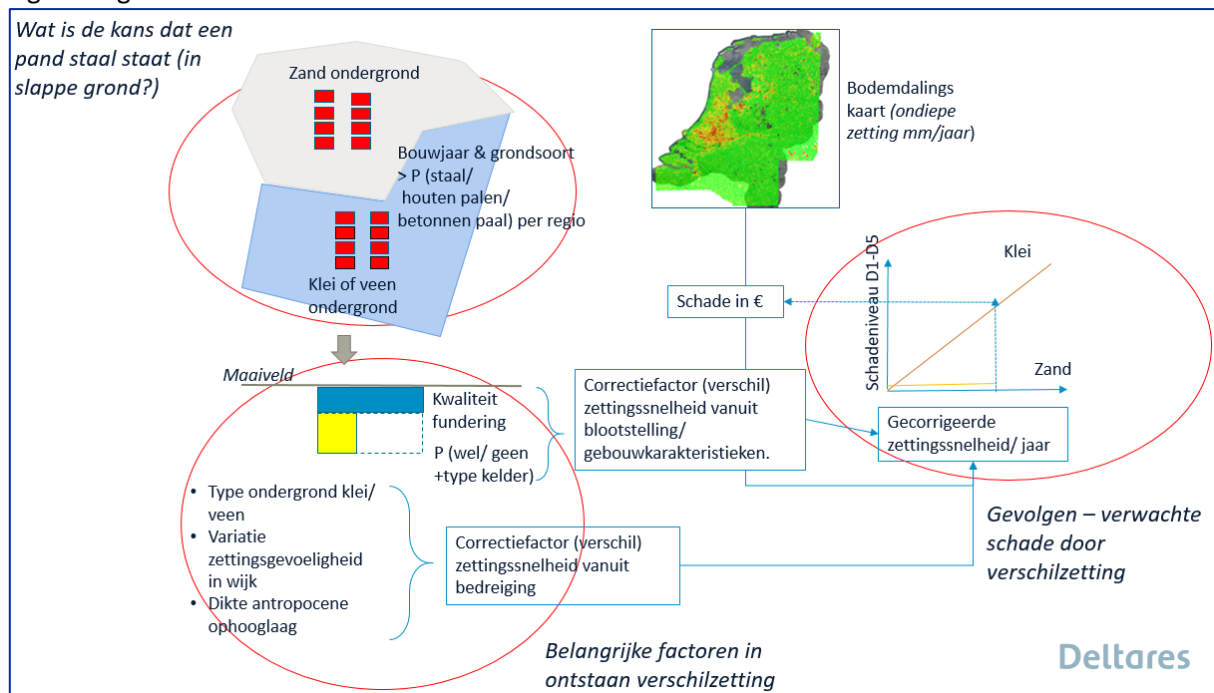
Schadeklasse	Vereiste herstelwerkzaamheden
D0	Geen schade
D1	Schilderwerk binnen
D2	Schilderwerk binnen, opvullen/ herstel scheuren (buiten), huur van steigers
D3	Schilderwerk binnen, opvullen/ herstel scheuren (buiten), huur van steigers, herstel pleisterwerk
D4	Schilderwerk binnen, opvullen/ herstel scheuren (buiten), huur van steigers, herstel pleisterwerk, herstel kozijnen, vloeren
D5	Schilderwerk binnen, opvullen/ herstel scheuren (buiten), huur van steigers, herstel pleisterwerk, herstel kozijnen, vloeren, herstel fundering

1.2 Methode risicoanalyse verschilzetting panden op staal

De methode om het risico in te schatten op verschilzetting bij fundering op staal bestaat uit drie onderdelen:

- We schatten de kans in dat een pand op staal gefundeerd is (zie ter achtergrond bijlage ruimtelijke spreiding funderingstypen Nederland);
- We bepalen hoe gevoelig het pand is voor verschilzetting. Daarbij kijken we niet alleen naar de snelheid waarmee de bodem daalt, maar ook naar factoren in de ondergrond en eigenschappen van het pand zelf;
- We schatten in wat het schadeniveau van een pand zal zijn als gevolg van verschilzetting in 2050.

Figuur 3 geeft een overzicht van deze onderdelen:



Figuur 3: Overzicht aanpak risicoanalyse verschilzetting panden op staal

- Is een pand op staal gefundeerd?

