



Houten palen onder bruggen zijn sterker dan we dachten



AI - Adam Lucas



Contactgegevens



René Terpstra
Specialist Civiele Constructies
Ingenieursbureau

Gemeente Amsterdam



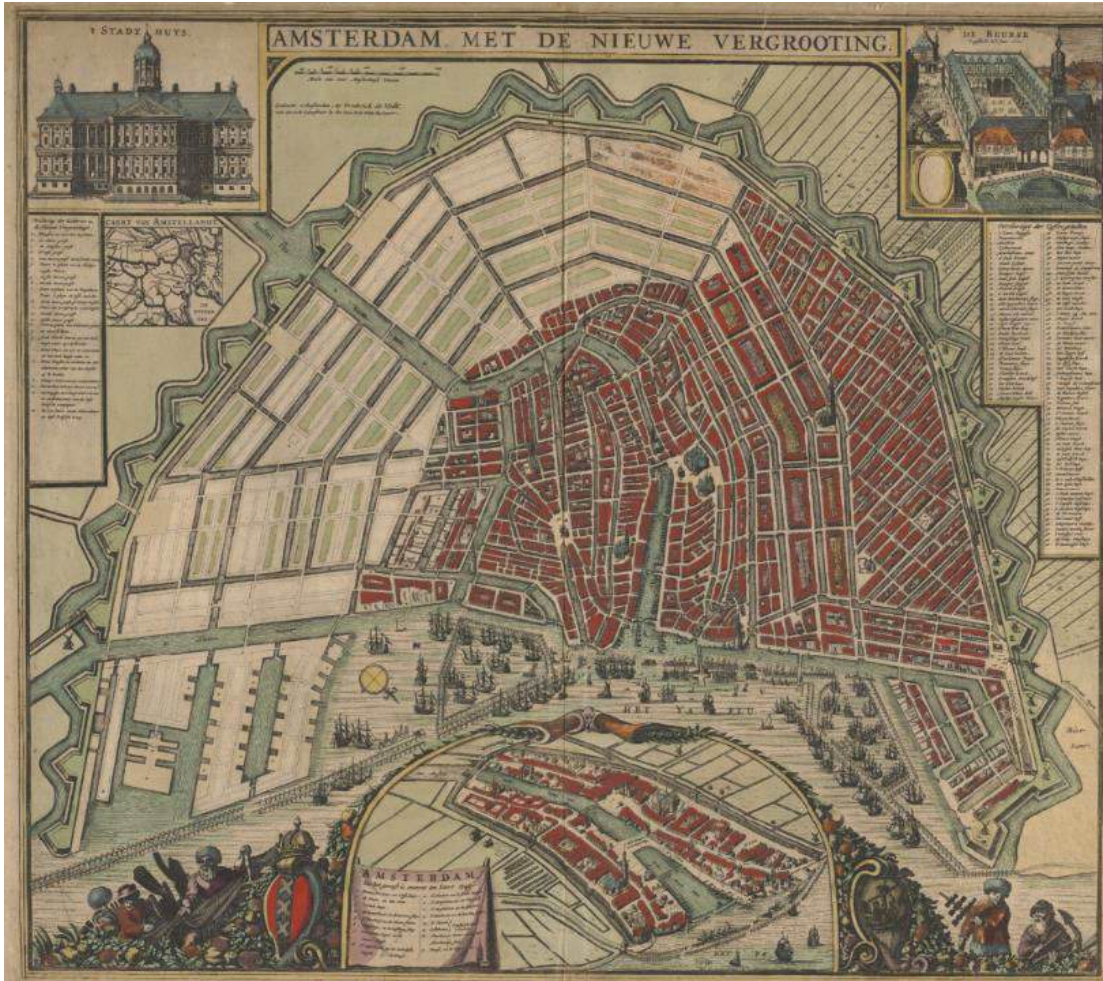
E: r.terpstra@amsterdam.nl



De uitdaging



Groot 'oud' en 'historisch' areaal bruggen



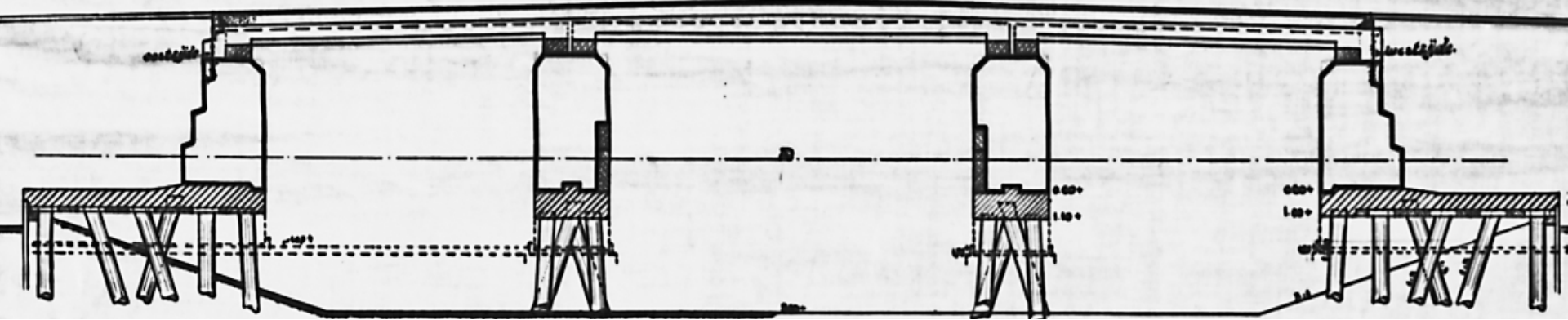
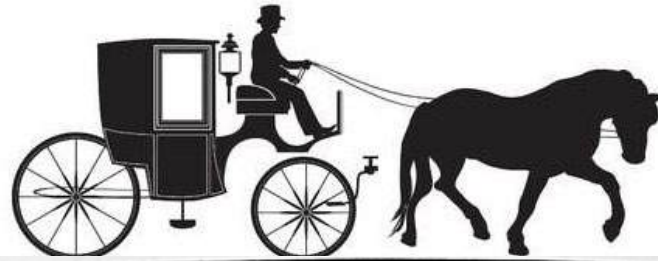


Groot 'oud' en 'historisch' areaal bruggen



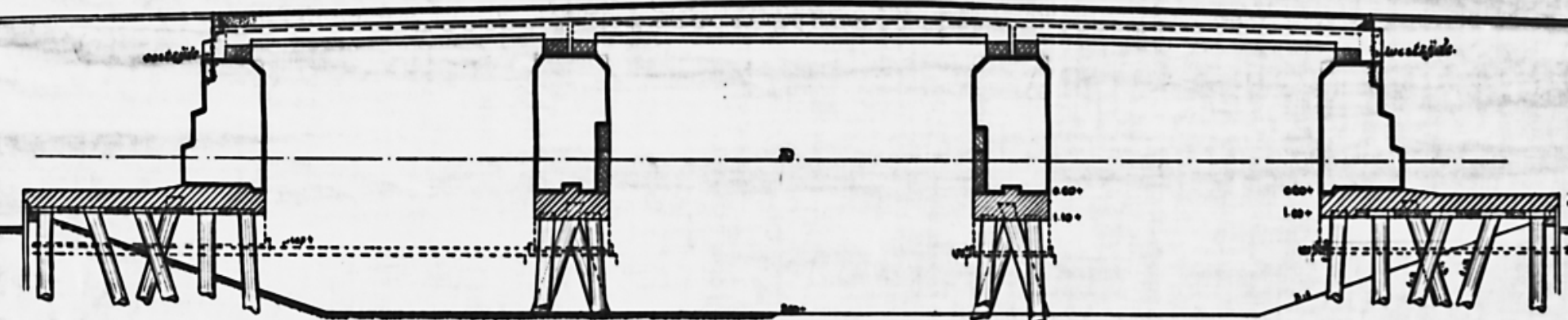


Nu zwaarder belast dan vroeger





Nu zwaarder belast dan vroeger





270 bruggen op houten palen - 80% bacterieel aangetast



XXX Onvoldoende inzicht in de werkelijke sterkte





Achterstallig onderhoudsregime





Achterstallig onderhoudsregime



Grimburgwal



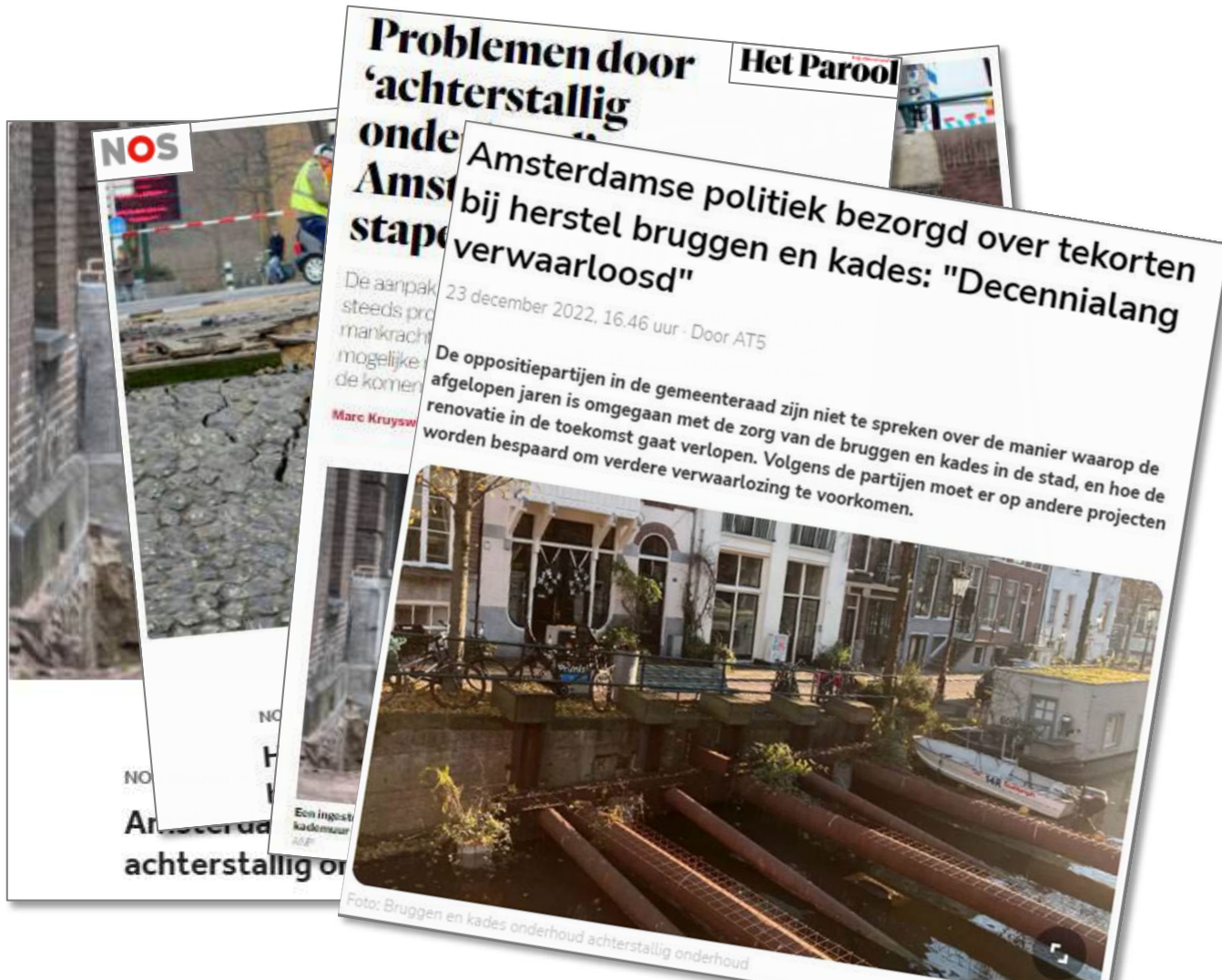
Achterstallig onderhoudsregime



Nassaukade



Doemscenario dreigt voor Amsterdam

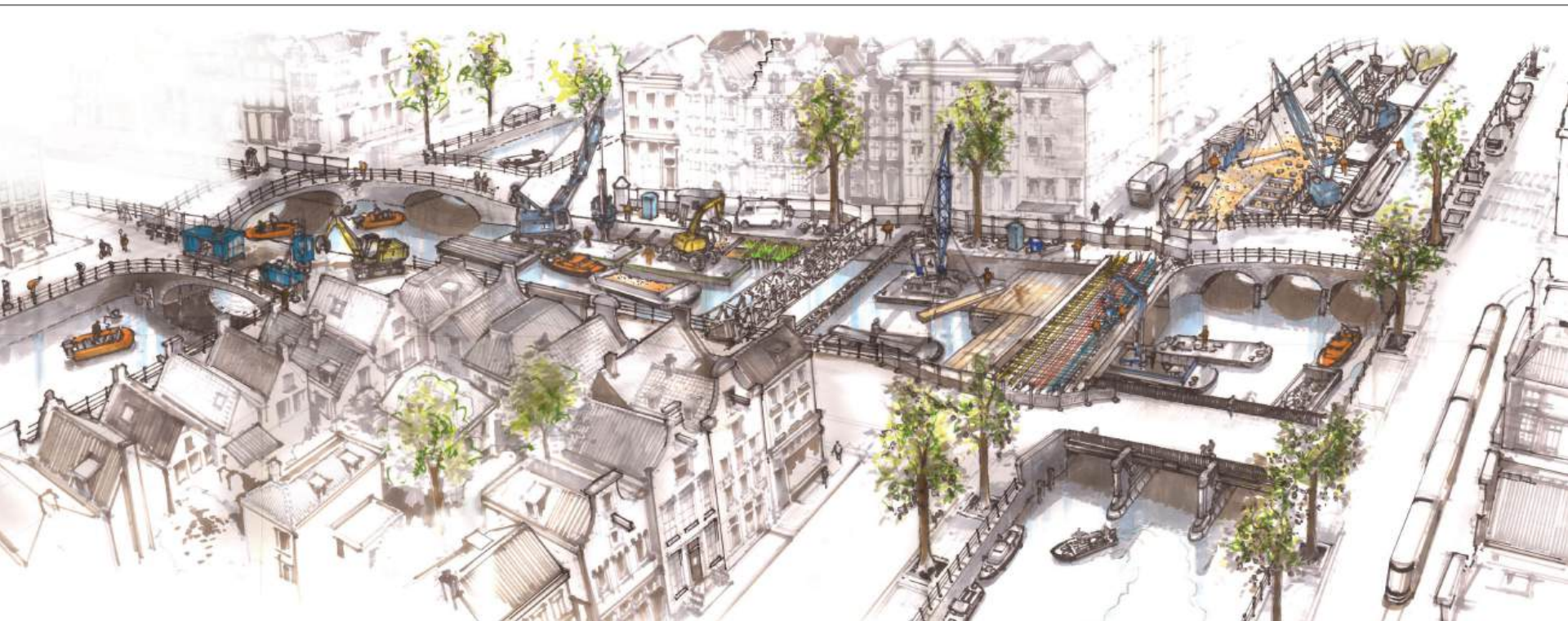




Doemscenario dreigt voor Amsterdam



XXX Doemscenario dreigt voor Amsterdam



XXX Doemscenario dreigt voor Amsterdam



AI - Adam Lucas



Licht aan het eind van de....



Licht aan het eind van de....

Paalfunderingen

Bestand Info

Invoer Ondergrond Uitvoer

Contract: Corridor Leidsestraat Objecttype: Brug Bouwjaar: 1910 Toetsmethode: Kritische doorsnede

Contractpartner: Object nummer: BRU0198 Veiligheidsniveau: Gebruikniveau

Constructeur: R. Terpstra Aantal HM: 12 Gevolgklasse: CC1b

Datum berekening: 31-8-2023 Aantal palen voor uitmiddeling: 10 Restlevensduur: 30 jaar Maak excel rapport:

Aantal samples (500): 500 Referentiejaar: 2053 Maak diepte plots:

Paalcodeering HM	Paalgroep	Constructie-onderdeel	Houtsoort	Diameter paalkop Dpk [mm]	Minimum diameter paalpunt [mm]	Zachte schil i (enkelzijdig) [mm]	Paalkopniveau t.o.v. NAP [m]	Paalpuntniveau t.o.v. NAP [m]	Paalbelasting Fd volgens 6.10a [kN]	Paalbelasting Fd volgens 6.10b [kN]
BRU0198-P1.1		Landhoofd Zuid	Grenen	225	0	37	-1.82	-13.10	102.00	0.00
BRU0198-P1.2		Landhoofd Zuid	Vuren	216	0	38	-1.82	-13.10	102.00	0.00
BRU0198-P1.3		Landhoofd Zuid	Grenen	237	0	22	-1.82	-13.10	102.00	0.00
BRU0198-P1.4		Landhoofd Zuid	Vuren	227	0	39	-1.82	-13.10	102.00	0.00
BRU0198-P1.5		Landhoofd Zuid	Vuren	253	0	61	-1.82	-13.10	102.00	0.00
BRU0198-P1.6		Landhoofd Zuid	Vuren	218	0	23	-1.82	-13.10	102.00	0.00
BRU0198-P2.1		Landhoofd Zuid	Grenen	226	0	21	-1.82	-13.10	102.00	0.00
BRU0198-P2.2		Landhoofd Zuid	Vuren	231	0	56	-1.82	-13.10	102.00	0.00
BRU0198-P2.3		Landhoofd Zuid	Vuren	215	0	13	-1.82	-13.10	102.00	0.00
BRU0198-P2.4		Landhoofd Zuid	Vuren	216	0	7	-1.82	-13.10	102.00	0.00
BRU0198-P2.5		Landhoofd Zuid	Grenen	235	0	37	-1.82	-13.10	102.00	0.00
BRU0198-P2.6		Landhoofd Zuid	Vuren	221	0	49	-1.82	-13.10	102.00	0.00

