

GT-250374

1 juni 2026

Slagvastheid datakabels



creating
trust
driving
progress



kiwa

Slagvastheid datakabels

Colofon

Titel	Slagvastheid datakabels
Projectnummer	P000389288
Projectmanager	Ernst van der Stok
Opdrachtgever	RDI
Kwaliteitsborger	Johannes van Tienhoven
Auteur	Ernst van der Stok

Kiwa Technology
Kiwa Expert B.V.
Wilmersdorf 50
7327 AC Apeldoorn
Postbus 137

Tel. 088 998 35 21
technology@kiwa.com
www.kiwatechnology.com

© 2026 Kiwa Technology

Dit rapport is slechts verstrekt aan de opdrachtgever van het project. Eventuele verspreiding daarbuiten, openbaarmaking of publicatie van dit rapport uitsluitend is toegestaan na voorafgaande, uitdrukkelijke schriftelijke toestemming van de RDI.

Inhoudsopgave

Verscheidene dunne datakabels zijn niet bestand tegen handmatig voorsteken	4
I Ontvangen materialen	9
II Beschrijving testen	13
III Referenties.....	18

Verscheidene dunne datakabels zijn niet bestand tegen handmatig voorsteken

De sector van digitale infrastructuur werkt volgens de CROW 500 [1] – een richtlijn voor zorgvuldig graven – bij werkzaamheden nabij kabels en leidingen. De CROW 500 is de invulling vanuit de graafsector van de “Wet informatie-uitwisseling bovengrondse en ondergrondse netten en netwerken” (WIBON) [2].

“Graafwerkzaamheden” omvat het mechanisch verrichten van werkzaamheden in de ondergrond. Het Memorie van Toelichting [3] stelt namelijk dat graafwerkzaamheden die met een schop worden uitgevoerd, een te geringe kracht hebben om schade te veroorzaken. Bovendien zou het overgrote deel van de kabels en leidingen hiertegen bestand zijn.

Onderdeel van het proces van zorgvuldig graven volgens de CROW 500 is het lokaliseren van kabels en leidingen. Grondroeren binnen een risicogebied kan met graven en handmatig voorsteken. In de sector zijn er echter geluiden dat niet alle kabels tegen het handmatig voorsteken bestand zijn.

In 2024 heeft Kiwa als onafhankelijk technisch kennisinstituut door middel van inventarisatie bij netbeheerders, beschikbare literatuur en online informatie verzameld om de kwetsbaarheid van datakabels te beoordelen [4]. In dit rapport werd de verwachting uitgesproken (hypothese) dat alle ‘direct buried’ glasvezelkabels en geblazen glasvezelkabels in losse microducts de kracht van een schop hoogstwaarschijnlijk niet aan kunnen. Ook waren er geen kwaliteitseisen aan datakabels of beschermingsmethoden bekend. Ten slotte werd aangegeven dat de kwetsbaarheid van datakabels verschilt per type. Daarom wil Rijksinspectie Digitale Infrastructuur (RDI) de weerstand tegen graafschade, van een aantal kabels die in Nederland worden gebruikt, proefondervindelijk vaststellen. Dit kan de sector inzicht geven in de slagvastheid van datakabels en het gesprek hierover met elkaar aan te gaan.

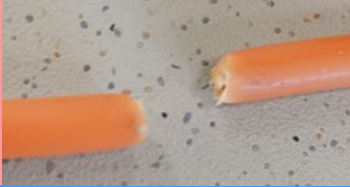







Kiwa heeft daarom bij meerdere telecomaandieners veel gebruikte kabels [4] opgevraagd. In bijlage I is een overzicht gegeven van alle ontvangen kabels. Tevens is een testmethode ontwikkeld om handmatige graafbewegingen op kabels te simuleren met een testopstelling. Op deze manier is onderzocht wat de weerstand van de kabels tegen handmatig voorsteken is. Een selectie van de ontvangen kabels zijn getest met verschillende zanddekkingen (5 of 15 cm) en verschillende valhoogtes (65 tot 90 cm). De meeste kabels zijn onder een hoek van ongeveer 17° getest, en bij sommige viel de schop loodrecht (0°) op de kabel. Een uitgebreide beschrijving van de testmethode is gegeven in bijlage II.