De kans dat een pand op staal gefundeerd is, hebben we op dezelfde manier ingeschat als bij paalrot. Van veel panden is niet zeker op welke fundering ze staan, vooral niet van oudere panden. In bepaalde periodes was de fundering in verschillende regio's ongeveer hetzelfde. Met hulp van de gebiedskennis van funderingsexperts hebben we een landelijke indeling gemaakt in regio's met vergelijkbare funderingspraktijken over de tijd. Op basis van leeftijd en ondergrondtype is daarmee per pand een inschatting gemaakt van de kans dat een pand op houten palen of op staal gefundeerd is. Gebieden op zandgrond zijn niet meegenomen in de analyse.

b. Is het pand gevoelig voor vershilzetting?

Of een pand op staal gevoelig is voor vershilzetting, hangt van meerdere factoren af:

- i. Hoe sterk daalt de bodem in een bepaald gebied?
- ii. Hoe gevoelig is de ondergrond in een bepaalde locatie voor het optreden van vershilzetting?
- iii. Zijn er eigenschappen in de constructie van het pand die het meer of minder gevoelig maken voor vershilzetting?

Hieronder lichten we deze factoren toe:

- i. Bodemdaling leidt niet automatisch tot vershilzetting, maar we nemen bodemdaling wel als startpunt. Want pas als de bodem daalt, kan het pand scheefzakken. Hoe sterker de daling, hoe groter de kans op vershilzetting. Om de bodemdaling per gebied te bepalen, hebben we de geactualiseerde bodemdalingsvoorspellingskaarten van Deltares gebruikt, voor klimaatscenario's Rust en Warm.
- ii. Gevoeligheid voor vershilzetting vanuit de ondergrond:
 - a. Hoe dikker de ophooglaag, hoe meer 'voorbelaasting' in het verleden, en hoe kleiner de kans op vershilzetting.
 - b. De gevoeligheid voor vershilzetting per wijk: hoe groter de variatie in zettingsgevoeligheid in een wijk, hoe groter de heterogeniteit in de ondergrond, en hoe groter de kans op vershilzettingen van panden.
 - c. Als een pand op klei staat, is de kans groter dat het verzakt. Want klei kan krimpen in droge periodes en weer zwellen in natte periodes. Onder welke omstandigheden en bij welke soorten klei dit het geval is weten we nog niet goed: hier wordt momenteel onderzoek naar gedaan. We nemen aan dat dit proces bij klimaatverandering vaker zal voorkomen (vanwege diepere uitzakking grondwater).
- iii. De volgende eigenschappen van het pand maken het meer of minder gevoelig voor vershilzetting:
 - a. Oudere panden hebben een grotere kans op vershilzetting, omdat de fundering van die panden van slechtere kwaliteit is.
 - b. Als er een souterrain onder het pand zit, is de kans op vershilzetting kleiner.
 - c. Als er onder een deel van het pand een kelder zit, is de kans op vershilzetting groter doordat de constructie dan ongelijk is.

Voor de schatting van de schade zijn we uitgegaan van de bodemdaling uit de bodemdalingskaart. Die hebben we gecorrigeerd op de factoren onder ii) en iii). In de tabel hieronder Tabel 3de verschillende correctiefactoren.

Tabel 3: Overzicht correctiefactoren gebouw eigenschappen en ondergrond

		Correctiefactor	Correctiefactor onder klimaatverandering
Correctiefactor gebouw eigenschappen			
Kwaliteit fundering	Hoog	0,8	0,8
	Gemiddeld	1	1
	Laag	1,2	1,2
Aanwezigheid souterrain	Ja	0,8	0,8
	Nee	1	1
Aanwezigheid kleine kelder	Ja	1,2	1,2
	Nee	1	1
Correctiefactor ondergrond			
Dikte antropogene ophooglaag	0-1 m	1	1
	1-2 m	0,95	0,95
	> 2 m	0,85	0,85
Dikte kleipakket ter hoogte van fundering	0-0,01	1	1
	0,01-0,1	1,05	1,1
	0,1-0,3	1,1	1,25
	0,3-0,7	1,2	1,5
Variatie zettingsgevoeligheid in buurt	laag	1	1
	gemiddeld	1,05	1,15
	hoog	1,1	1,25

c. Hoe hebben we de schade van verschilzettingen berekend?