che
nt -
slede
o CC

Toetsmodel houten palen

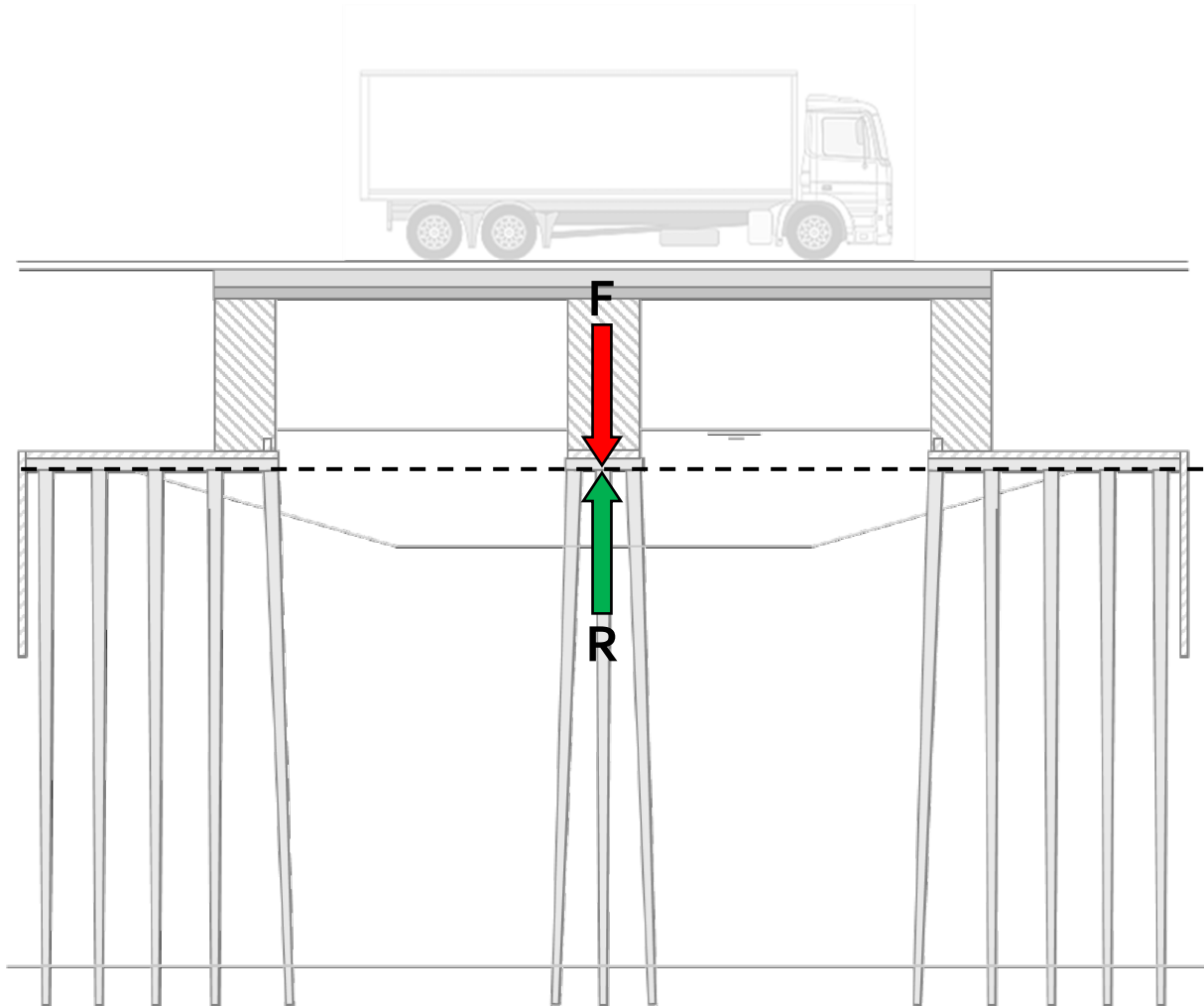
-1.26 0.70
-1.28 0.69



Theorie van het toetsen



XXX De Unity Check

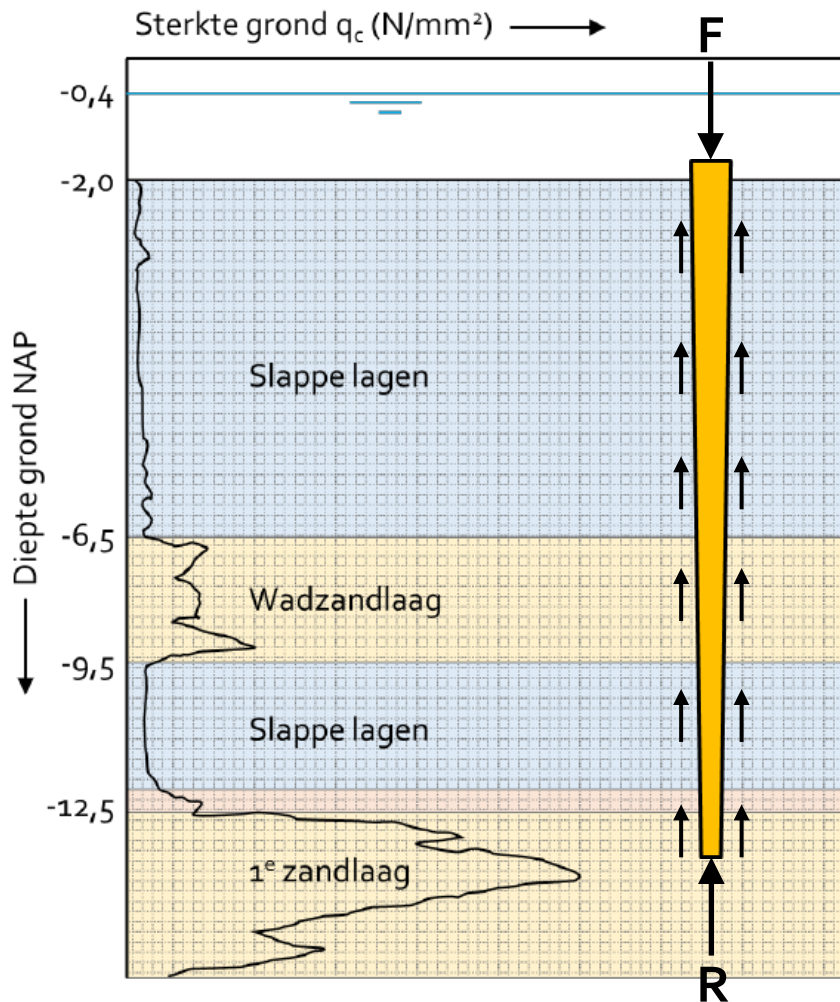


$$UC = \frac{F}{R}$$

$UC \leq 1,0 \rightarrow$ voldoet

$UC > 1,0 \rightarrow$ voldoet niet

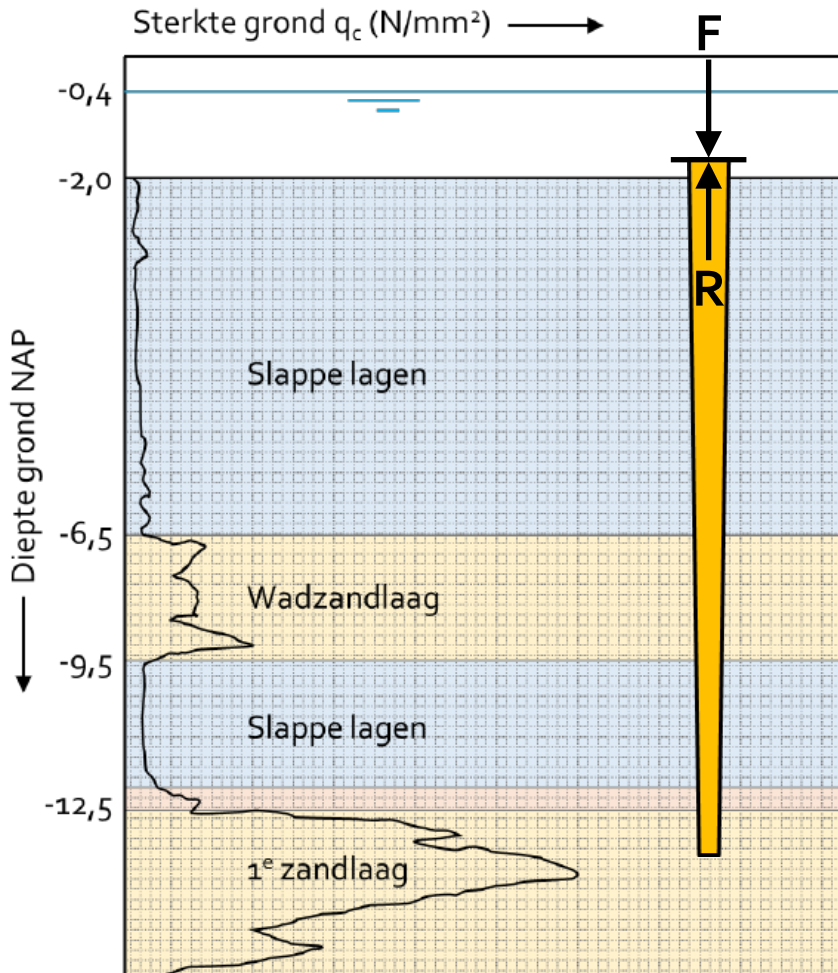
XXX De Unity Check



$$\text{UC sterkte ondergrond} = \frac{F}{\sum R}$$

1

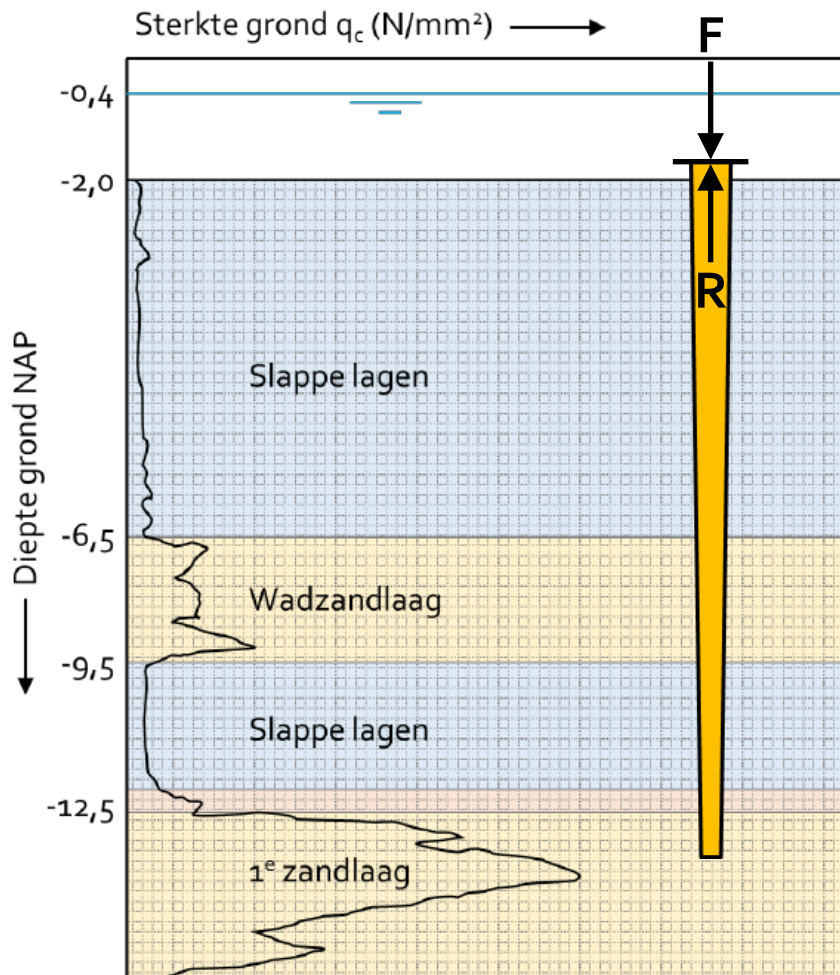
XXX De Unity Check



$$\text{UC sterkte paalkop} = \frac{F}{R}$$

2

XXX De Unity Check

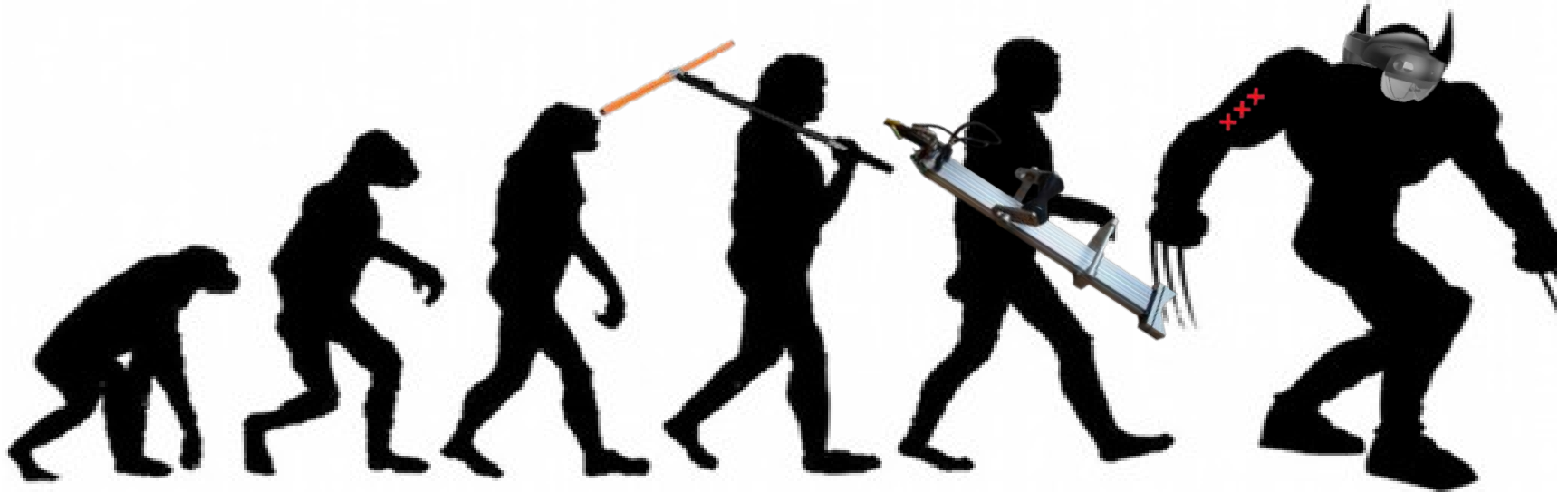


UC sterkte paal kritisch = $\frac{F}{R}$

3

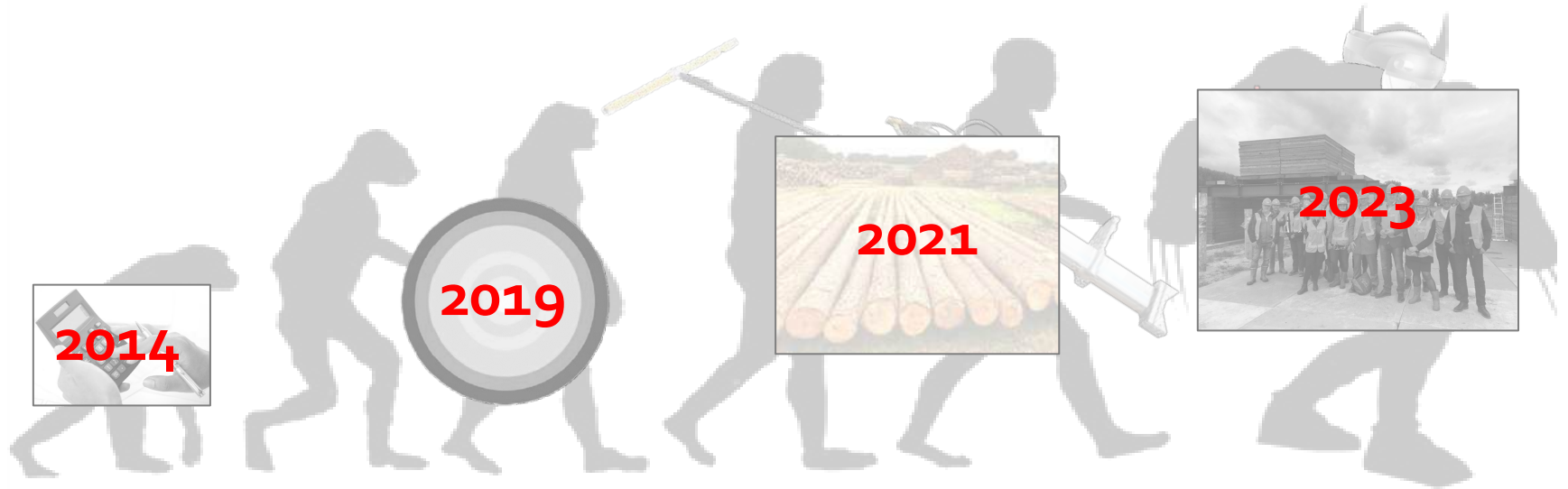


Evolutie toetsmodel

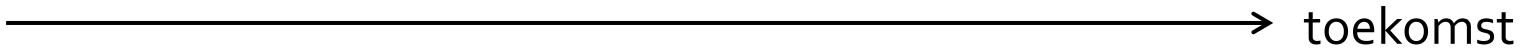


vroeger —————> toekomst

Van eenvoudig, primitief tot steeds ingewikkelder en complexer

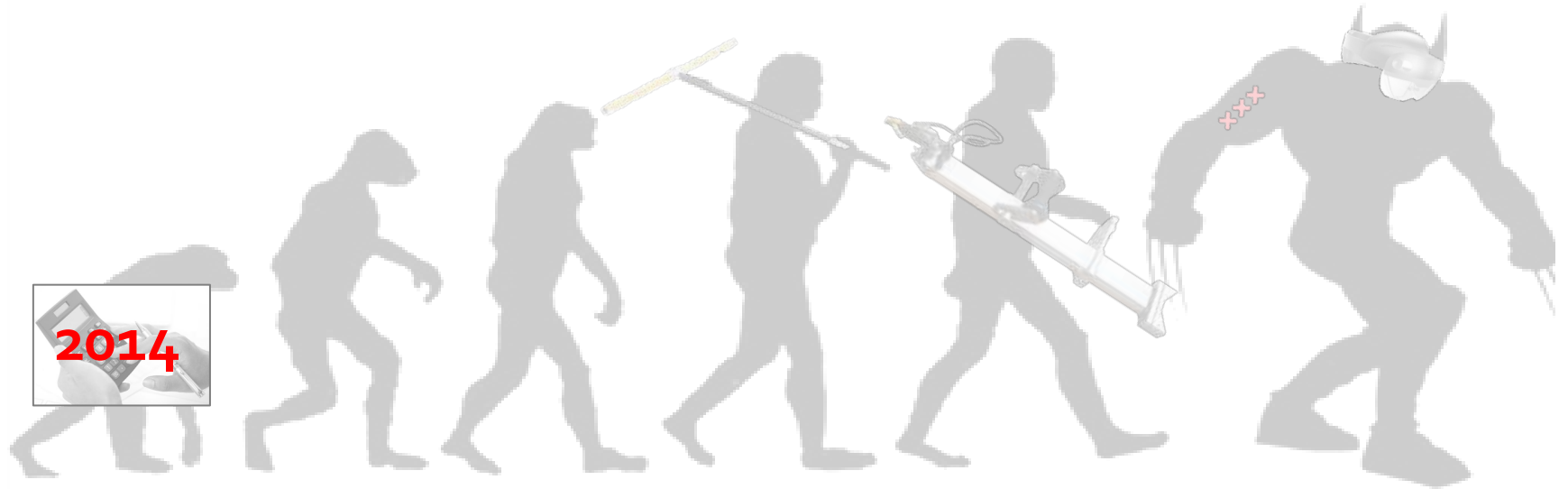


vroeger



toekomst

Van conservatief toetsen naar steeds realistischer toetsen



vroeger



toekomst

Van conservatief toetsen naar steeds realistischer toetsen

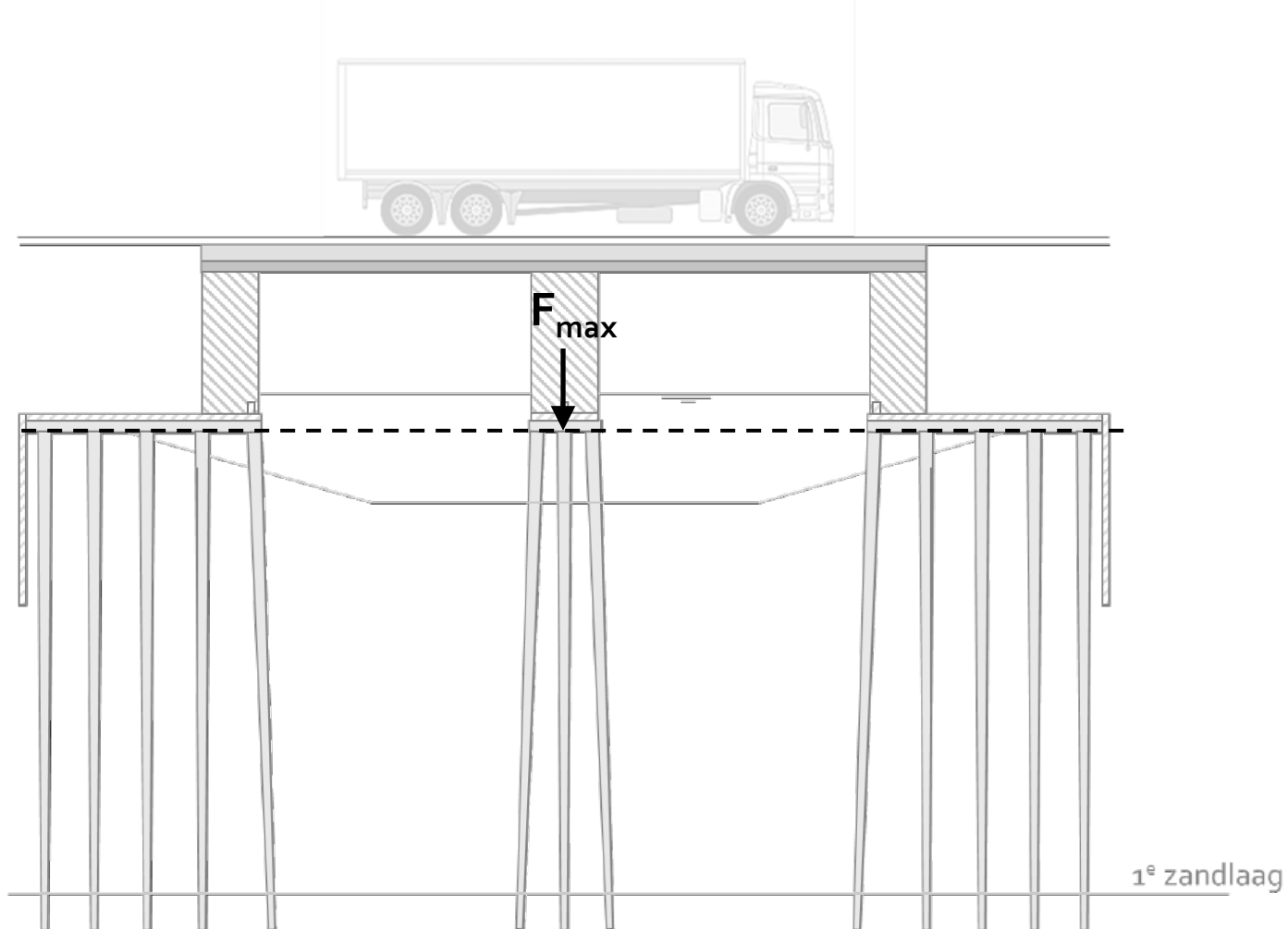
XXX

A grayscale photograph showing a person's hands. The left hand holds a calculator, and the right hand holds a pen. The image is overlaid with red text. In the top left corner, there are three red 'X' marks. In the center, the year '2014' is written in large red font. Below it, the Dutch phrase 'Toetsen met de vuistregel' is written in a slightly smaller red font.