Uit de testen blijken verschillende kabels van het type “microduct” of “direct buried” volledig doorgestoken te worden bij handmatig voorsteken. Sommige kabels van dit type waren visueel beschadigd waarbij onbekend is of ze hun functie nog voldoende zouden kunnen uitoefenen. Ook een C6 COAX kabel is bij een zanddek van 5 cm doorgestoken.








Kabels met extra bescherming en alle “multiducts” hebben bij het handmatig voorsteken in deze testen slechts een oppervlakkige beschadiging. Functionele eigenschappen (zoals bijvoorbeeld signaalkwaliteit/demping) zijn niet gemeten. Het is daarom onbekend of een dergelijke oppervlakkige beschadiging effect heeft op de werking van de kabel.







Een overzicht van alle resultaten is gegeven in tabel 1. De uitkomsten zijn geclassificeerd op “kapot”, “beschadigd” en “oppervlakkige beschadiging”. Binnen deze categorieën is de volgorde willekeurig. Er wordt in dit onderzoek geen uitspraak gedaan over de functionele eigenschappen van de datakabels. Verder is dit onderzoek niet volledig in alle mogelijke variabelen die bij voorsteken kunnen voorkomen (denk aan het type grond, de persoon die voorsteekt, de scherpte van de schop, de hoek waarmee de kabel wordt geraakt, bescherming boven de kabel, enzovoorts). Tevens is het onderzoek niet uitputtend in alle mogelijke datakabels die in Nederland gebruikt kunnen worden. Ten slotte vormt dit onderzoek geen normatieve beoordeling en is het niet bedoeld als certificering of goed-/afkeur. Het onderzoek heeft getracht een eerste, realistisch beeld te geven in de bepaling van de weerstand van datakabels tegen het handmatig voorsteken met behulp van een reproduceerbare testmethode.

Tabel 1. Resultaten slagvastheid selectie datakabels.

Type kabel (nummer)	Resultaat*	Zanddek	Valhoogte**	Hoek	Foto
FttH direct buried (OV 2025-172)	Kapot	5 cm	70 cm	17°	
FttH direct buried (OV 2025-172)	Kapot	15 cm	17°		
FttH 1 duct (OV 2025-045)	Kapot	5 cm	70 cm	17°	
FttH 1 duct (OV 2025-045)	Kapot	15 cm	80 cm	17°	
COAX C6 (OV 2025-060)	Kapot	5 cm	70 cm	17°	
COAX C6 (OV 2025-060)	Beschadigd	15 cm	80 cm	17°	
FttH direct buried (OV 2025-036) <i>herhaling (n=2)</i>	Kapot	5 cm	70 cm	17°	
FttH direct buried (OV 2025-036) <i>herhaling (n=4)</i>	Kapot	5 cm	70 cm	17°	

Type kabel (nummer)	Resultaat*	Zanddek	Valhoogte**	Hoek	Foto
FttH direct buried (OV 2025-036) <i>herhaling (n=1)</i>	Beschadigd	5 cm	70 cm	17°	
FttH direct buried (OV 2025-036) <i>herhaling (n=3)</i>	Beschadigd	5 cm	70 cm	17°	
FttH direct buried (OV 2025-036)	Beschadigd	15 cm	70 cm	17°	
FttH direct buried (OV 2025-036)	Beschadigd	15 cm	80 cm	17°	
FttH 1 duct (OV 2025-048)	Beschadigd	5 cm	70 cm	17°	
FttH 1 duct (OV 2025-048)	Beschadigd	15 cm	80 cm	17°	
FttH direct buried (OV 2025-044)	Beschadigd	5 cm	70 cm	0°	
FttH direct buried (OV 2025-044)	Beschadigd	5 cm	75 cm	0°	
FttH direct buried (OV 2025-044)	Beschadigd	5 cm	90 cm	0°	
FttH direct buried (OV 2025-044)	Beschadigd	5 cm	65 cm	17°	
FttH direct buried (OV 2025-044)	Beschadigd	5 cm	70 cm	17°	

Type kabel (nummer)	Resultaat*	Zanddek	Valhoogte**	Hoek	Foto
Koper (xDSL) (OV 2025-171)	Oppervlakkige beschadiging	5 cm	70 cm	17°	
Koper (xDSL) (OV 2025-171)	Oppervlakkige beschadiging	15 cm	70 cm	17°	
FttH 2 duct (OV 2025-033)	Oppervlakkige beschadiging	5 cm	70 cm	0°	
FttH 2 duct (OV 2025-033)	Oppervlakkige beschadiging	15 cm	70 cm	0°	
FttC, FttS, FttO 4 duct (OV 2025-046)	Oppervlakkige beschadiging	5 cm	70 cm	17°	
FttC, FttS, FttO 4 duct (OV 2025-046)	Oppervlakkige beschadiging	15 cm	80 cm	17°	
Koper (xDSL) (OV 2025-170)	Oppervlakkige beschadiging	5 cm	70 cm	17°	