Op basis van de zettingssnelheid uit de bodemdalingskaart en de correctiefactoren berekenen we voor elke locatie een zettingssnelheid. Omdat er geen relatie bestaat tussen de lokale bodemzakking en het verwachte schadeniveau, gaan we uit van een lineaire relatie tussen zettingssnelheid en verwacht schadeniveau in 2050. In Tabel 4 staan de gecorrigeerde zettingssnelheden per jaar per schadeklasse. We hebben de indeling in schadeklassen los gebaseerd op de klassen van zettingssnelheid in de Richtlijn inspectie en beoordeling funderingen op staal (F30, 2011).

Tabel 4: Aanname voor schaderelatie gecorrigeerde zettingssnelheid – verwacht schadeniveau in 2050.

Gecorrigeerde zettingssnelheid/ jaar	Schadeklasse
<0,1 mm	D0
0,1-1 mm	D1
2 mm	D2
2-3 mm	D3
3-4 mm	D4
> 4 mm	D5

1.3 Welke onzekerheden zijn er?

Houd er rekening mee dat we niet alles in de berekeningen kunnen meewegen:

- We weten niet precies hoe snel de bodem moet zakken om kleine of grote schade aan een pand met een fundering op staal te veroorzaken.

- We weten niet hoeveel schade funderingen nu al hebben, en ook niet hoeveel er in het verleden reeds hersteld zijn. Daarom doen we een schatting van de totale schade vanaf het bouwjaar van elk pand tot 2050.
- De landelijke GLG-kaart van het Nationaal Watermodel geeft geen accurate voorspelling van stedelijk grondwater. De stand van het grondwater kan daar lokaal sterk verschillen, bijvoorbeeld door lokale werkzaamheden waarvoor grondwater moet worden gepompt, lekkende leidingen, ondergrondse infrastructuur en gebouwen, de invloed van bomen en peilaanpassing aan bodemdaling.
- De inschatting van het type fundering is erg onzeker. Idealiter wordt deze aanname verbeterd op basis van een lokale archieven en technisch onderzoek.
- Schade aan funderingen op staal is nu bepaald op basis van de prognose van bodemdaling door ondiepe processen. Krimp-zwel gedrag van kleibodems – een bekende veroorzaker van problemen met funderingen op staal – is niet meegenomen.
- Schade aan paalfunderingen kan ook door andere oorzaken ontstaan dan door paalrot. Bijvoorbeeld door negatieve kleef of aantasting door bacteriën. Deze schade hebben we niet meegerekend en kun je in deze kaarten dus niet zien. Bij funderingen op staal speelt mogelijk ook krimp-zwel gedrag van kleibodems een belangrijke rol - hoewel er dan geen bodemdaling plaatsvindt, kan dit wel veel schade veroorzaken aan funderingen op staal. Dit mechanisme zit niet in ons model: daarom is het goed mogelijk dat niet alle locaties waar schadegevallen aan funderingen op staal bekend zijn in de kaart naar boven komen.

1.4 Relatie tot vorige paalrotkaart in klimaateffectatlas

Er zijn een aantal verschillen tussen de nieuwe risicokaart voor paalrot met de vorige versie van de paalrotkaart die in de klimaateffectatlas was opgenomen (gebaseerd op Hoogvliet et al., 2012). In deze sectie lichten we kort toe hoe deze verschillen zijn ontstaan. In de vorige kaart:

- Werde alleen het stedelijk gebied uitgesneden: panden in landelijk gebied waren geen onderdeel van de analyse.
- Was een andere methode gebruikt om tot 'blootstelling' (aantal panden op houten palen/ staal) te komen. Er is een selectie gemaakt van alle panden tussen 1890 en 1945: in deze periode werd veel gebruik gemaakt van houten paalfunderingen, maar niet uitsluitend. Panden buiten deze perioden zijn niet meegenomen in de analyse van het aantal panden. In de nieuwe kaarten is blootstelling bepaald op basis van jaartallen, met per regio en per bouwperiode een andere kans op houten paalfunderingen. Ook oudere of jongere panden kunnen in sommige gebieden op houten palen staan.
- Was 'risico' een combinatie van blootstelling en bedreiging. Dit laatste is daarbij bepaald op basis van de mate van bodemdaling in een gebied (< of > 0,1 m bodemdaling), en of er infiltratie dan wel kwel plaatsvindt (Tabel 5)