2014
Toetsen met de vuistregel

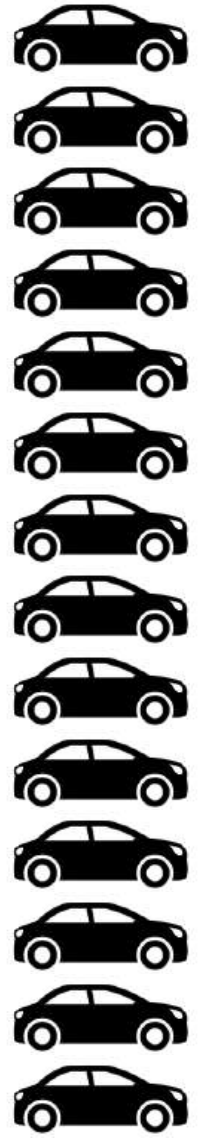
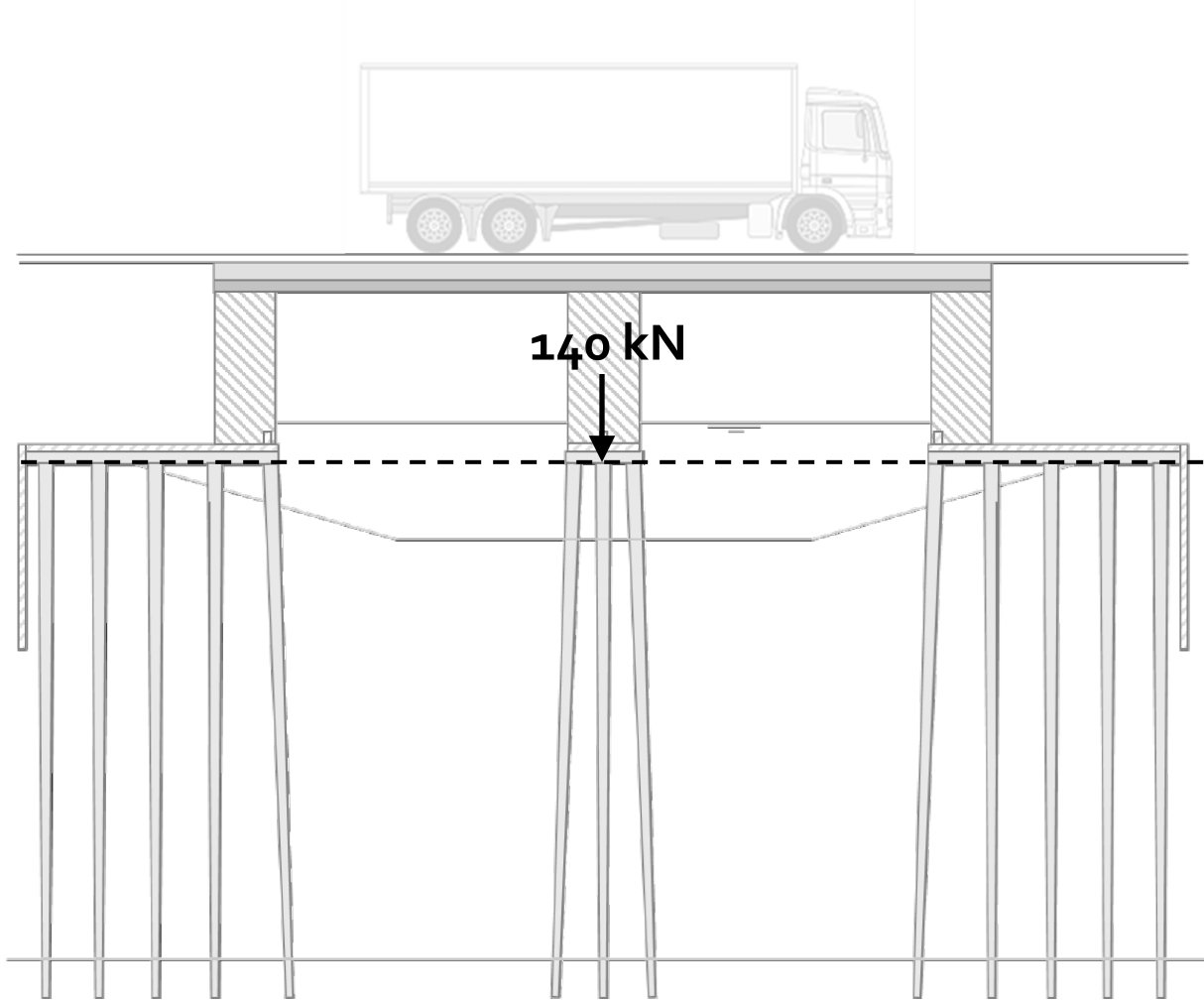


2014 - Toetsen met de vuistregel





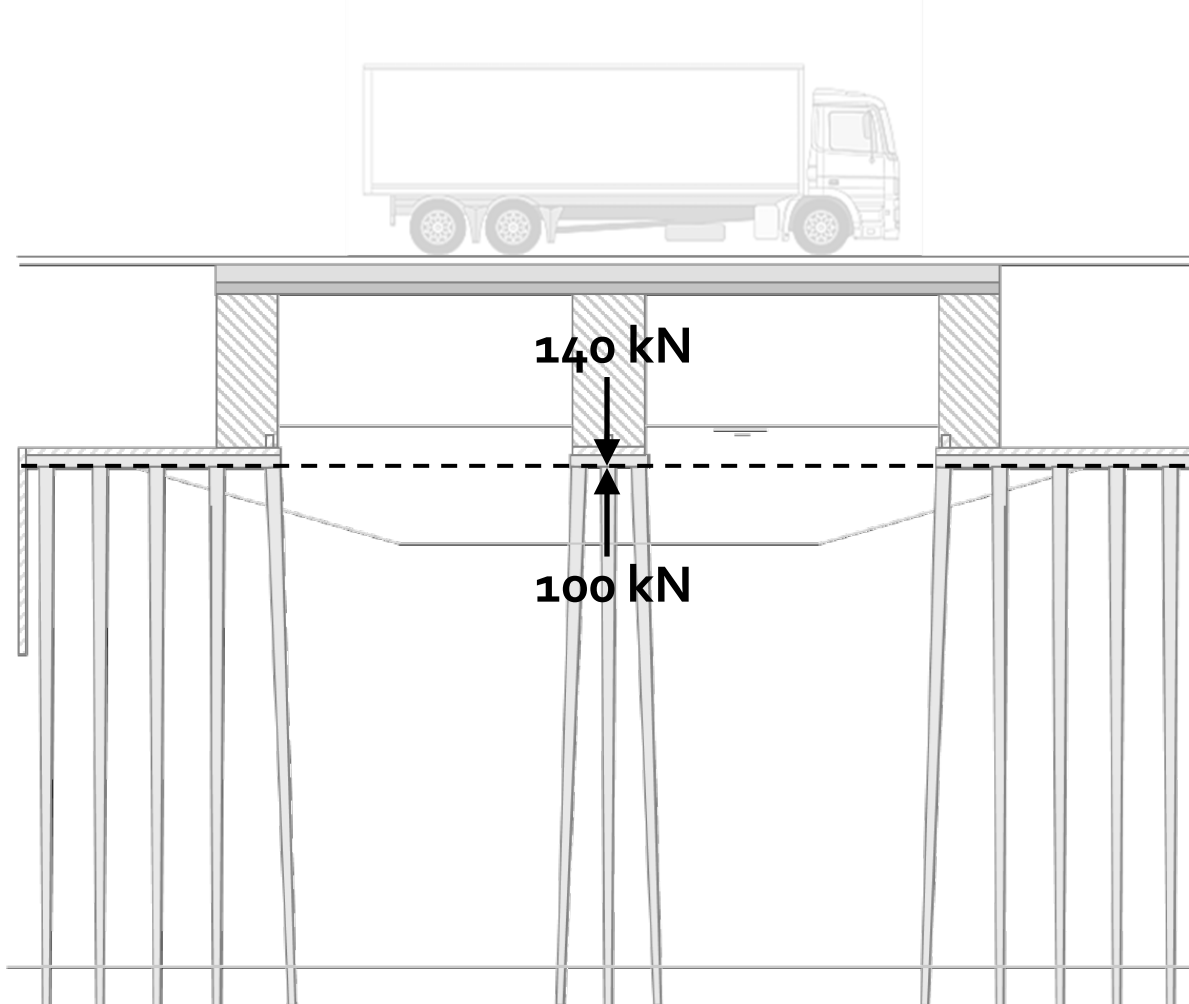
2014 - Toetsen met de vuistregel



1^e zandlaag



2014 - Toetsen met de vuistregel



Vraag:

Voldoet de paal
rekenkundig?

$$UC = \frac{F}{R} = \frac{140}{100} = 1,4$$

Antwoord:

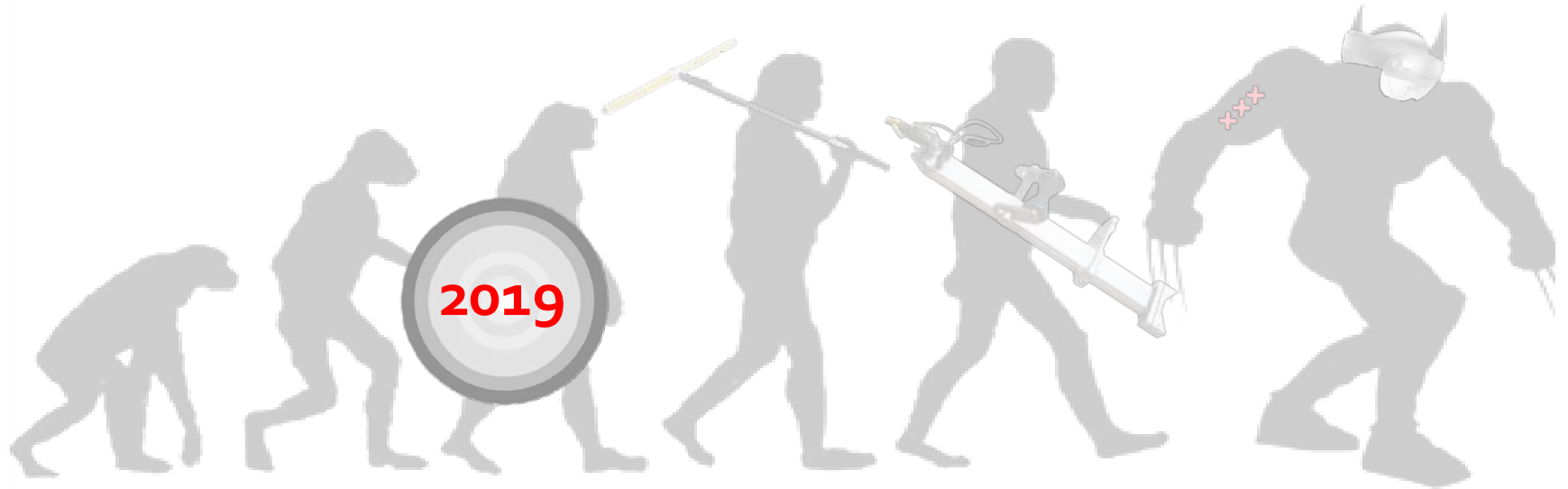
$UC > 1,0 \rightarrow$ voldoet niet

1^e zandlaag



2014 - Toetsen met de vuistregel

Brug	Paalbelasting F (kN)	Draagkracht R (kN)	Unity Check
BRU0008	176	100	1,76
BRU0020	65	100	0,65
BRU0021	156	100	1,56
BRU0022	118	100	1,18
BRU0030	139	100	1,39
BRU0041	149	100	1,49
BRU0063	130	100	1,30
BRU0070	167	100	1,67
BRU0106	146	100	1,46
BRU0108	170	100	1,70
BRU0110	200	100	2,00
BRU0117	122	100	1,22
BRU0135	147	100	1,47
BRU0137	125	100	1,25
BRU0147	106	100	1,06
BRU0156	159	100	1,59
BRU0160	140	100	1,40
BRU0162	140	100	1,40
BRU0167	150	100	1,50
BRU0175	110	100	1,10
BRU0189	140	100	1,40
BRU0202	150	100	1,50
BRU0259	197	100	1,97
BRU0264	150	100	1,50
BRU0279	208	100	2,08
BRU0423	207	100	2,07



vroeger



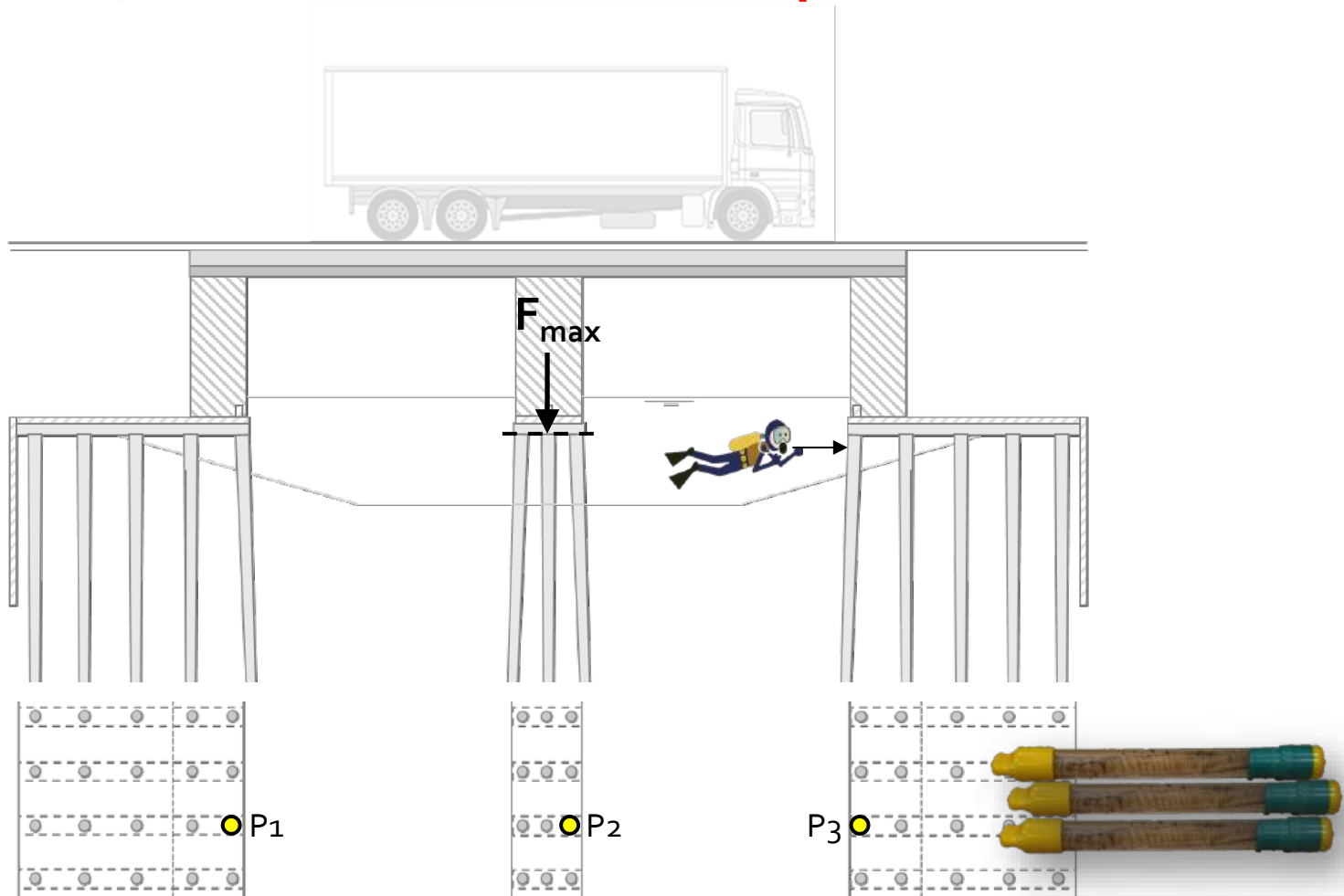
toekomst

Van conservatief toetsen naar steeds realistischer toetsen



Toetsen bemonsterde palen

2019 - Toetsen bemonsterde palen





2019 - Toetsen bemonsterde palen

Bepaling houtsoort en toestand funderingshout

Rapportnummer: 37488-573
Opdrachtgever: Gemeente Amsterdam
adres: Weesperstraat 430
code/plaats: 1018 DN AMSTERDAM
Contactpersoon: René Terpatra
Project: Brug 63
Laborant: R. de Jong
Vrijgave: J. Kloosterman

Bouwjaar constructie: 1890 **Gemiddelde korte**
Houtsoort: Grenen **Gemiddelde korte**
Paaldiameter: 296 mm **Draagvermogen kop:**
Lengte spinhout: 88 mm
Lengte tot hart paal: 164 mm **Zachte schil huidig:**
Zachte schil na 30 jaar:

Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m³]	druksterkte [N/mm²]
1 (buiten)	17	Zeer ernstig	393	193,1	0 ¹⁾
2	16	Ernstig	298	258,1	4
3	20	Matig	251	284,7	6
4	33	Licht	215	382,4	11
5	38	Niet aangetast	115	418,5	17
6 (kern)	40	Niet aangetast	133		

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm²
- 4-6 N/mm²
- 7-9 N/mm²
- 10-12 N/mm²
- 13-15 N/mm²
- 16-18 N/mm²
- 19-21 N/mm²
- 22-24 N/mm²



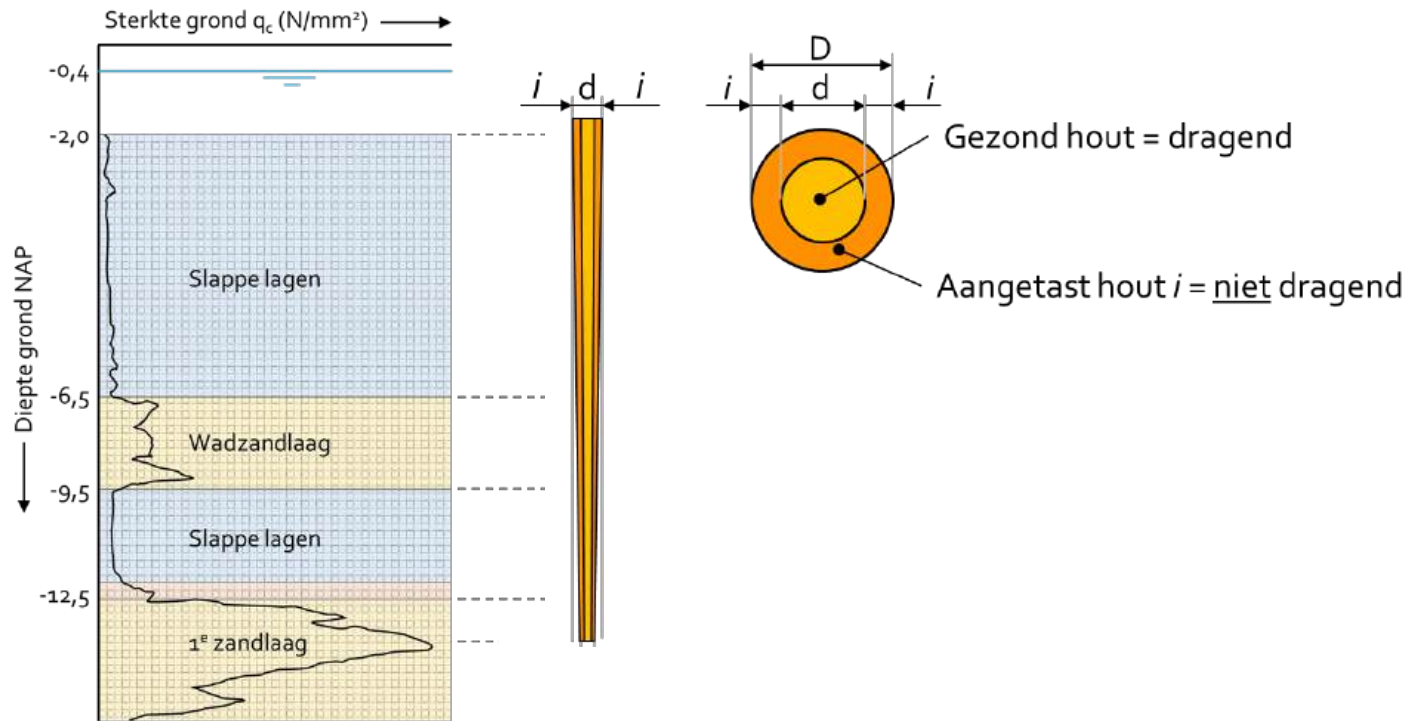
Opmerkingen: Op basis van de gevonden houtstructuren (venstervormige kruisvlakstippels, harsgangen, unisele hofstippels en straaltracheïden) wordt geconcludeerd dat het om een grenen paal gaat. De aangetroffen aantasting is veroorzaakt door erosiebacteriën.