<0,1 m bodemdaling (klei)	Kans op Paalrot
>0,1 m bodemdaling, klei/veen, infiltratie	Kans op paalrot
Geen bodemdaling	Geen paalrot
< 0,1 m bodemdaling (klei), kwel of geringe infiltratie	Kans op paalrot
> 0,1 m bodemdaling (klei/veen), kwel of geringe infiltratie	Kans op paalrot

Tabel 5 Beslisriteria kans op paalrot in vorige versie paalrotkaart (op basis van Hoogvliet et al., (2012))

- Was de impact van klimaatverandering niet meegenomen.

In de nieuwe kaart is risico bepaald op basis van een combinatie van bedreiging, blootstelling, en kwetsbaarheid (zie Figuur 2). De impact van klimaatverandering is daarbij meegenomen door uit te gaan van de grondwaterstand en verwachte bodemdaling onder verschillende klimaatscenario's.

2 Bepaling risico op buurniveau

We ontwikkelen drie kaarten die inzicht geven in het risico van een buurt ten aanzien van vershilzetting van panden op staal en paalrot. De eerste kaart geeft een algemene indicatie van het risico waarin zowel 1) de dichtheid van gevoelige funderingstypen is meegenomen als 2) de kwetsbaarheid (*de ernst van het probleem – de gemiddelde verwachte schadeklasse van alle panden op staal of op houten palen in een buurt*). De twee andere kaarten geven los inzicht in deze twee elementen.

1. Risico buurt

Deze kaart geeft voor elke buurt een indicatie van het risico voor vershilzetting van panden op staal of paalrot. Dat hangt af van zowel het aandeel panden op een fundering op staal in een buurt (*dichtheid/ blootstelling*), als het gemiddelde verwachte schade niveau van deze panden in 2050 (*ernst probleem/ kwetsbaarheid*). Panden in een hoge schadeklasse krijgen een zwaardere weging mee². Een hoge score kan dus betekenen dat er relatief veel panden op een gevoelige fundering zijn in een buurt met een lage tot gemiddelde schadeklasse (voorbeeld 2), maar kan ook duiden op een relatief klein aandeel op een gevoelige fundering, maar wel met hoge verwachte schade.

	Voorbeeld 1			Voorbeeld 2			
	# panden (op basis van kans) op staal	weging	Gewogen # panden	# panden (obv kans) op staal	weging	Gewogen # panden	
D0	6000,5	1	6000,5	D0	10000	1	10000
D1	3000,7	1	3000,7	D1	8000	1	8000
D2	400	4	1600	D2	500	4	2000
D3	30	5	150	D3	30	5	150
D4	3	47	141	D4	3	47	141
D5	1,2	100	100	D5	1	100	100
		Score buurt	0,55			Score buurt	1,2

Tabel 6 Voorbeeld berekening buurtscore voor risico paalrot/ vershilzetting panden op staal

* totaal aantal panden in buurt: 20.000.

$Risico\ Buurtscore = \frac{SUM (aantal\ panden / schadeklasse * weging\ schadeklasse)}{totaal\ aantal\ panden\ in\ buurt}$

Voor de uiteindelijke kaart is het risico ingedeeld in 5 klassen: laag, matig, gemiddeld, hoog en zeer hoog risico. De inschaling van de buurtscores is gebaseerd op de impact voor visuele weergave in een kaart, zodat verschillen goed zichtbaar zijn.

² De weging is afgeleid van de gemiddelde herstelkosten per schadeklasse.











Verschilzetting op staal		Paalrot	
<i>buurtscore</i>	<i>Klasse in kaart</i>	<i>buurtscore</i>	<i>Klasse in kaart</i>
<1	Zeer laag	<1	Zeer laag
<5	laag	3	laag
<10	Matig	<6	Matig
<25	Hoog	<15	Hoog
<100	Zeer hoog	<41	Zeer hoog

2. Blootstelling -aandeel type funderingen in een buurt

Deze kaart geeft een indicatie van het percentage panden in een buurt dat op staal of houten palen is gefundeerd ten opzichte van alle panden in een buurt. Aan deze indicatie liggen landelijke schattingen van funderingsexperts over het regionale funderingspraktijken over de tijd ten grondslag: lokaal zijn soms meer gedetailleerde gegevens beschikbaar.

Omdat het aandeel panden ten opzichte van alle panden in een buurt een relatief getal is, kan het zo zijn dat twee wijken met hetzelfde nominale aantal panden op een gevoelige fundering (op staal of op houten palen) toch heel verschillende scores, bijvoorbeeld als er nieuwbouw is aangelegd in een buurt.

De klassen in de kaart zijn lineair ingedeeld. Donkerpaars/ donkerbruin betekent bijvoorbeeld dat 75-100% van de panden in een buurt op houten palen staat.

Houten palen	Op staal
 ≤0,010000	 ≤0,010000
 ≤0,250000	 ≤0,250000
 ≤0,500000	 ≤0,500000
 ≤0,750000	 ≤0,750000
 ≤1,000000	 ≤0,950000

3. Kwetsbaarheid

Deze kaart geeft weer wat het gemiddelde verwachte schadeniveau in 2050 is van de panden op staal of houten palen in een buurt (zie Tabel 2). Dat loopt van 1-5.

3 Referenties

Costa, A., Kok, S., Korff, M., 2020. Systematic assessment of damage to buildings due to groundwater lowering-induced subsidence: methodology for large scale application in the Netherlands, in: Tenth International Symposium on Land Subsidence.

F30, 2011. F30 richtlijn Onderzoek en beoordeling van funderingen op staal (ondiepe funderingen) 1–46.

Hoogvliet, M., Buma, J., Oostrom, N. Van, Brolsma, R., Filatova, T., Verheijen, J., 2012. Schades door watertekorten en -overschotten in stedelijk gebied.

Kok, S., Angelova, L., 2020. Impact droogte op funderingen.

Bijlage: aannames ruimtelijke spreiding funderingstypen Nederland

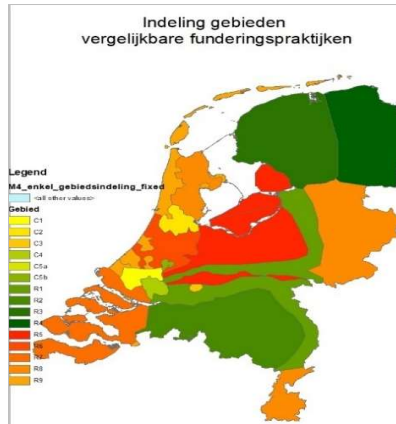
This excel file includes assumptions on the probability of certain foundation types based on general location, building age and general soil type (peat/clay). We assume that all buildings located on a sandy subsoil have a shallow foundation which is not subject to settlement/ damage. Assumptions in this file are based on input from a session with foundation experts held in Gouda on 16-5-2019, in the course of the NKWK KBS project. Locally more detailed information may be available.

For questions or if you have additional information, contact sien.kok@deltares.nl.

In the file we distinguish three categories of foundation:	
Shallow	Refers to all shallow foundation types: there are no concrete or wooden piles to the first sand layer
Timber Piles	Foundation on timber piles: these may be of different types of wood (Grenen or Vuren) and different styles of foundations (Amsterdam or Rotterdam style)
Concrete	oplanger'. The latter is included in this category as deep top of the timber renders them practically safe from low groundwater tables - typically

Common foundation style areas:

C	Stedelijk gebied overig
C1	Rotterdam
C2	Amsterdam
C3	Gorinchem
C4	Drechtsteden
C5a	Gouda inner city
C5b	Gouda other
R	Landelijk Midden
R1	Rivierengebied
R2	Brabant
R3	Friesland
R4	Groningen
R5	Midden-Holland
R6	Zeeland
R7	Noord-Holland
R8	Landelijk Oost/ Zuid
R9	Landelijk Kust



Stedelijk gebied - overig

Soil Type	Age Category	P(timber)	P(shallow)	P(concrete)
Klei	1	50	50	
	2	50	50	
	3	50	50	
	4	50	50	
	5	50	50	
	6	20		80
	7			100
Veen	1	50	50	
	2	50	50	
	3	50	50	
	4	50	50	
	5	50	50	
	6	20		80
	7			100