Bouwjaar constructie:	1925	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	5,4 N/mm²
Houtsoort:	Grenen	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	3,0 N/mm²
Paaldiameter:	242 mm	Draagvermogen kop, huidig:	247 kN
Lengte spinhout:	71 mm		
Lengte tot hart paal:	138 mm	Zachte schil huidig:	45 mm
		Zachte schil na 30 jaar:	59 mm *)

Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m³]	druksterkte [N/mm²]
1 (buiten)	20	Zeer ernstig	444	193,1	0 ¹⁾
2	25	Ernstig	327	258,1	4
3	26	Matig	280	284,7	6
4	31	Niet aangetast	175	382,4	11
5 (kern)	36	Niet aangetast	116	418,5	17

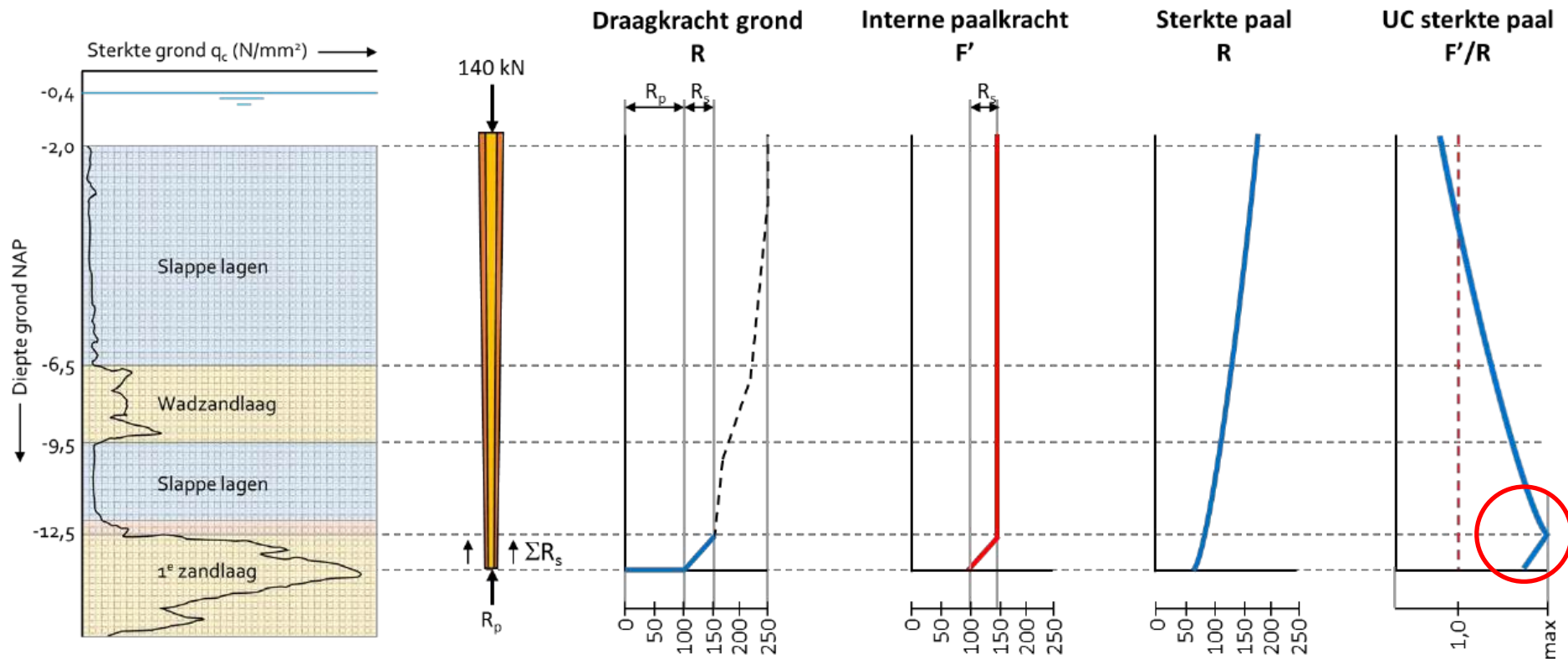


2019 - Toetsen bemonsterde palen





2019 - Toetsen bemonsterde palen



Vraag:

Voldoet deze bemonsterde paal?

Antwoord:

UC > **1,0** → voldoet niet



2019 - Toetsen bemonsterde palen

Funderings-element volgens AIP	Houtsoort	Diameter paalkop t.p.v. meting D	Aantasting paalkop i (mm)	Paalbelasting F 6.10a (kN)	Geotechnische draagkracht R (kN)	UC draagkracht paalkop	UC draagkracht kritisch doorsnede	UC geotechnische draagkracht
HM10	Vuren	280	15	139	185	0,26	0,91	0,75
HM11	Dennen	230	25	139	155	0,51	1,77	0,90
HM16	Dennen	200	42	139	65	1,22	3,43	2,14
HM17	Vuren	270	0	139	110	0,22	0,68	1,26
HM23	Dennen	200	22	139	85	0,67	2,02	1,64
HM24	Dennen	260	5	139	130	0,26	0,79	1,07
HM30	Dennen	280	12	139	290	0,25	0,86	0,48
HM31	Vuren	220	25	139	155	0,57	2,00	0,90

Vraag:

Voldoet de paalfundering van deze brug?

Antwoord:

Nee, niet alle UC-waarden $< 1,0$



2019 - Toetsen bemonsterde palen



Brug 41 Vijzelstraat



2019 - Toetsen bemonsterde palen

In 2018 is PBK een wetenschappelijk onderzoeksprogramma gestart met kennisinstellingen.





2019 - Toetsen bemonsterde palen

Drie onderzoeksthema's:

1. Onderzoek naar de totale paalpopulatie ((on)bemonsterde paalgroep)





2019 - Toetsen bemonsterde palen

Drie onderzoeksthema's:

1. Onderzoek naar de totale paalpopulatie ((on)bemonsterde paalgroep)
2. Onderzoek naar de constructieve draagkracht (houtsterkte en aantasting)



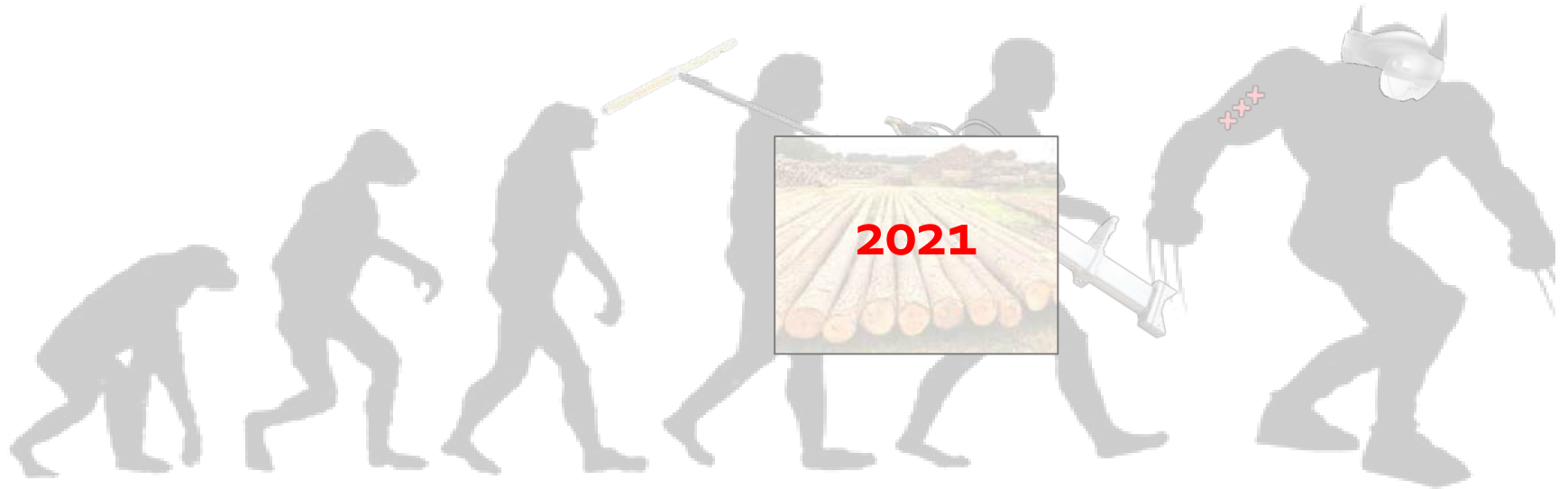


2019 - Toetsen bemonsterde palen

Drie onderzoeksthema's:

1. Onderzoek naar de totale paalpopulatie ((on)bemonsterde paalgroep)
2. Onderzoek naar de constructieve draagkracht (houtsterkte en aantasting)
3. Onderzoek naar de geotechnische draagkracht (grondparameters)





vroeger



toekomst

Van conservatief toetsen naar steeds realistischer toetsen



2021

Toetsen paalpopulatie



2019 - Toetsen bemonsterde palen

Drie onderzoeksthema's:

1. Onderzoek naar de totale paalpopulatie ((on)bemonsterde paalgroep)
2. Onderzoek naar de constructieve draagkracht (houtsterkte en aantasting)
3. Onderzoek naar de geotechnische draagkracht (grondparameters)



2021 - Toetsen paalpopulatie

Paalfunderingen

Bestand Info

Invoer: **Ondergrond** Uitvoer

Contract: Corridor Leidsestraat Objecttype: Brug Bouwjaar: 1910 Toetsmethode: Kritische doorsnede

Contractpartner: Object nummer: BRU0198 Veiligheidsniveau: Gebruiksniveau

Constructeur: R. Terpstra Aantal HM: 12 Gevolgklasse: CC1b

Datum berekening: 31-8-2023 Aantal palen voor uitmiddeling: 10 Restlevensduur: 30 jaar Maak excel rapport:

Aantal samples (500): 500 Referentiejaar: 2053 Maak diepte plots:

Gemeente Amsterdam

Paalcodering HM	Paalgroep	Constructie-onderdeel	Houtsoort	Diameter paalkop Dpk [mm]	Minimum diameter paalpunt [mm]	Zachte schil i (enkelzijdig) [mm]	Paalkopniveau t.o.v. NAP [m]	Paalpuntniveau t.o.v. NAP [m]	Paalbelasting Fd volgens 6.10a [kN]	Paalbelasting Fd volgens 6.10b [kN]
BRU0198-P1.1		Landhoofd Zuid	Grenen	223	0	37	-1.82	-13.10	102.00	0.00
BRU0198-P1.2		Landhoofd Zuid	Vuren	216	0	38	-1.82	-13.10	102.00	0.00
BRU0198-P1.3		Landhoofd Zuid	Grenen	237	0	22	-1.82	-13.10	102.00	0.00
BRU0198-P1.4		Landhoofd Zuid	Vuren	227	0	39	-1.82	-13.10	102.00	0.00
BRU0198-P1.5		Landhoofd Zuid	Vuren	253	0	61	-1.82	-13.10	102.00	0.00
BRU0198-P1.6		Landhoofd Zuid	Vuren	218	0	23	-1.82	-13.10	102.00	0.00
BRU0198-P2.1		Landhoofd Zuid	Grenen	226	0	21	-1.82	-13.10	102.00	0.00
BRU0198-P2.2		Landhoofd Zuid	Vuren	231	0	56	-1.82	-13.10	102.00	0.00
BRU0198-P2.3		Landhoofd Zuid	Vuren	215	0	13	-1.82	-13.10	102.00	0.00
BRU0198-P2.4		Landhoofd Zuid	Vuren	216	0	7	-1.82	-13.10	102.00	0.00
BRU0198-P2.5		Landhoofd Zuid	Grenen	235	0	37	-1.82	-13.10	102.00	0.00
BRU0198-P2.6		Landhoofd Zuid	Vuren	221	0	49	-1.82	-13.10	102.00	0.00

Toetsmodel houten palen v1

-1.26	0.70
-1.28	0.69



2021 - Toetsen paalpopulatie

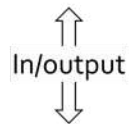
(Meet)gegevens

- Paalbelasting F
- Paalkopmetingen
- Grondgegevens
- Archiefgegevens



User Interface

Paalnummer	Constructie	Soort	Hoofddoel	Statische draagvermogen (kN)	Minimale draagvermogen (kN)	Zakken (mm)	Paalgegevens	Paalgegevens	Geplaatste laad	Paalbelasting bij	Paalbelasting bij
				(kN)	(kN)	(mm)	1/100 AEP	1/1000 AEP	(kN)	vergen 0,1% AEP	vergen 0,5% AEP
1001	Landbouw.Nr.	1914	Wonen	250	100	10	1,00	11,50	0,00	100,00	124,00
1002	Landbouw.Nr.	1914	Wonen	250	100	10	1,00	11,50	0,00	100,00	124,00
1003	Landbouw.Nr.	1914	Wonen	250	100	10	1,00	11,50	0,00	100,00	124,00
1004	Landbouw.Nr.	1914	Wonen	250	100	10	1,00	11,50	0,00	100,00	124,00
1005	Landbouw.Nr.	1914	Wonen	250	100	10	1,00	11,50	0,00	100,00	124,00
1006	Landbouw.Nr.	1914	Wonen	250	100	10	1,00	11,50	0,00	100,00	124,00



Rekenhart

A. Modellering paal-grond interactie

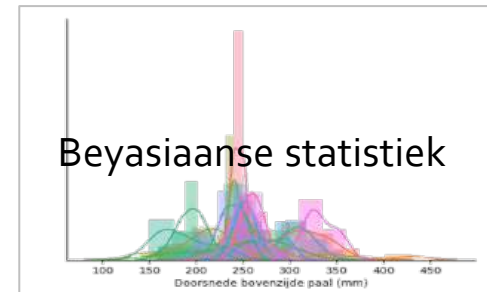
B. Modellering (input)variabelen

C. A-priori variabelen uit paal databases

D. Monte Carlo simulatie incl. uitmiddeling

=

Beyasiaanse statistiek





2021 - Toetsen paalpopulatie

(Meet)gegevens

- Paalbelasting F
- Paalkopmetingen
- Grondgegevens
- Archiefgegevens



User Interface

Paalnummer	Constructie	Beveiliging	Hoofddoel	Statische paalbelasting (kN)	Minimale draagvermogen (kN)	Zakelijke draagvermogen (kN)	Paalbelasting (kN)	Paalbelasting (kN)	Paalbelasting (kN)	Paalbelasting (kN)	Paalbelasting (kN)
1001	Leunboord Nr. 1014	1014	Wonen	250	100	0	1,00	11,50	0,00	100,00	10,00
1002	Leunboord Nr. 1014	1014	Wonen	250	100	0	1,00	12,20	0,00	100,00	10,00
1003	Leunboord Nr. 1014	1014	Wonen	250	100	0	1,00	12,20	0,00	100,00	10,00
1004	Leunboord Nr. 1014	1014	Wonen	250	100	0	1,00	12,20	0,00	100,00	10,00
1005	Leunboord Nr. 1014	1014	Wonen	250	100	0	1,00	12,20	0,00	100,00	10,00

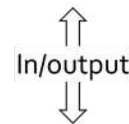


Uitvoer

Unity Check = F/R

Diepteplots

Numerieke invoer en uitvoer



Rekenhart

A. Modelling paal-grond interactie

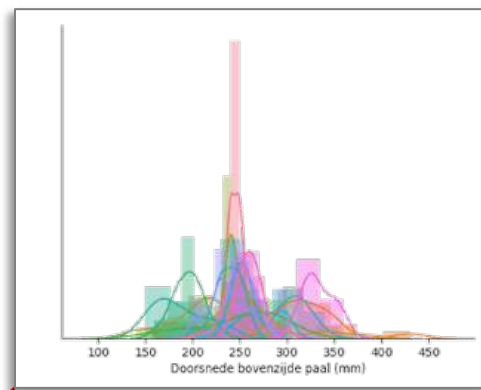
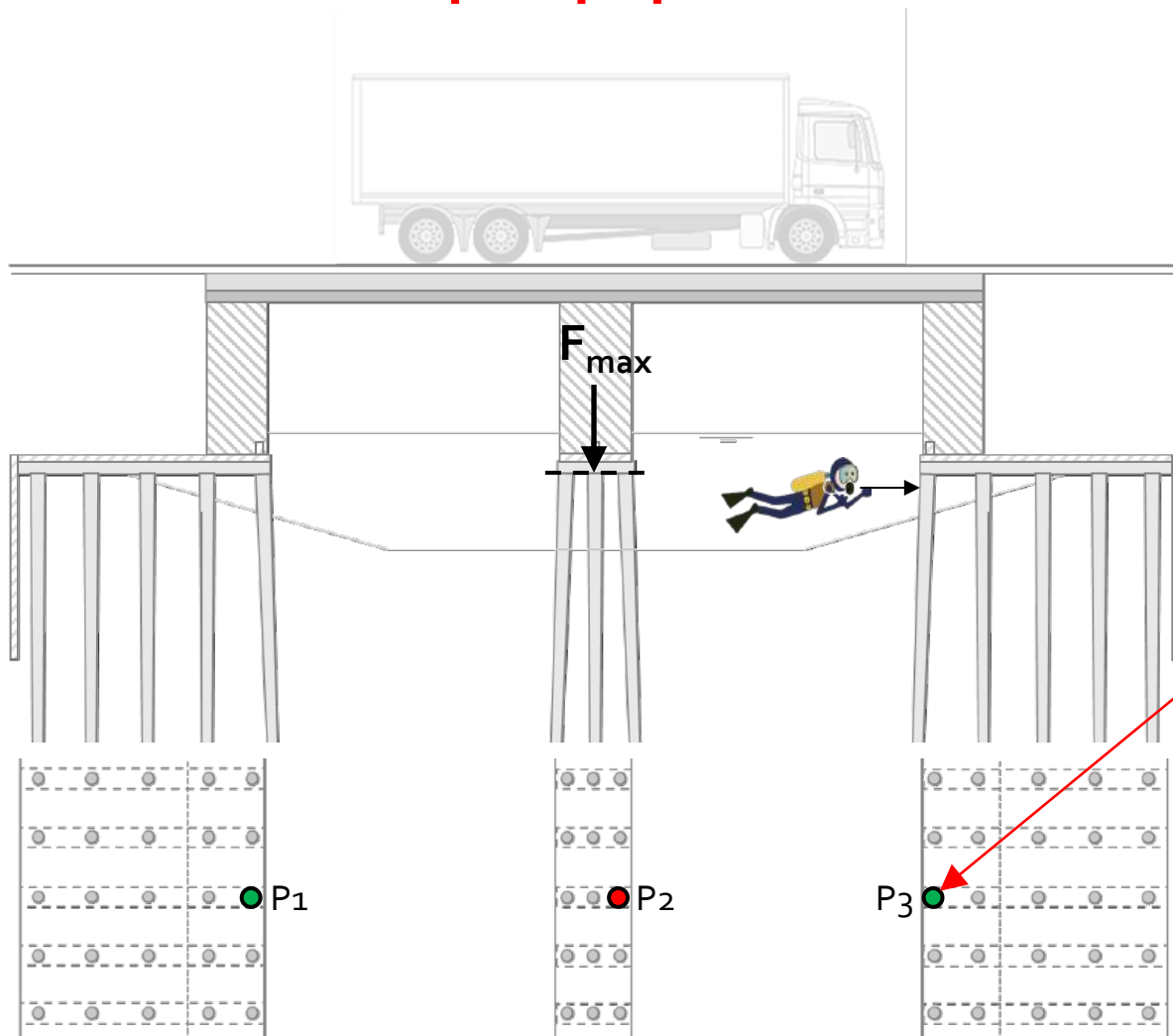
B. Modelling (input)variabelen

C. A-priori variabelen uit paal-databases

D. Monte Carlo simulatie incl. uitmiddeling

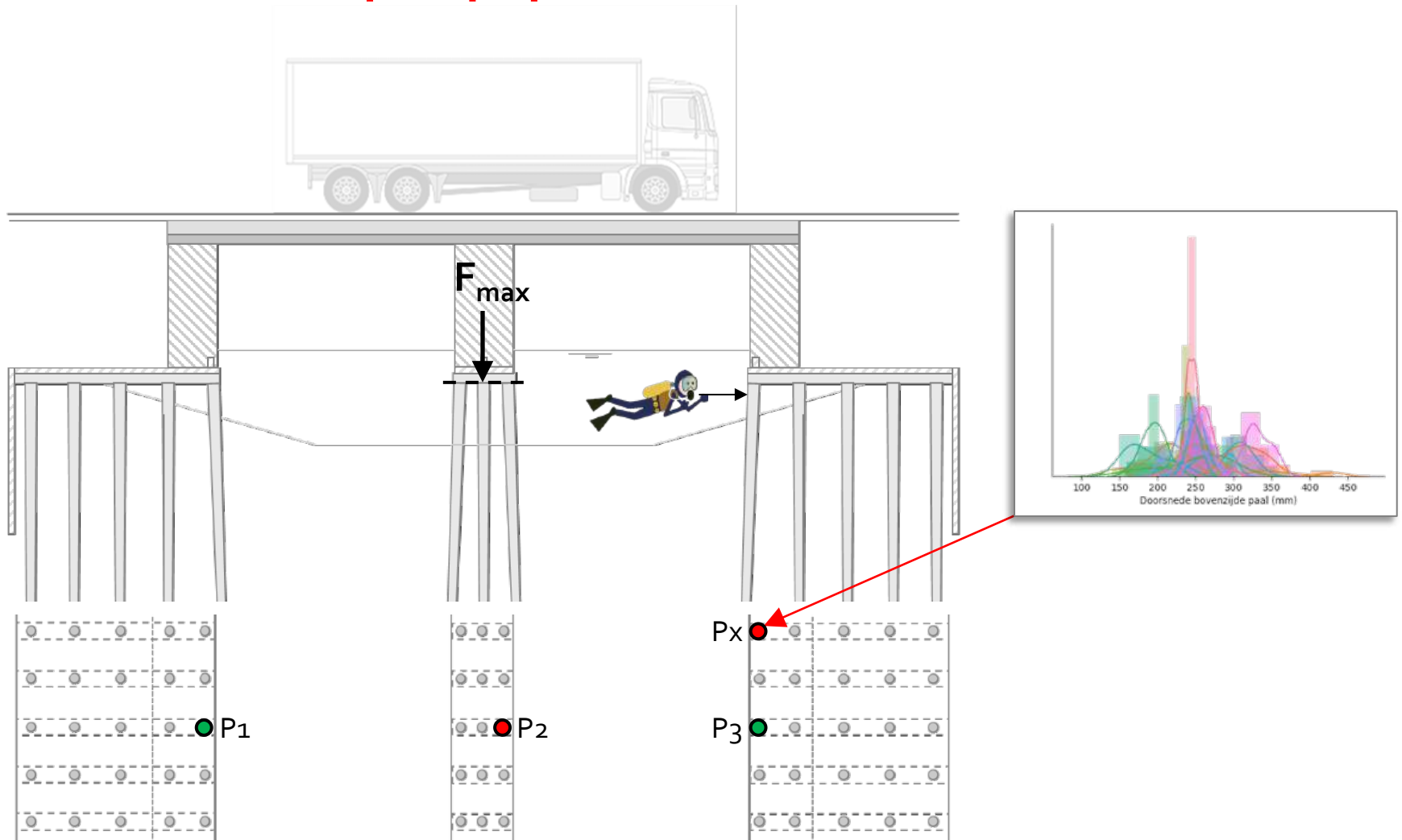


2021 - Toetsen paalpopulatie



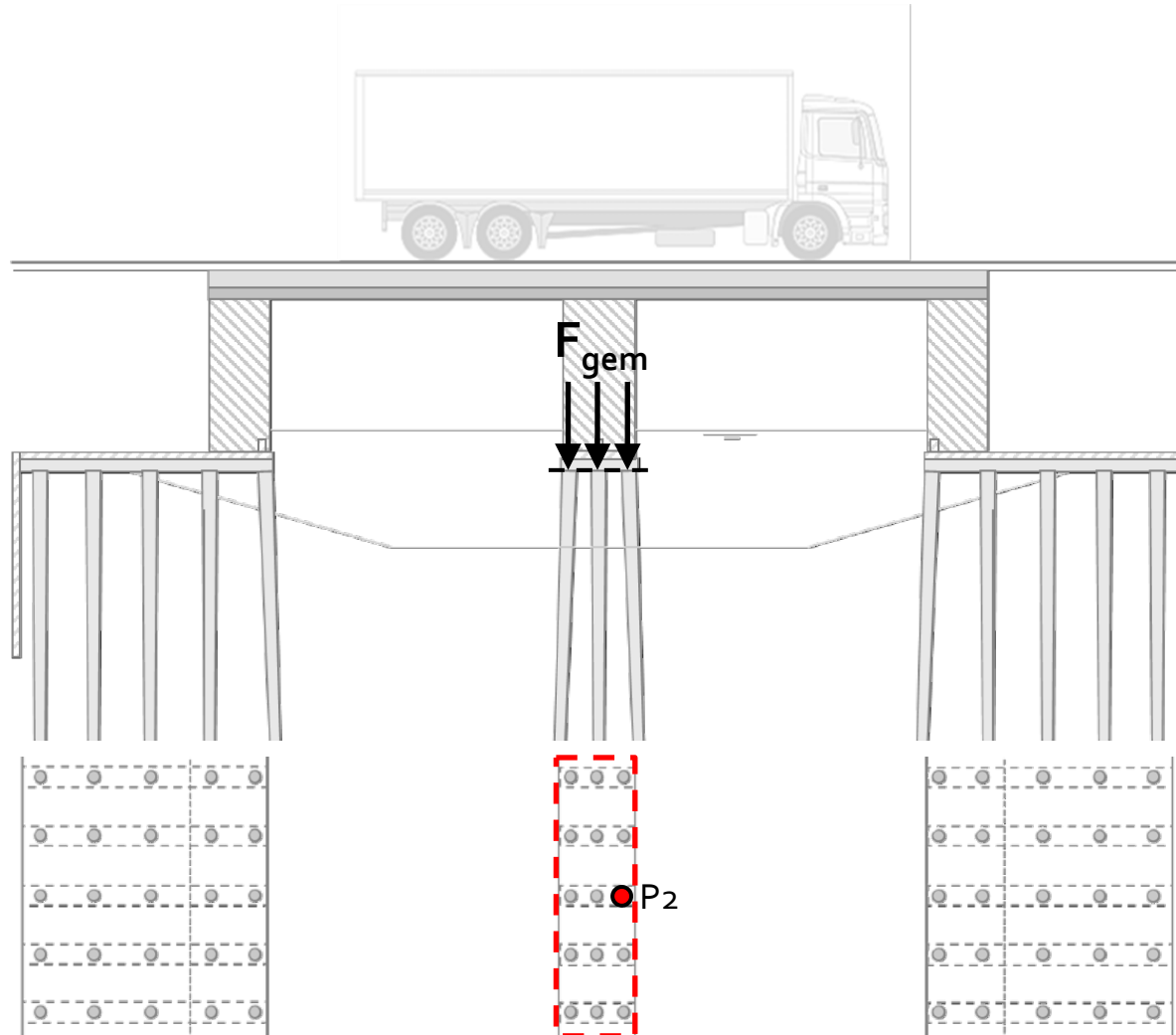


2021 - Toetsen paalpopulatie



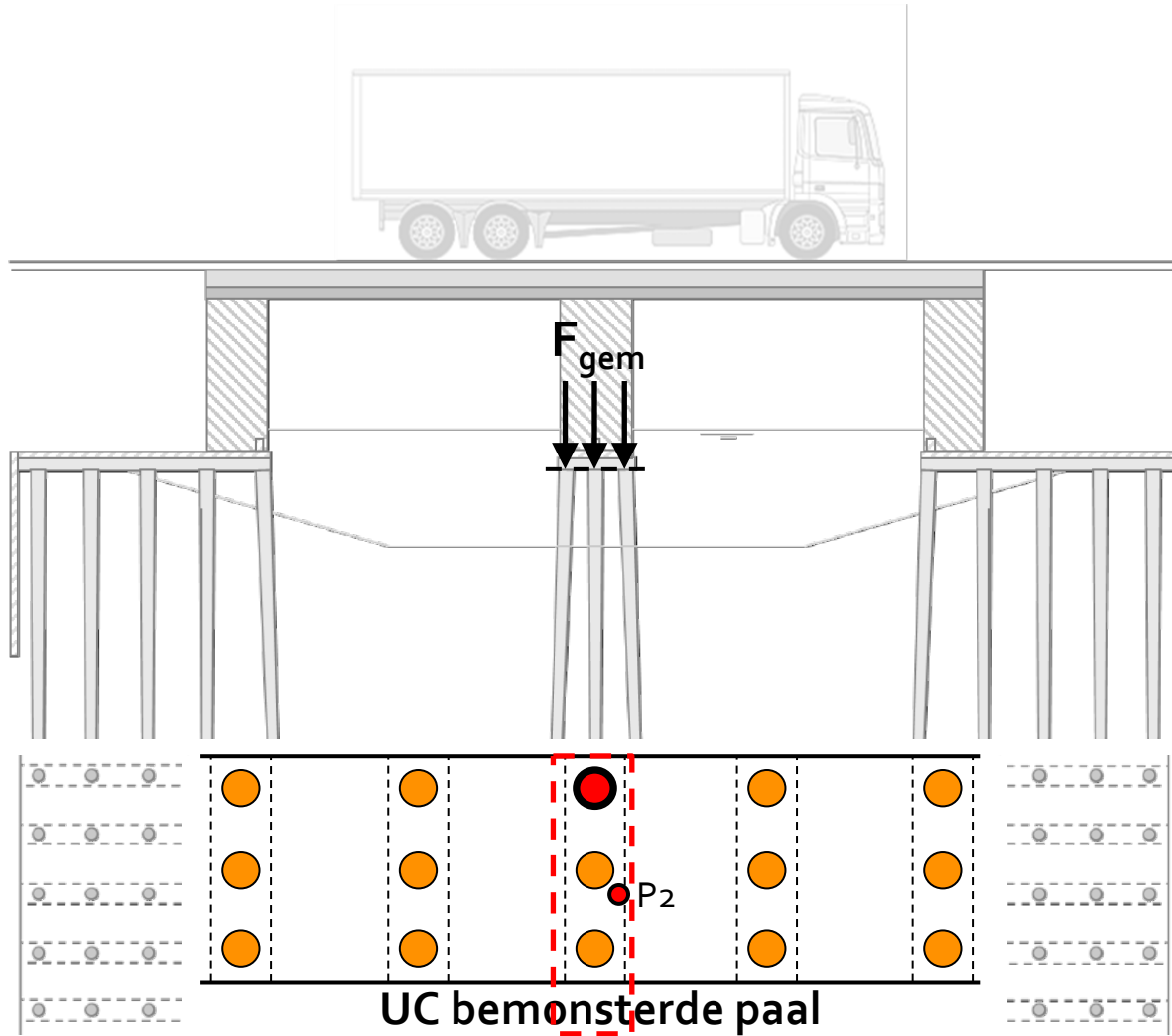


2021 - Toetsen paalpopulatie



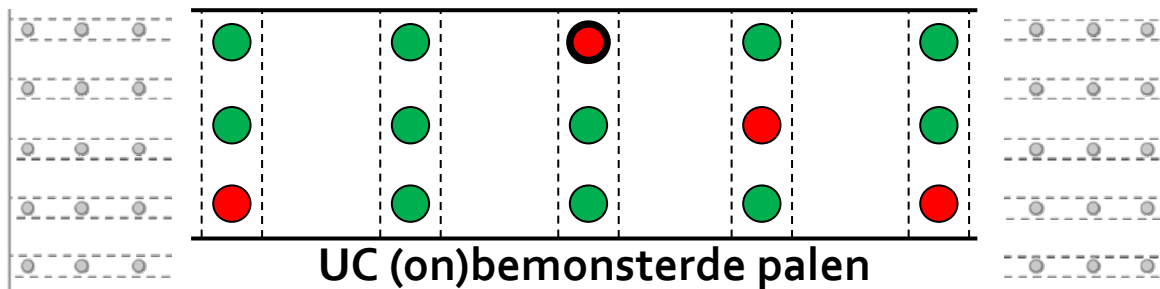
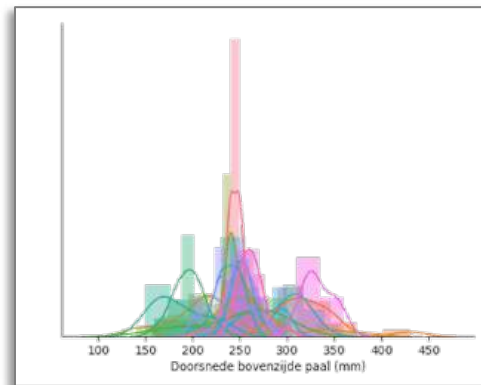
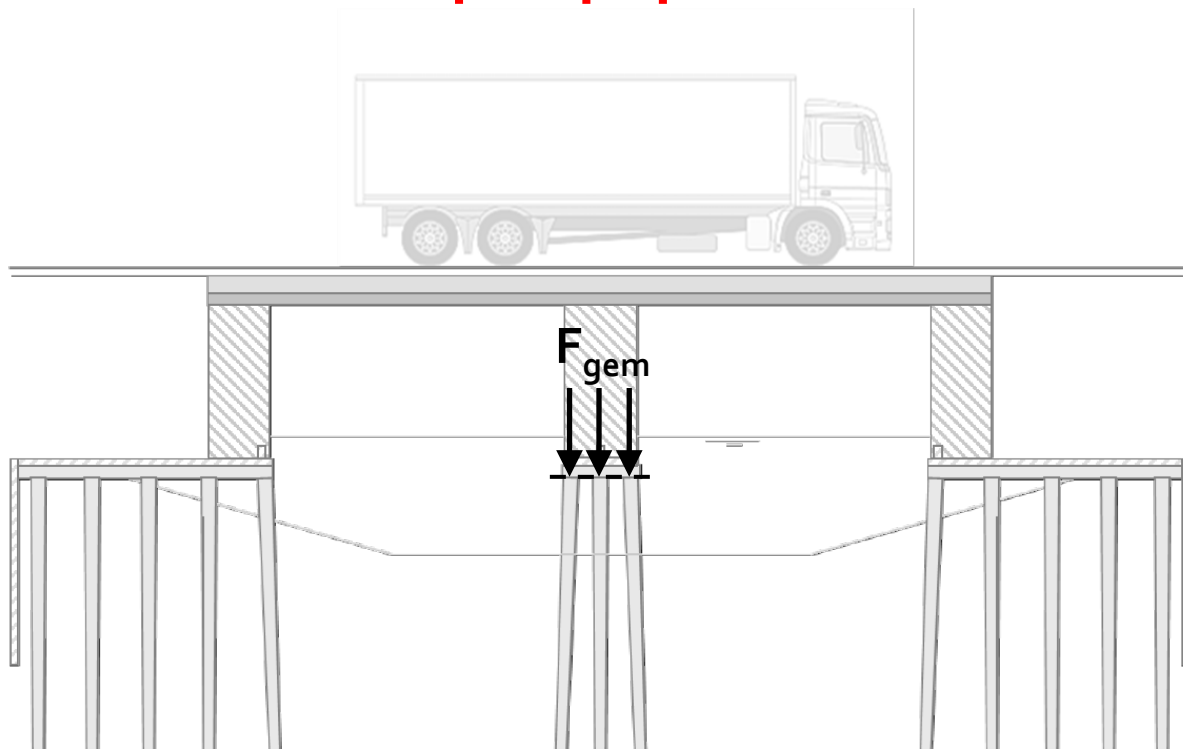


2021 - Toetsen paalpopulatie



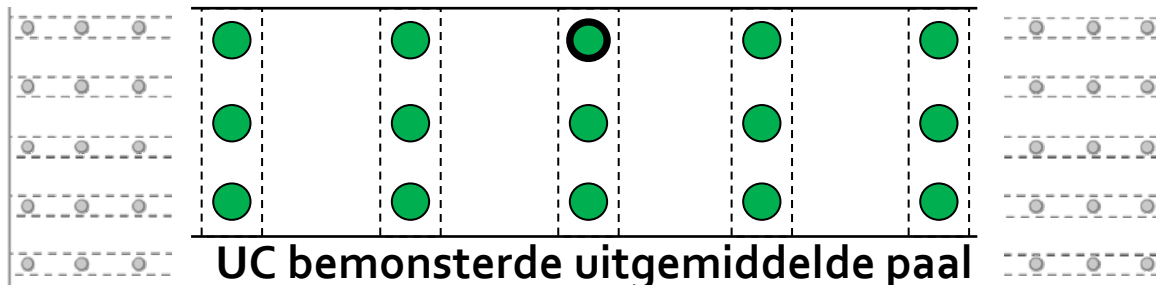
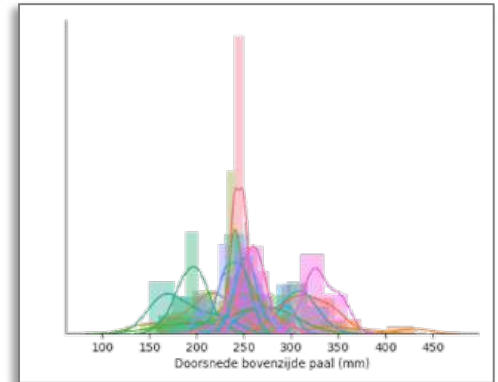
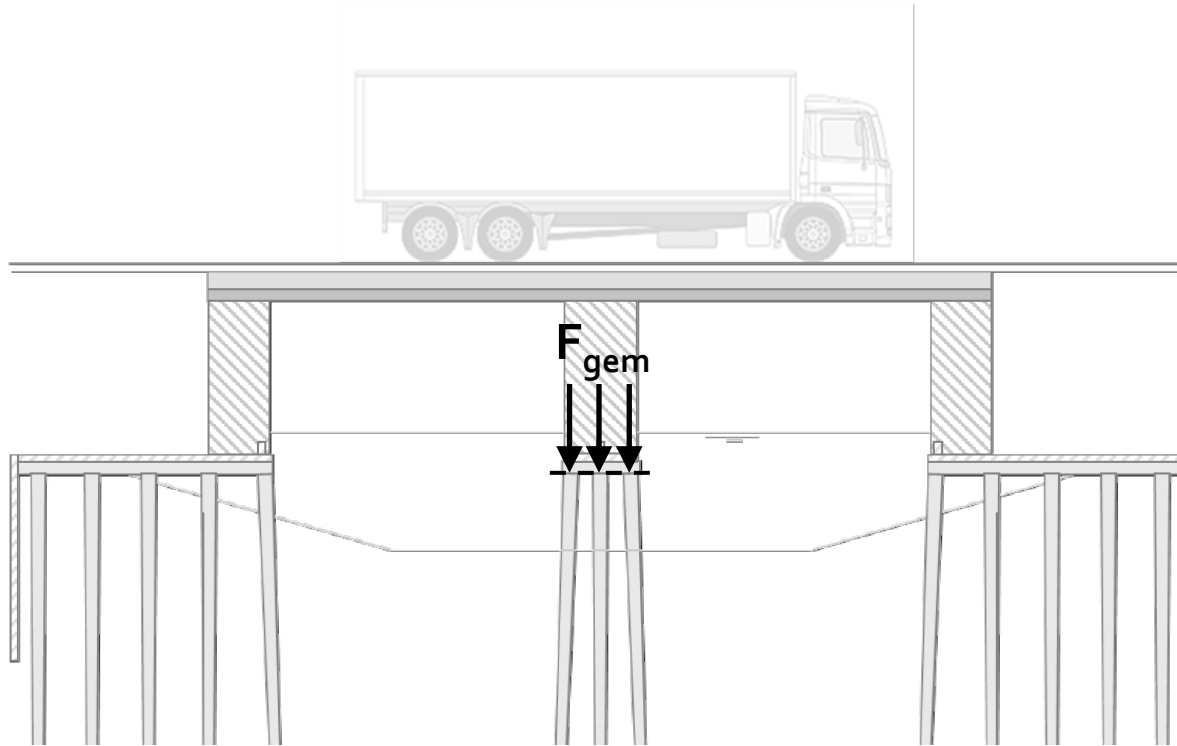