Age Category	Class
<1830	1
1830-1880	2
1880-1900	3
1900-1930	4
1930-1950	5
1950-1975	6
>1975	7

		rotterdam		
Soil Type	Age Category	P(timber)	P(shallow)	P(Concrete)
Klei	1	91	4	5
	2	91	4	5
	3	96	3	1
	4	73	23	4
	5	50	29	21
	6	1	16	82
	7	14	2	83
Veen	1	91	4	5
	2	91	4	5
	3	96	3	1
	4	73	23	4
	5	50	29	21
	6	1	16	82
	7	14	2	83

Age Category	Class
<1830	1
1830-1880	2
1880-1900	3
1900-1930	4
1930-1950	5
1950-1975	6
>1975	7

amsterdam

Soil Type	Age Category	Probability of timber piles	Probability of shallow Foundation	Probability of concrete piles
Klei	1	95	5	
	2	95	5	
	3	95	5	
	4	95	5	
	5	95	5	
	6		1	99
	7			100
Veen	1	95	5	
	2	95	5	
	3	95	5	
	4	95	5	
	5	95	5	
	6		1	99
	7			100

Age Category	Class
<1830	1
1830-1880	2
1880-1900	3
1900-1930	4
1930-1950	5
1950-1975	6
>1975	7

Gorinchem

Attribute table

Soil Type	Age Category	Probability of timber piles	Probability of shallow Foundation	p(concrete)
Klei	1	40	60	
	2	40	60	
	3	40	60	
	4	40	60	
	5	40	60	
	6		60	40
	7		50	50
Veen	1	40	60	
	2	40	60	
	3	40	60	
	4	40	60	
	5	40	60	
	6		60	40
	7		50	50

Age Category	Class
<1830	1
1830-1880	2
1880-1900	3
1900-1930	4
1930-1950	5
1950-1975	6
>1975	7

Drechtsteden

Attribute table

Soil Type	Age Category	Probability of timber piles	Probability of shallow Foundation	P(concrete)
Klei	1	60	40	
	2	60	40	
	3	60	40	
	4	80		20
	5	80		20
	6	50		50
	7			100
Veen	1	60	40	
	2	60	40	
	3	60	40	
	4	80		20
	5	80		20
	6	50		50
	7			100

Age Categr	Class
<1830	1
1830-1880	2
1880-1900	3
1900-1930	4
1930-1950	5
1950-1975	6
>1975	7

Gouda binnenstad

Attribute table

Soil Type	Age Category	Probability of timber piles	Probability of shallow Foundation	Probability of concrete piles
Klei	1		100	
	2		100	
	3	5	95	
	4	30	70	
	5	40	20	40
	6	10		90
	7			100
Veem	1		100	
	2	10	90	
	3	25	75	
	4	50	50	
	5	45	10	45
	6	10	10	80
	7		5	95

Age Category	Class
<1830	1
1830-1880	2
1880-1900	3
1900-1930	4
1930-1950	5
1950-1975	6
>1975	7

Gouda overig

Soil Type	Age Category	Probability of timber piles	Probability of shallow Foundation	P(concrete)
Klei	1	98	2	
	2	98	2	
	3	98	2	
	4	98	2	
	5	98	2	
	6	2		98
	7			100
Veen	1	98	2	
	2	98	2	
	3	98	2	
	4	98	2	
	5	98	2	
	6	2		98
	7			100

<1830	1
1830-1880	2
1880-1900	3
1900-1930	4
1930-1950	5
1950-1975	6
>1975	7

Rivierengebied

Soil Type	Age Category	Probability of timber piles	Probability of shallow Foundation	P(concrete)
Klei	1	40	60	
	2	40	60	
	3	40	60	
	4	40	60	
	5	40	60	
	6		60	40
	7		50	50
Veen	1	40	60	
	2	40	60	
	3	40	60	
	4	40	60	
	5	40	60	
	6		60	40
	7		50	50

Age Category	Class
<1830	1
1830-1880	2
1880-1900	3
1900-1930	4
1930-1950	5
1950-1975	6
>1975	7