2021 - Toetsen paalpopulatie





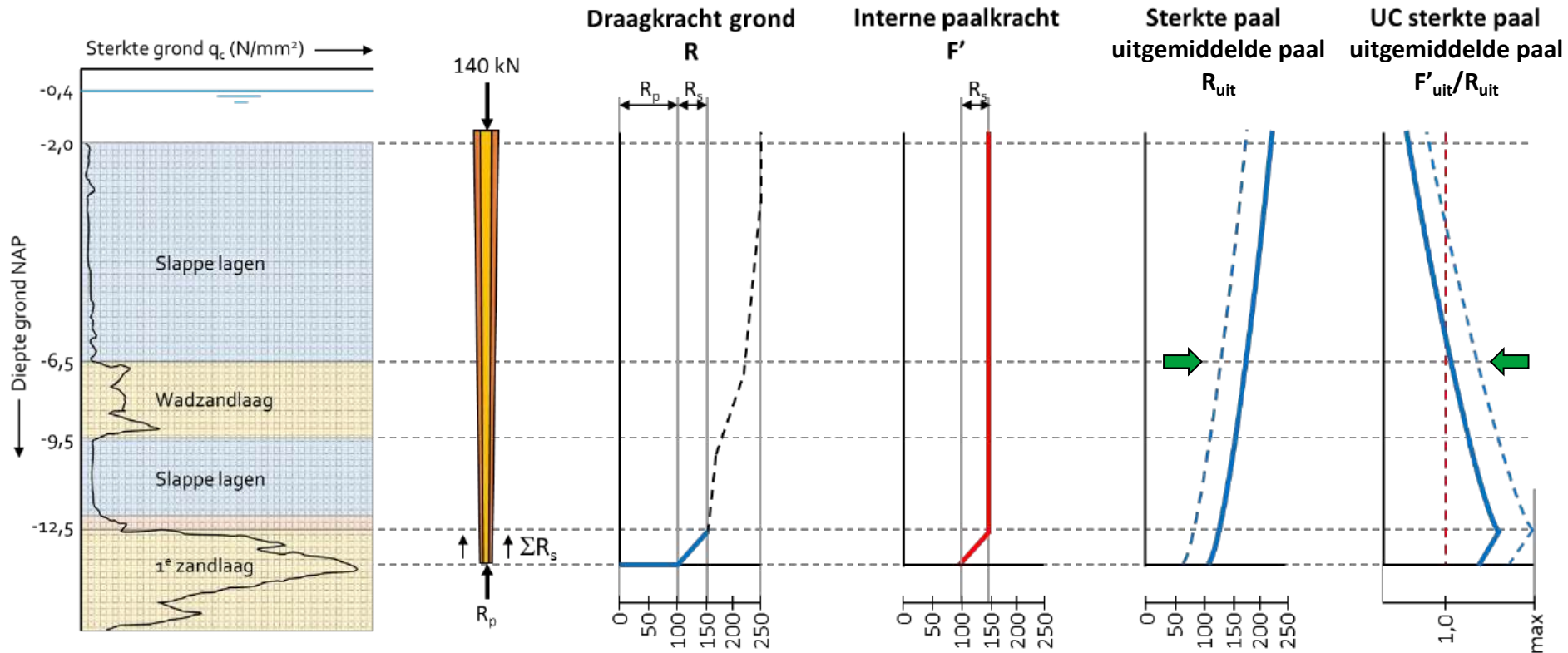
2021 - Toetsen paalpopulatie



$$UC = \frac{\sum F}{\sum R}$$



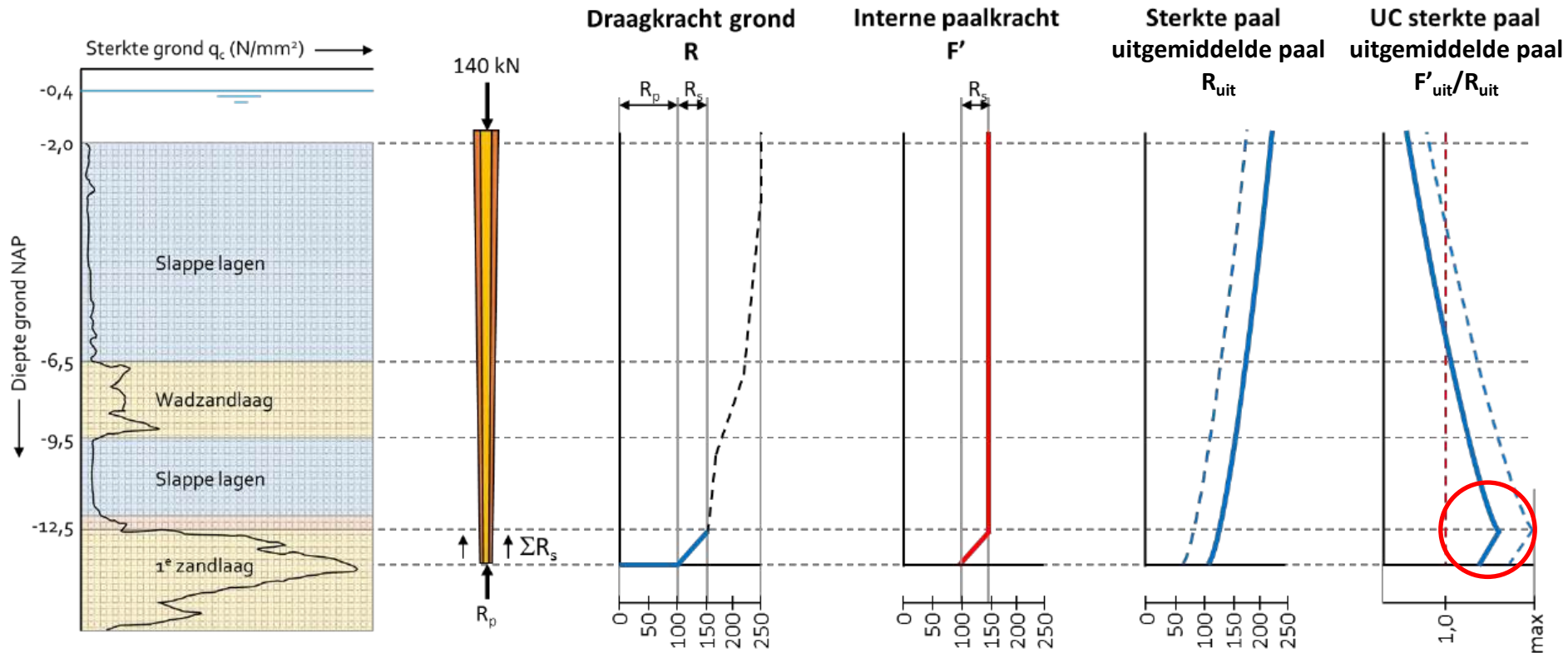
2021 - Toetsen paalpopulatie



Aanzienlijke reductie van de hoge UC-waarden!

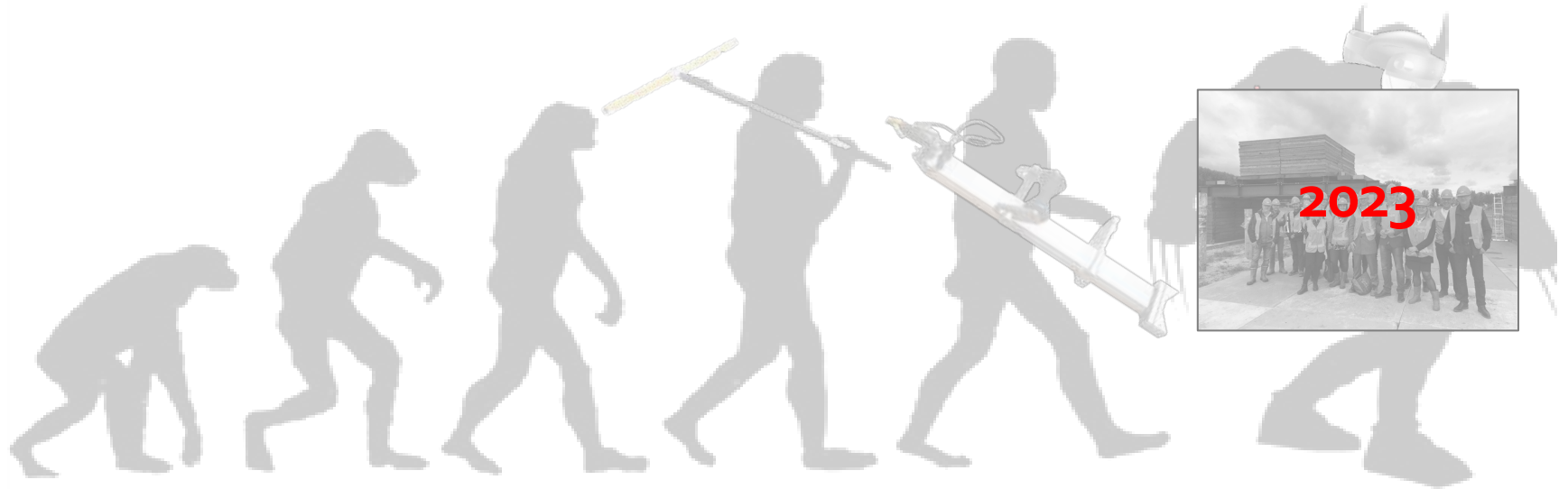


2021 - Toetsen paalpopulatie



Vraag:
Voldoet de bemonsterde paal?

Antwoord:
UC > 1,0 → voldoet niet



vroeger



toekomst

Van conservatief toetsen naar steeds realistischer toetsen

XXX

2023

Toetsen principe proefbelasting



2023 - Toetsen principe proefbelasting

Drie onderzoeksthema's:

1. Onderzoek naar de totale paalpopulatie ((on)bemonsterde paalgroep)
2. Onderzoek naar de constructieve draagkracht (houtsterkte en aantasting)
3. Onderzoek naar de geotechnische draagkracht (grondparameters)

XXX 2023 - Toetsen principe proefbelasting

NEN 9997-1:2016+C2:2017 Geotechnisch ontwerp van constructies

7.5.1 Algemeen

(2) Paalbelastingsproeven mogen worden gebruikt om:

- een oordeel over de gehele paalfundering te kunnen vormen.

NPR 7201:2017+A1:2020

5.2.1 Proefbelasting van klasse A1 en A2

(a) Een proefbelasting van klasse A kan zowel worden gebruikt voor de vaststelling van landelijk geldende paalklassefactoren (klasse A1) als voor de bepaling van het draagvermogen voor de betreffende locatie van het bouwwerk (klasse A2).

2023 - Toetsen principe proefbelasting



*Welke calculatie? Inzag. keurde verspreid
Welke maat?*

PROEFBELASTING.

Draagvermogen van 4 houten heipalen, officieel gecontroleerd door de Gemeente Amsterdam 1918.

Belasting per paal in duizenden K.G.	10	13	20	31	41	51,5	60	75
Gemiddelde zakking in Millimeters	$\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{4}$	$5\frac{1}{4}$	$9\frac{1}{4}$	$12\frac{1}{4}$	$17\frac{1}{2}$	30	$33\frac{3}{4}$

Bij doorbelasten tot 76,500 K.G. per paal zijn 2 palen bezweken. Na het uittrekken van één dezer palen is gebleken, dat de staande houtvezel op 1 M. van de punt is in elkaar gedrukt.

GEBR. C. EN D. HOEN, Telefoon C. 2632 en Z. 5543.

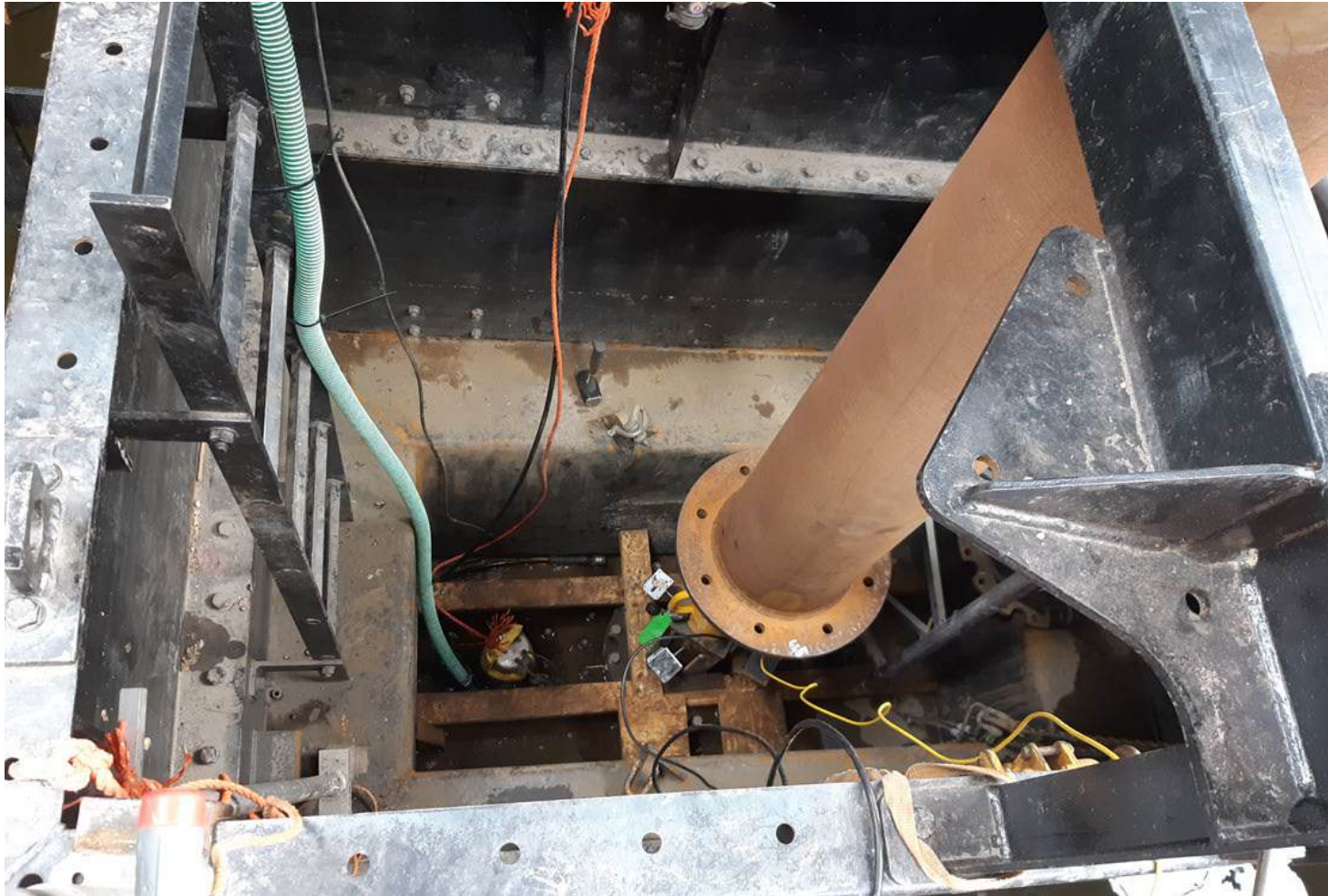
XXX 2023 - Toetsen principe proefbelasting



XXX 2023 - Toetsen principe proefbelasting



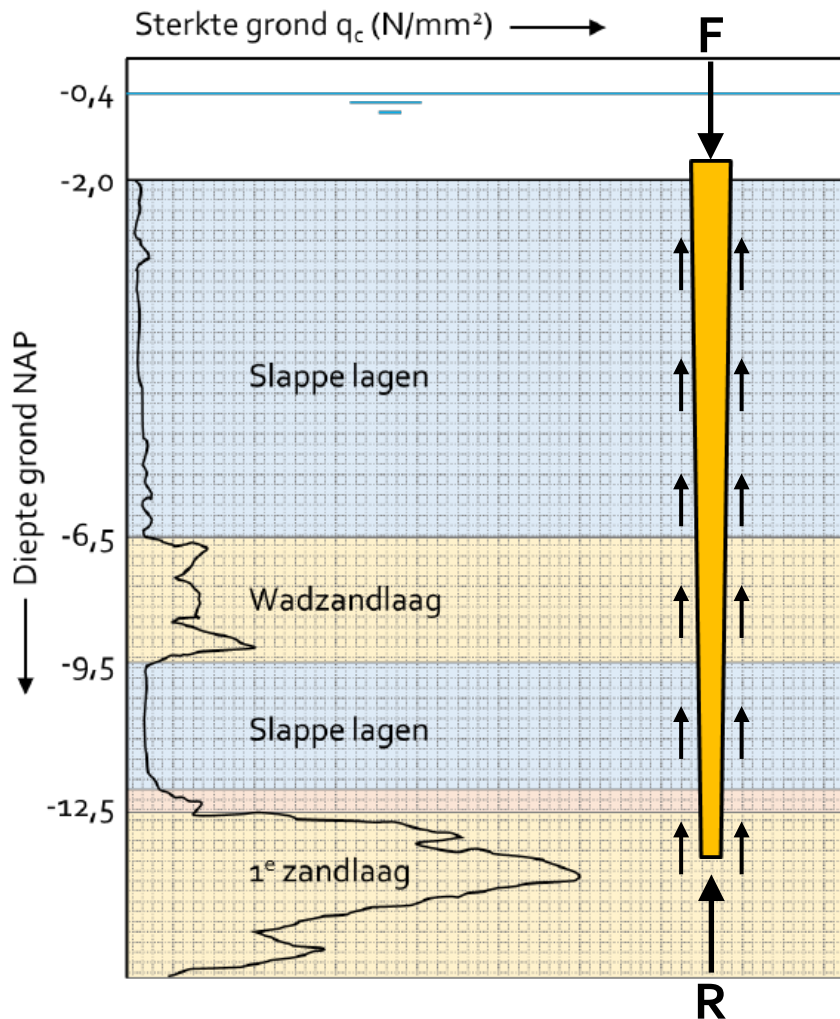
XXX 2023 - Toetsen principe proefbelasting



XXX 2023 - Toetsen principe proefbelasting



2023 - Toetsen principe proefbelasting



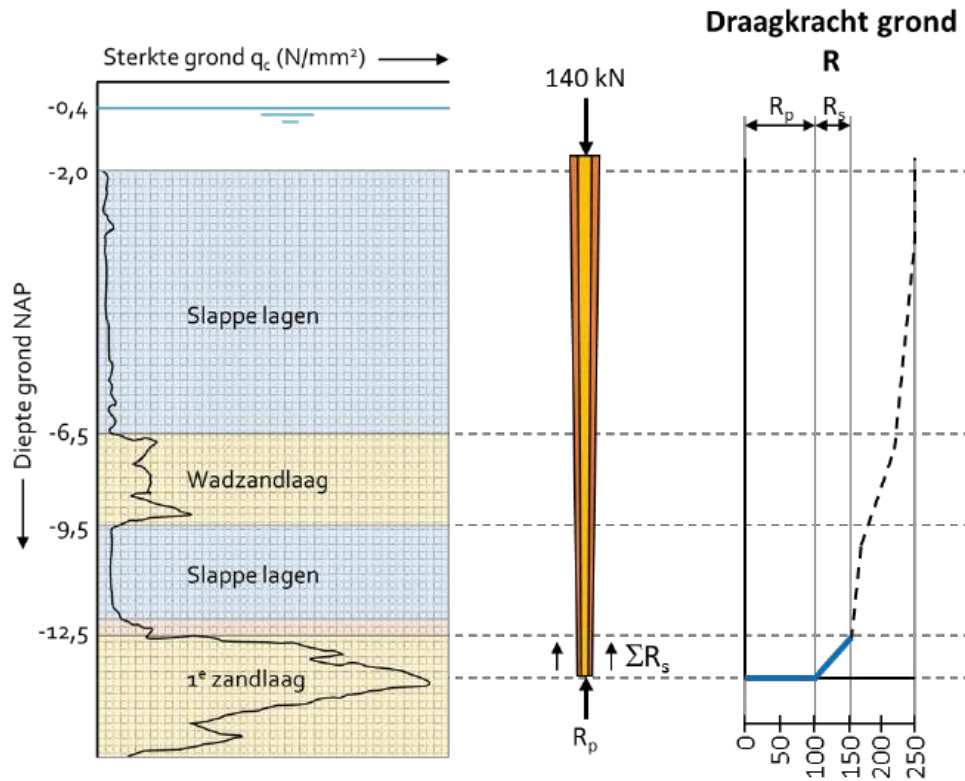
Bij een proefbelasting op zoek naar de maximale draagkracht net voordat de paal geotechnisch bezwijkt!

Grenswaarden:

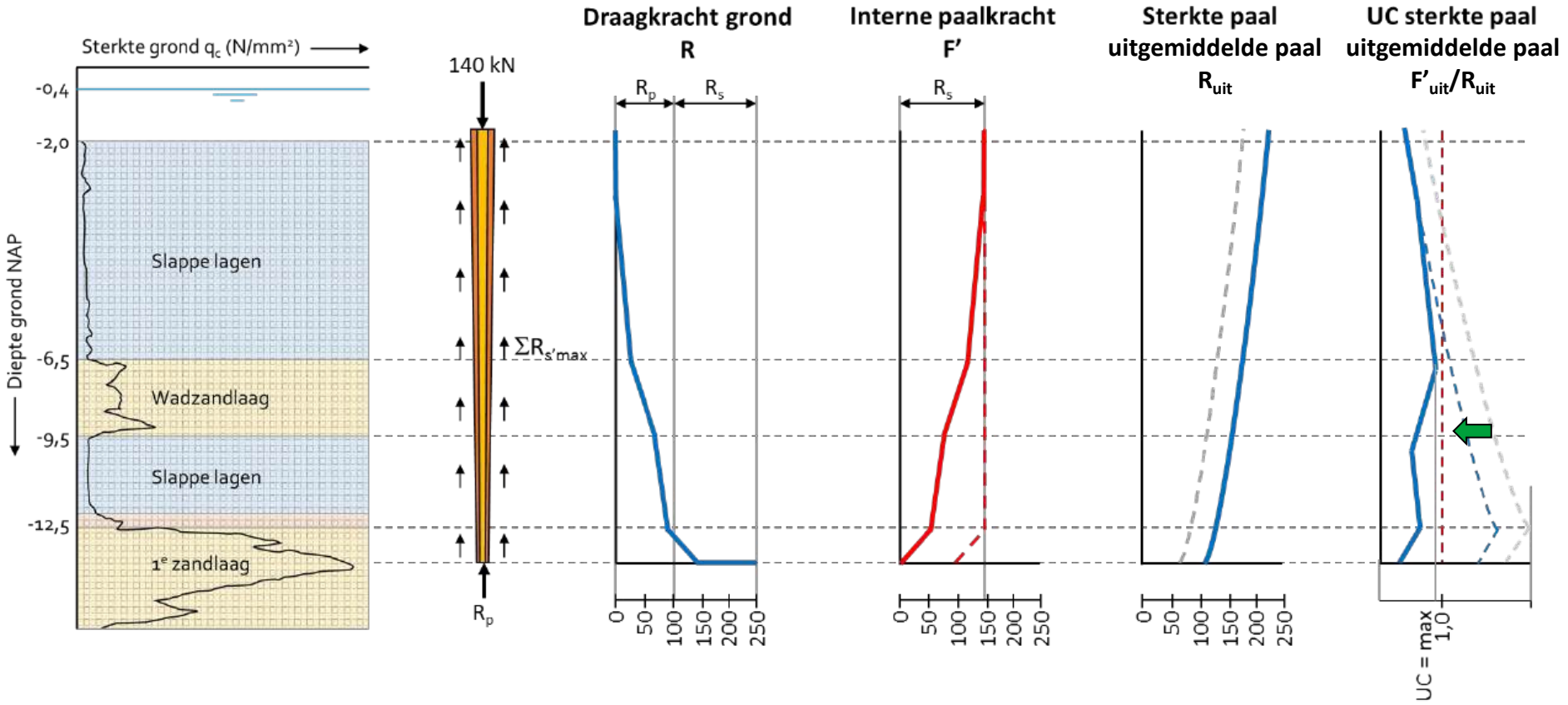
- Doorgaande zetting
- Zetting 10% van de paalpunt $\approx 1,5$ cm

Schachtwrijving leidt tot een toename van de draagkracht van de grond en tot een afname van de interne paalkracht F'

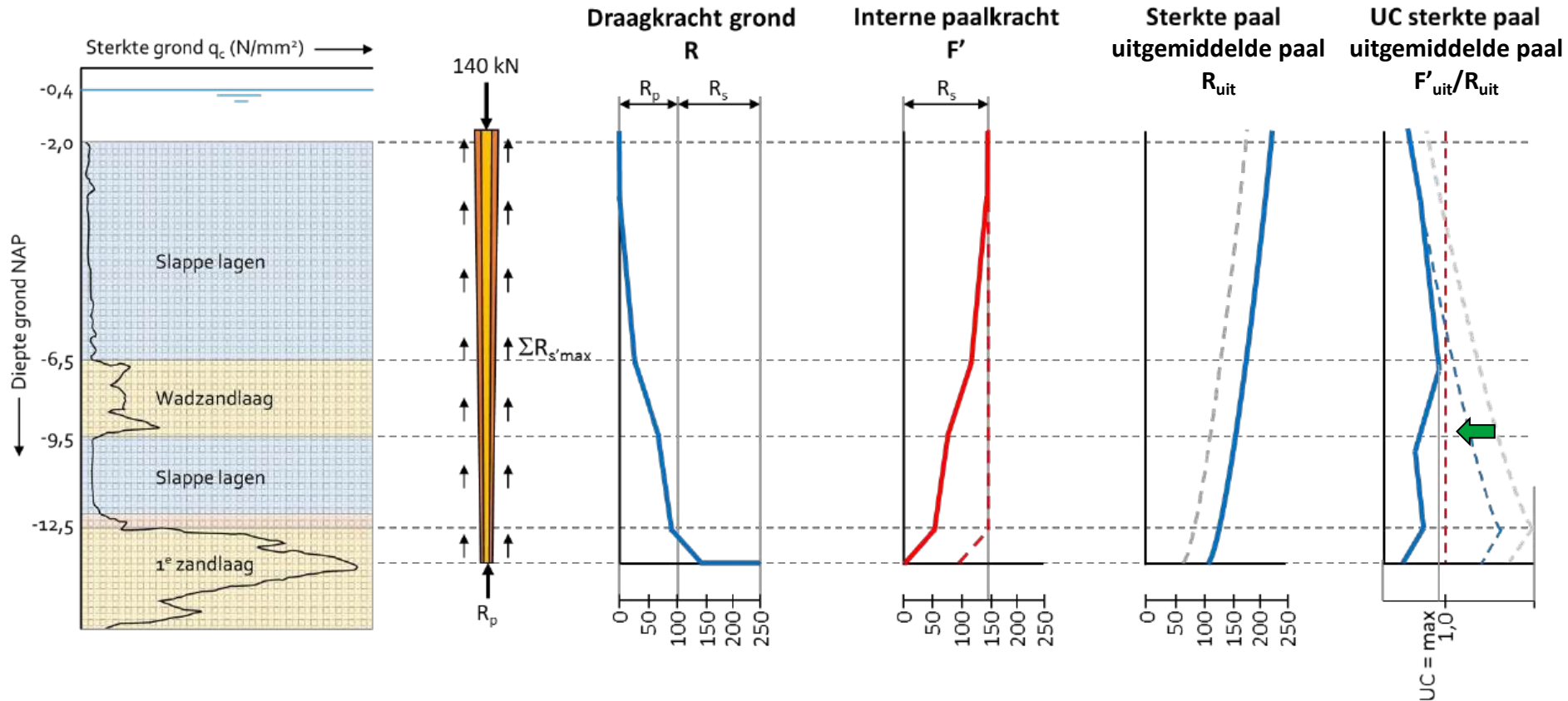
2023 - Toetsen principe proefbelasting



2023 - Toetsen principe proefbelasting

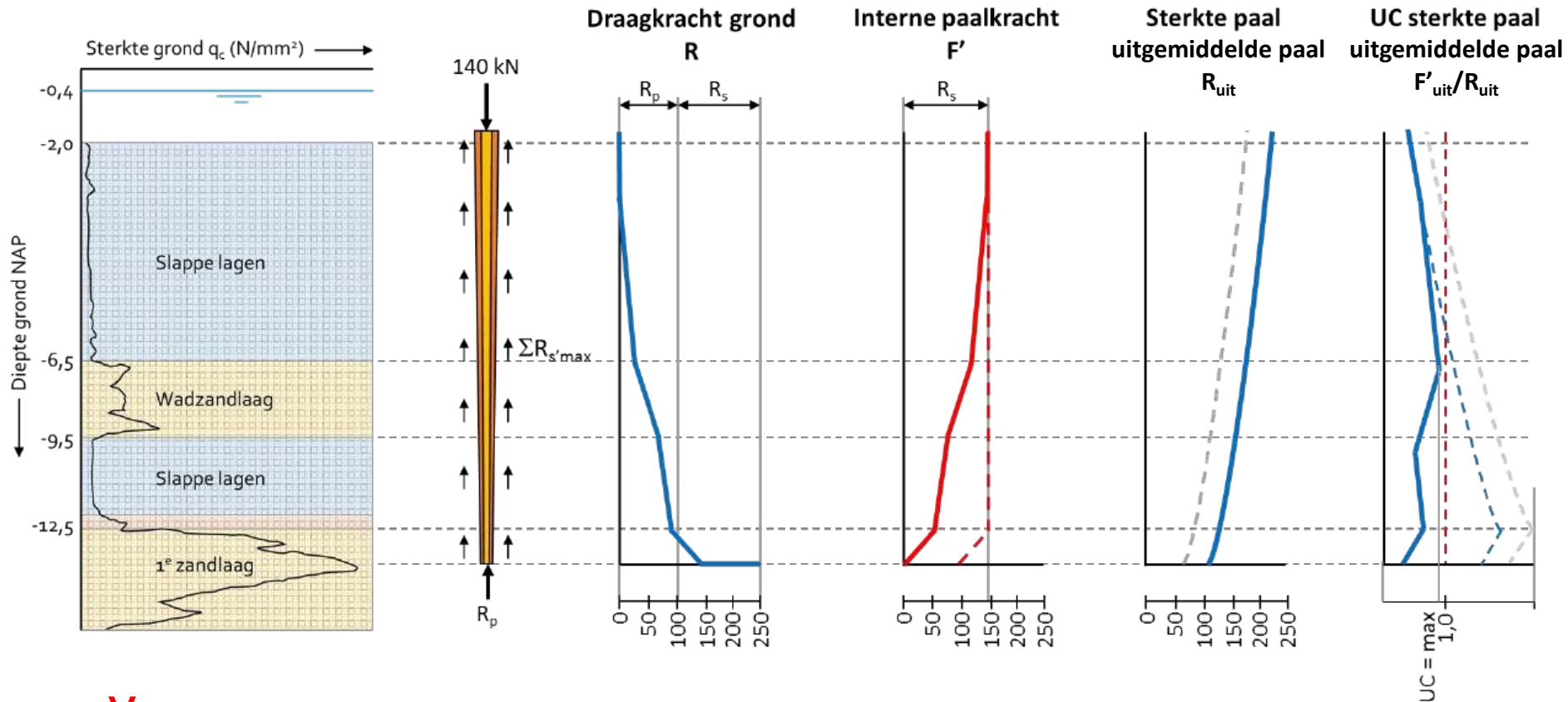


2023 - Toetsen principe proefbelasting



Verdere reductie van de hoge UC-waarden!

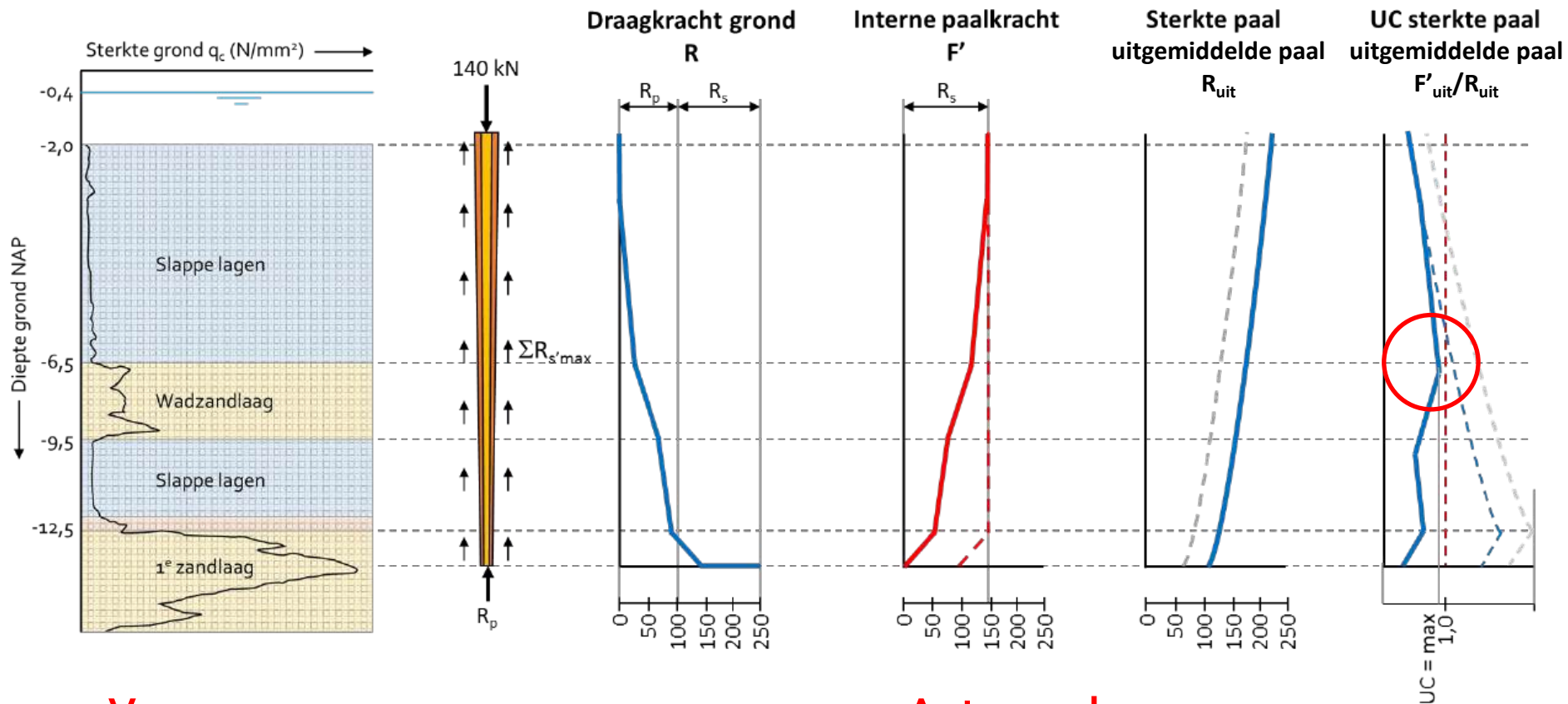
2023 - Toetsen principe proefbelasting



Vraag:

Voldoet de bemonsterde paal?

2023 - Toetsen principe proefbelasting



Vraag:
Voldoet de bemonsterde paal?

Antwoord:
 $UC < 1,0 \rightarrow$ voldoet

2023 - Toetsen principe proefbelasting

Locatie	Aantal	Bouwjaar	Proefbelasting	Draagkracht SPTM	Paalbelasting
OAM	16	2019	422	-	-
BRU0030	4	1727	141	118	75
BRU0030/41	4	1886	378	334	139
BRU0041	4	1922	345	293	142

✘ ✘ ✘ 2023 - Toetsen principe proefbelasting

De eerste testresultaten zijn veelbelovend voor **Amsterdam!**

Ook relatief 'slechte' paalfunderingen voldoen rekenkundig.

TNO is akkoord!

Goedkeuring bevoegd gezag Amsterdam!





2023 - Toetsen principe proefbelasting

De eerste testresultaten zijn veelbelovend voor **Amsterdam!**

Ook relatief 'slechte' metingen voldoen rekenkundig.

TNO is akkoord!

Goedkeuring bevoegd orgaan Amsterdam!

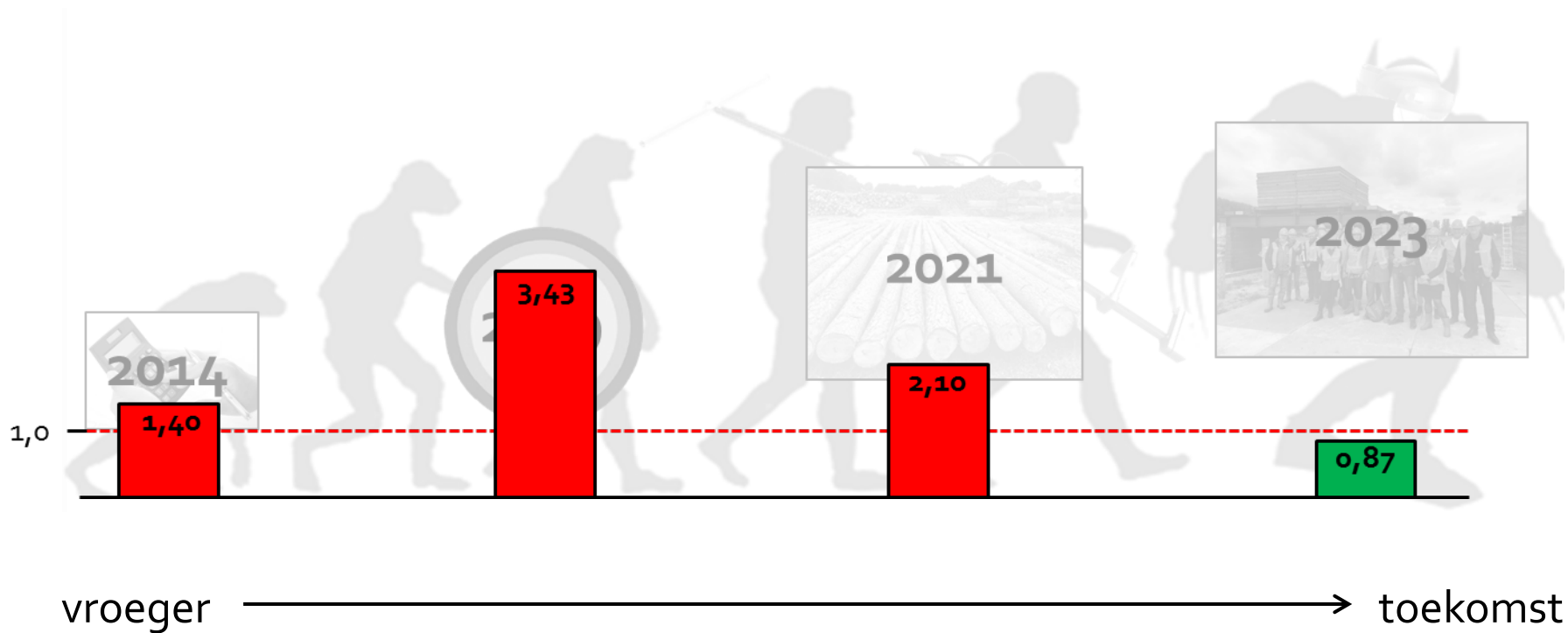




UC = $\frac{F}{R} \leq 1,0$

De evolutie in UC

XXX De evolutie in UC



Van conservatief toetsen naar steeds realistischer toetsen



De toekomst....



De toekomst....

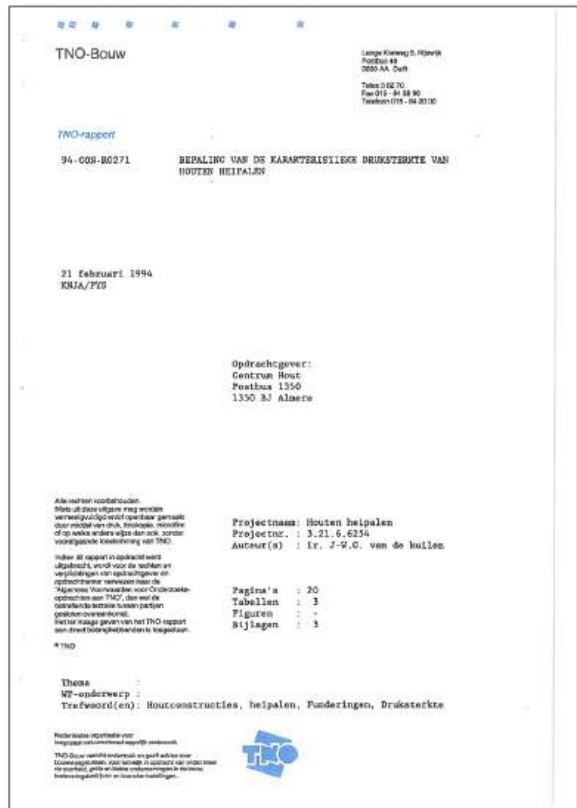
Drie onderzoeksthema's:

- Onderzoek naar de totale paalpopulatie ((on)bemonsterde paalgroep)
- Onderzoek naar de constructieve draagkracht (houtsterkte en aantasting)
- Onderzoek naar de geotechnische draagkracht (grondparameters)



De toekomst....

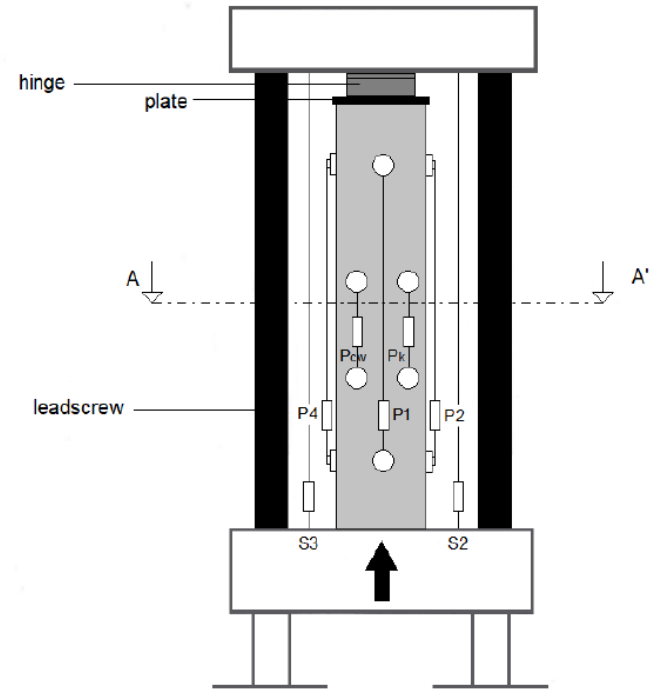
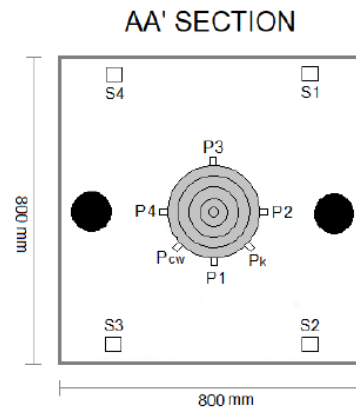
Houtsterkte gebaseerd op drukproeven uit 1994 op nieuwe palen.





De toekomst....

De houtsterkte neemt in de tijd af.





De toekomst....

De houtsterkte neemt in de tijd af.