Brabant

Soil Type	Age Category	Probability of timber piles	Probability of shallow Foundation	Probability concrete
Klei	1		100	
	2		100	
	3		100	
	4		100	
	5		100	
	6		100	
	7		90	10
Veen	1	10	90	
	2	10	90	
	3	10	90	
	4	10	90	
	5	10	90	
	6		90	10
	7		90	10

Age Category	Class
<1830	1
1830-1880	2
1880-1900	3
1900-1930	4
1930-1950	5
1950-1975	6
>1975	7

Friesland

R2	Age Category	Probability of timber piles	Probability of shallow Foundation	P(concrete)
Klei	1	50	50	
	2	50	50	
	3	50	50	
	4	75	25	
	5	50	25	25
	6		25	75
	7		25	75
Veen	1	75	25	
	2	75	25	
	3	75	25	
	4	75	25	
	5	50	25	25
	6		25	75
	7		25	75

Age Category	Class
<1830	1
1830-1880	2
1880-1900	3
1900-1930	4
1930-1950	5
1950-1975	6
>1975	7

Groningen

Soil Type	Age Category	Probability of timber piles	Probability of shallow Foundation	P(concrete)
Klei	1	50	50	
	2	50	50	
	3	50	50	
	4	75	25	
	5	50	25	25
	6		25	75
	7		25	75
Veen	1	75	25	
	2	75	25	
	3	75	25	
	4	75	25	
	5	50	25	25
	6		25	75
	7		25	75

Age Categr	Class
<1830	1
1830-1880	2
1880-1900	3
1900-1930	4
1930-1950	5
1950-1975	6
>1975	7

Midden-Holland

Soil Type	Age Category	Probability of timber piles	Probability of shallow Foundation	P(concrete)
Klei	1	50	50	
	2	50	50	
	3	50	50	
	4	80	20	
	5	70		30
	6	30		70
	7			100
Veen	1	10	90	
	2	10	90	
	3	50	50	
	4	80	20	
	5	70		30
	6	30		70
	7			100

<1830	1
1830-1880	2
1880-1900	3
1900-1930	4
1930-1950	5
1950-1975	6
>1975	7

Zeeland

R2	Age Category	Probability of timber piles	Probability of shallow Foundation	P(concrete piles)
Klei	1	50	50	
	2	50	50	
	3	50	50	
	4	80	20	
	5	70		30
	6	30		70
	7			100
Veen	1	50	50	
	2	50	50	
	3	50	50	
	4	80	20	
	5	70		30
	6	30		70
	7			100

Age Categr	Class
<1830	1
1830-1880	2
1880-1900	3
1900-1930	4
1930-1950	5
1950-1975	6
>1975	7

Noord-Holland

R2	Age Category	Probability of timber piles	Probability of shallow Foundation	P(concrete)
Klei	1	50	50	
	2	50	50	
	3	50	50	
	4	80	20	
	5	70		30
	6	30		70
	7			100
Veen	1	50	50	
	2	50	50	
	3	50	50	
	4	80	20	
	5	70		30
	6	30		70
	7			100

Age Category	Class
<1830	1
1830-1880	2
1880-1900	3
1900-1930	4
1930-1950	5
1950-1975	6
>1975	7

Drenthe/ Overijssel/ Achterhoek/ Gelderland

Landelijk Oost

R2	Age Category	Probability of timber piles	Probability of shallow Foundation	P(concrete)
Klei	1		100	
	2		100	
	3		100	
	4		100	
	5		100	
	6		100	
	7		90	10
Veen	1	10	90	
	2	10	90	
	3	10	90	
	4	10	90	
	5	10	90	
	6		90	10
	7		90	10

Age Category	Class
<1830	1
1830-1880	2
1880-1900	3
1900-1930	4
1930-1950	5
1950-1975	6
>1975	7

Landelijk kustgebieden

R2	Age Category	Probability of timber piles	Probability of shallow Foundation	P(concrete)
Klei	1		100	
	2		100	
	3		100	
	4		100	
	5		100	
	6		100	
	7		90	10
Veen	1	10	90	
	2	10	90	
	3	10	90	
	4	10	90	
	5	10	90	
	6		90	10
	7		90	10

Age Categr	Class
<1830	1
1830-1880	2
1880-1900	3
1900-1930	4
1930-1950	5
1950-1975	6
>1975	7