Material status	Building year	Part (No. segments)	$f_{c,0,wet}$ (Mpa)			$MOE_{stat,wet}$ (MPa)	
			avg.	SD	x_{05}	avg.	SD
Sound cross section	1922/1886	Head/Middle (73)	15.0	2.3	10.8	10700	1610
		Tip (38)	13.2	2.3	9.0	9500	1650
	1727	Head/Middle (59)	11.8	3.0	6.4	8500	2070
		Tip (30)	11.3	2.8	6.0	8100	1960

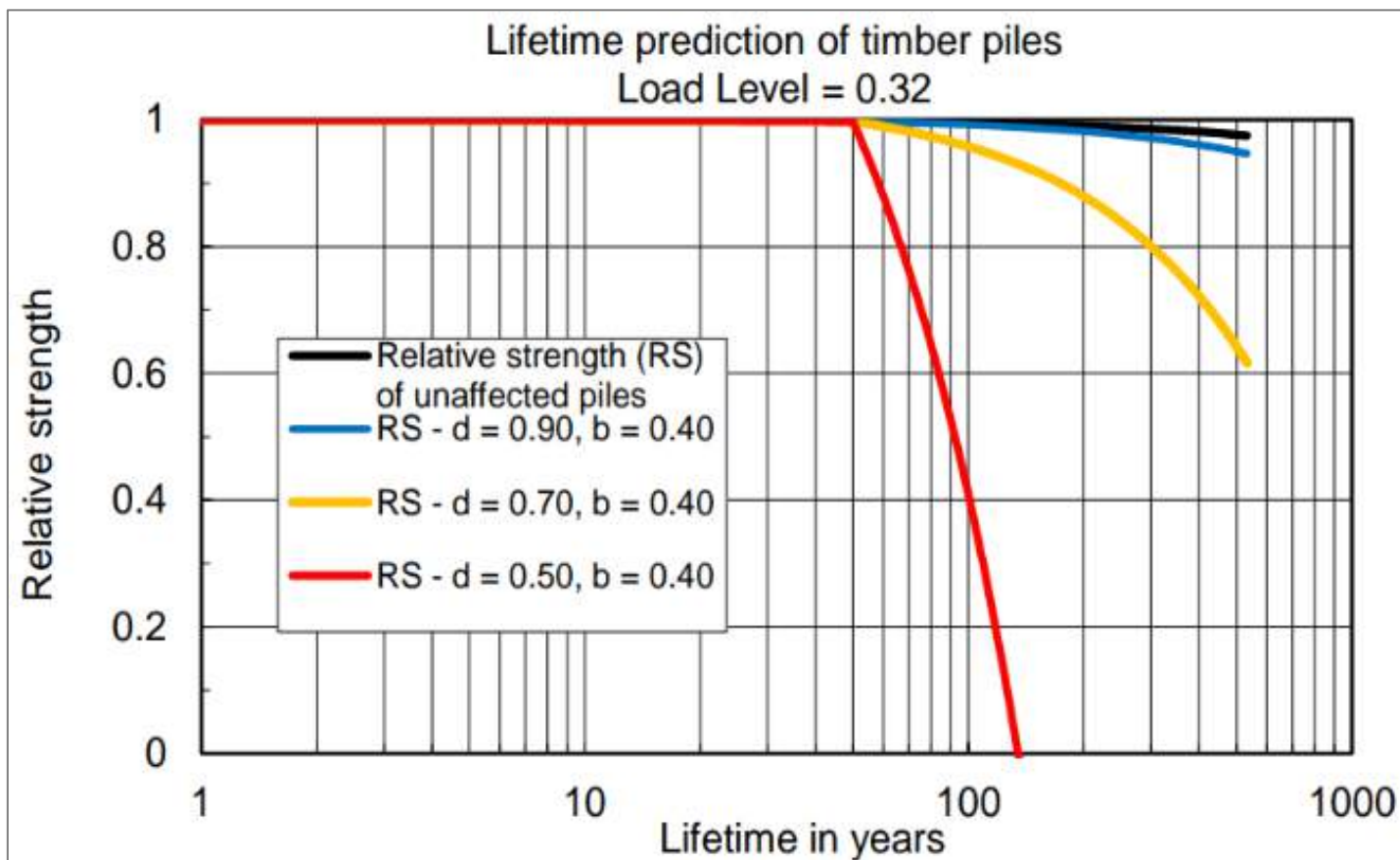


Delft University of Technology



De toekomst....

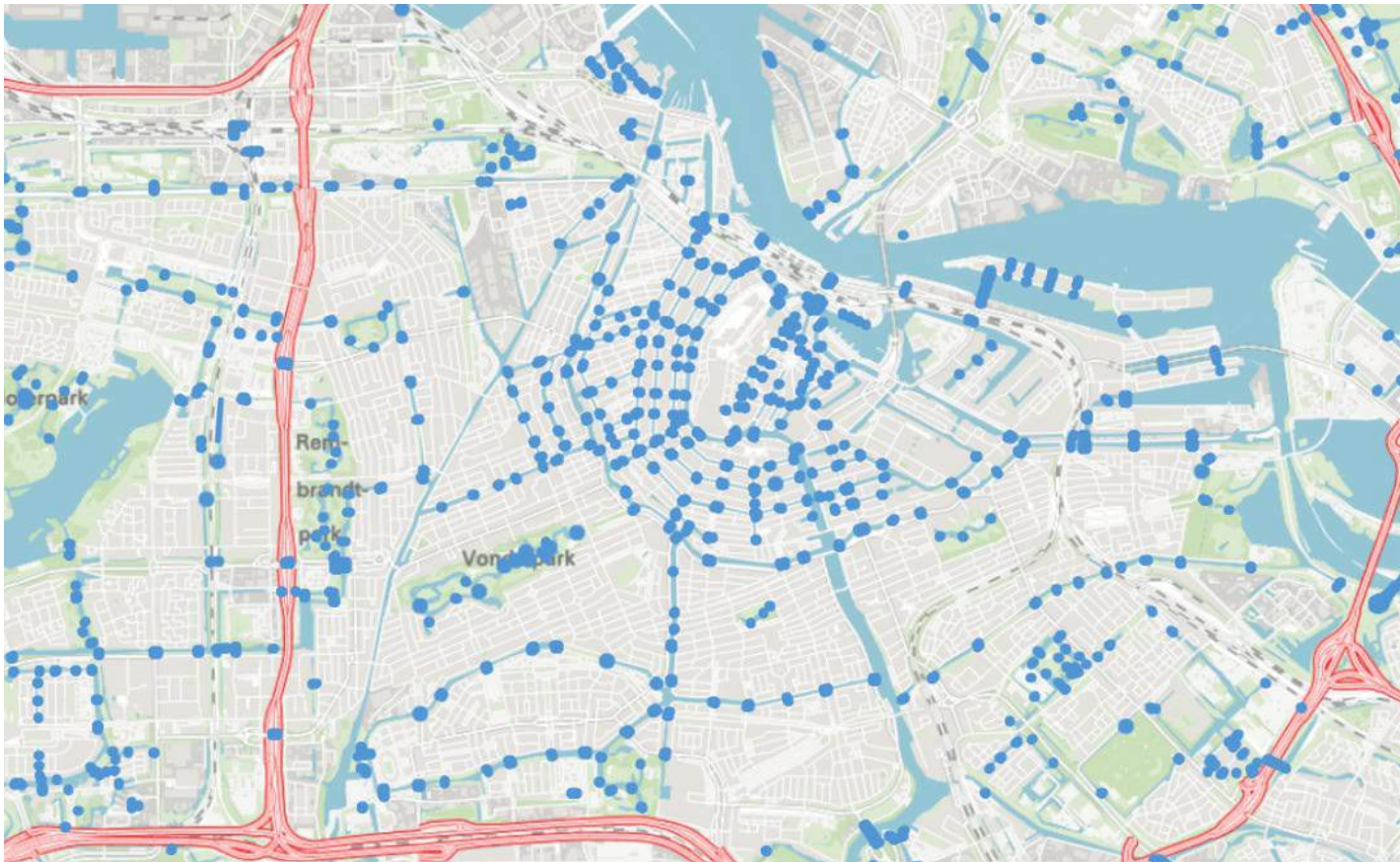
Levensduurvoorspellingsmodel TU Delft.





De toekomst....

Welke bruggen wel of welke niet vervangen moeten worden.





Opbrengst Amsterdam

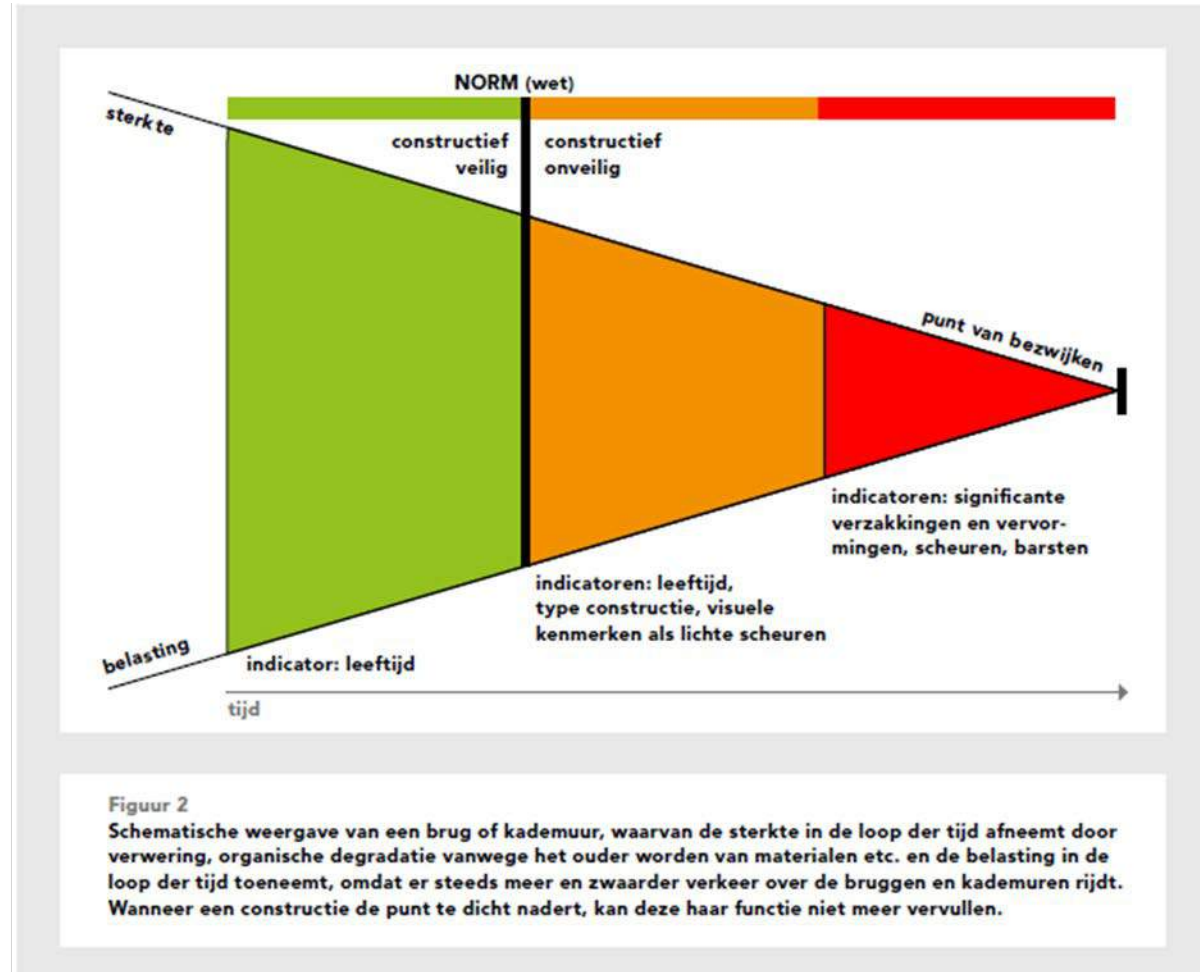


XXX Opbrengst Amsterdam

2019

Actuele inzichten

Alle 200 km kademuur en 850 verkeersbruggen zijn op basis van de nu beschikbare kennis en inzichten in de categorieën rood, oranje en groen ingedeeld. Hieruit is gebleken dat het overgrote deel van de bruggen (ongeveer **750** van de circa 850) en kademuren (ongeveer 135 van de circa 200 km) naar verwachting niet voldoet aan de huidige wet en regelgeving en daarmee minimaal in categorie oranje valt.

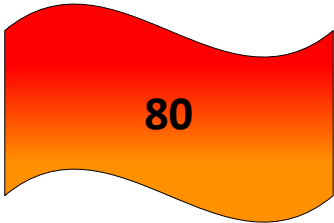


XXX Opbrengst Amsterdam

2021



270 bruggen op houten palen



80 oranje/rood gevlagde bruggen

A screenshot of a spreadsheet application showing a table with multiple columns and rows of data. The table appears to be a detailed list or inventory, possibly related to the bridge data mentioned in the text.

Doorrekenen Toetsmodel houten palen



Opbrengst Amsterdam

2023

Plus Nieuws

Deel Amsterdamse kades en bruggen kan langer mee: op korte termijn minder herstel nodig

Een meevaller voor Amsterdam: een deel van de bruggen en kades blijkt in betere staat dan gedacht. Ingrijpen is niet meer overal direct nodig.

Marc Kruyswijk 5 april 2023, 16:22



De afgelopen jaren dreigde het inhalen van decennialang achterstallig onderhoud aan kades en bruggen een financiële strop te worden voor de gemeente. **BEELD: ANP/JOOSTEN**

FOTOGRAFIE

Het Par

Rechter zet stroep door krimp Schiphol 4

Empire of Light: midlife-crisis in de suburbs PS Film

Lente Sale! Korting tot 250 p.p.



Opbrengst Amsterdam

2023

26 bruggen vervangen vóór het jaar 2026.

19 bruggen handhaven voor een minimale periode van 30 jaar!

XXX Opbrengst Amsterdam



Brug 63 - Westermarkt



Opbrengst Amsterdam



Brug 106 - Westermarkt

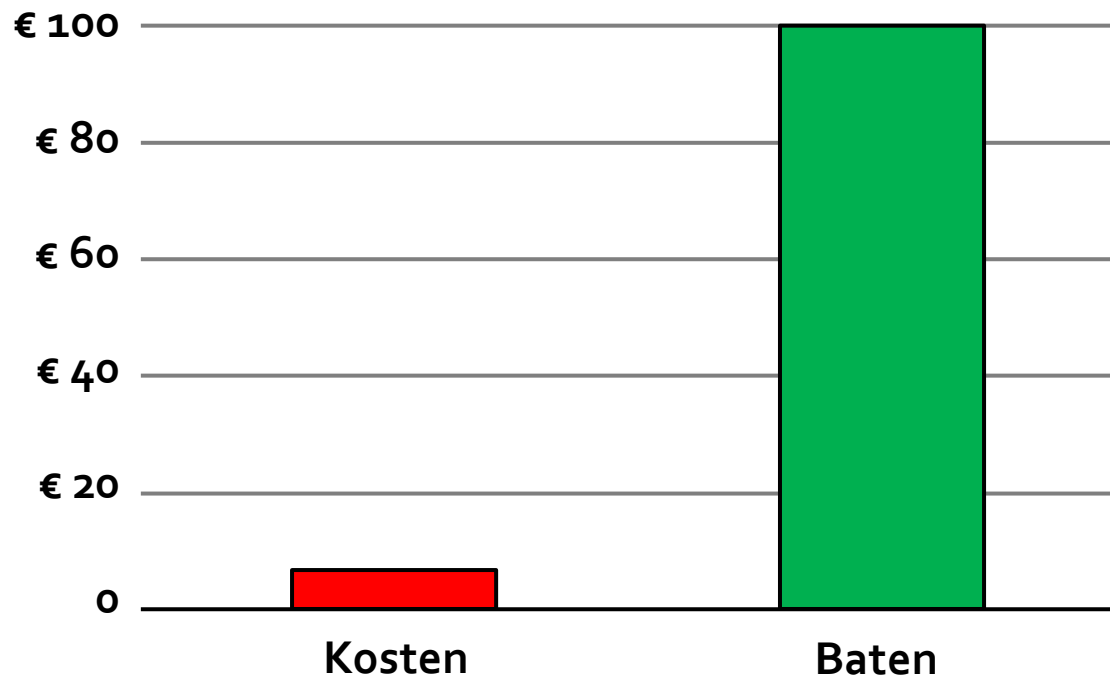
XXX Opbrengst Amsterdam



Brug 156 - Groentemarktbrug

XXX Opbrengst Amsterdam

Miljoen





Opbrengst Amsterdam





Meer informatie?

JAARGANG 26 NUMMER 3 SEPTEMBER 2022

INCLUDING STRESS WAY CONFERENC SPECIAL '22

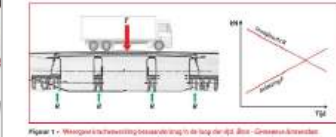
techne

HET AMSTERDAMSE HOUTEN PALENONDERZOEK

Amsterdam kent 1800 bruggen en 600 kilometer aan deels houten bruggen. Het onderzoek naar de draagkracht van houten palen is een belangrijk onderdeel van het programma 'Bruggen en Kadebouw' (BRK) waarin onder andere 1000 verkeersbruggen en 300 kilometer kadebouw worden onderzocht. Het onderzoek richt zich op de draagkracht van houten palen onder water. De eerste uitkomsten zijn al beschikbaar en worden in dit artikel besproken.

HET AMSTERDAMSE HOUTEN PALENONDERZOEK

Het onderzoek richt zich op het ontwikkelen van een betrouwbaar onderzoek en herontwerpmethodiek voor houten palen onder water. Het onderzoek richt zich op de draagkracht van houten palen onder water. De eerste uitkomsten zijn al beschikbaar en worden in dit artikel besproken.



SEPTEMBER 2022

HET AMSTERDAMSE HOUTEN PALENONDERZOEK

1

Amsterdam kent 1800 bruggen en 600 kilometer aan deels houten bruggen. Het onderzoek naar de draagkracht van houten palen is een belangrijk onderdeel van het programma 'Bruggen en Kadebouw' (BRK) waarin onder andere 1000 verkeersbruggen en 300 kilometer kadebouw worden onderzocht.

Amsterdam kent 1800 bruggen en 600 kilometer aan deels houten bruggen. Het onderzoek naar de draagkracht van houten palen is een belangrijk onderdeel van het programma 'Bruggen en Kadebouw' (BRK) waarin onder andere 1000 verkeersbruggen en 300 kilometer kadebouw worden onderzocht.

HET AMSTERDAMSE HOUTEN PALENONDERZOEK

1

Amsterdam kent 1800 bruggen en 600 kilometer aan deels houten bruggen. Het onderzoek naar de draagkracht van houten palen is een belangrijk onderdeel van het programma 'Bruggen en Kadebouw' (BRK) waarin onder andere 1000 verkeersbruggen en 300 kilometer kadebouw worden onderzocht.

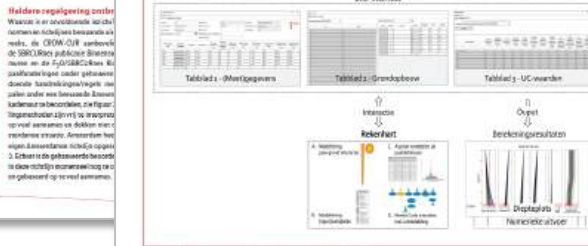
SEMI-PROBABILISTISCH TOETSMODEL HOUTEN PALEN AMSTERDAM

2

Het semi-probabilistisch toetsmodel voor houten palen is een belangrijk onderdeel van het programma 'Bruggen en Kadebouw' (BRK) waarin onder andere 1000 verkeersbruggen en 300 kilometer kadebouw worden onderzocht.

2

Het semi-probabilistisch toetsmodel voor houten palen is een belangrijk onderdeel van het programma 'Bruggen en Kadebouw' (BRK) waarin onder andere 1000 verkeersbruggen en 300 kilometer kadebouw worden onderzocht.



SEPTEMBER 2022

GROOTSCHALIG ONDERZOEK NAAR DE GEOTECHNISCHE DRAAGKRACHT VAN HOUTEN PAALFUNDERINGEN IN AMSTERDAM

3

Amsterdam kent 1800 bruggen en 600 kilometer aan deels houten bruggen. Het onderzoek naar de draagkracht van houten palen is een belangrijk onderdeel van het programma 'Bruggen en Kadebouw' (BRK) waarin onder andere 1000 verkeersbruggen en 300 kilometer kadebouw worden onderzocht.

GROOTSCHALIG ONDERZOEK NAAR DE GEOTECHNISCHE DRAAGKRACHT VAN HOUTEN PAALFUNDERINGEN IN AMSTERDAM

3

Amsterdam kent 1800 bruggen en 600 kilometer aan deels houten bruggen. Het onderzoek naar de draagkracht van houten palen is een belangrijk onderdeel van het programma 'Bruggen en Kadebouw' (BRK) waarin onder andere 1000 verkeersbruggen en 300 kilometer kadebouw worden onderzocht.

3

Amsterdam kent 1800 bruggen en 600 kilometer aan deels houten bruggen. Het onderzoek naar de draagkracht van houten palen is een belangrijk onderdeel van het programma 'Bruggen en Kadebouw' (BRK) waarin onder andere 1000 verkeersbruggen en 300 kilometer kadebouw worden onderzocht.

3

Amsterdam kent 1800 bruggen en 600 kilometer aan deels houten bruggen. Het onderzoek naar de draagkracht van houten palen is een belangrijk onderdeel van het programma 'Bruggen en Kadebouw' (BRK) waarin onder andere 1000 verkeersbruggen en 300 kilometer kadebouw worden onderzocht.

3

Amsterdam kent 1800 bruggen en 600 kilometer aan deels houten bruggen. Het onderzoek naar de draagkracht van houten palen is een belangrijk onderdeel van het programma 'Bruggen en Kadebouw' (BRK) waarin onder andere 1000 verkeersbruggen en 300 kilometer kadebouw worden onderzocht.



SEPTEMBER 2022



Einde