Type kabel (nummer)	Resultaat*	Zanddek	Valhoogte**	Hoek	Foto
Koper (xDL) (OV 2025-170)	Oppervlakkige beschadiging	15 cm	80 cm	17°	
FttH 7 duct (OV 2025-049)	Oppervlakkige beschadiging	5 cm	75 cm	0°	
FttH 7 duct (OV 2025-049)	Oppervlakkige beschadiging	15 cm	70 cm	0°	
FttH 7 duct (OV 2025-049)	Oppervlakkige beschadiging	5 cm	70 cm	17°	
FttH 7 duct (OV 2025-049)	Oppervlakkige beschadiging	15 cm	80 cm	17°	
FttC, FttS, FttO 1 duct (OV 2025-047)	Oppervlakkige beschadiging	5 cm	70 cm	17°	
FttC, FttS, FttO 1 duct (OV 2025-047)	Oppervlakkige beschadiging	15 cm	80 cm	17°	Geen foto beschikbaar

* Het resultaat is alleen visueel beoordeeld. Er is geen test gedaan om te bepalen of de datakabel nog voldoende functioneert.

** De valhoogte is de afstand tussen de onderkant van de schop en de bovenkant van de kabel. In de meeste gevallen is de afstand tussen de onderkant van de schop en het zanddek 65 cm.

I Ontvangen materialen


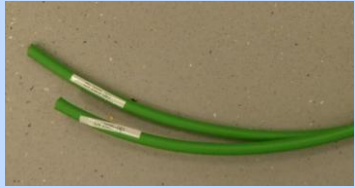




Kiwa Technology heeft voor dit onderzoek kabels ontvangen van verschillende telecomaandbieders (de herkomst is bij Kiwa bekend). Een overzicht is gegeven in tabel 2.

Tabel 2. Overzicht van de ontvangen materialen.

Type	Opschrift* duct of specificatie	Opschrift* kabel of specificatie	Code Kiwa	Foto
FttH (2 duct)	2x14/10mm direct buried	192v GVK	Kabel OV 2025-032 Duct OV 2025-033	
FttH (direct buried)	2 X G.657.A1	Direct buried 2 vz	OV 2025-036	
FttH (1 duct)	Standaard 7/4 mm duct	Blown fibre in duct 2 vz	Kabel OV 2025-037 Duct OV 2025-048	
FttH (1 duct)	Standaard 7/4 mm duct	Blown fibre in duct 4 vz	OV 2025-038	
FttH (1 duct)	Standaard 7/4 mm duct	Blown fibre in duct 8 vz	OV 2025-039	

Type	Opschrift* duct of specificatie	Opschrift* kabel of specificatie	Code Kiwa	Foto
FttH (1 duct)	Standaard 14/10 mm multiduct	Blown fibre 24 vz	OV 2025-040	
FttH (1 duct)	Standaard 14/10 mm multiduct	Blown fibre 96 vz	OV 2025-041	
FttH (1 duct)	Standaard 14/10 mm multiduct	Blown fibre 192 vz	OV 2025-042	
FttH (3 duct)	Direct buried 3 multiduct 3x14/10 mm	-	OV 2025-043	
FttH (direct buried)	2 vz (1x2) direct buried 5,8 mm orange	Direct buried 2 vz	OV 2025-044	
FttH (1 duct)	PIFU 7/4 mm duct met 2 vz unit	2 vz lage frictie materiaal	OV 2025-045	
FttC, FttS, FttO (4 duct)	Buiskabel 4x 14/10 mm direct buried	-	OV 2025-046	

Type	Opschrift* duct of specificatie	Opschrift* kabel of specificatie	Code Kiwa	Foto
FttC, FttS, FttO (1 duct)	HDPE 40 x 3,7 mm	-	OV 2025-047	
FttH (7 duct)	Direct buried multiduct 7x14x2,0 mm		OV 2025-049	
FttH (direct buried)	12x SM G.657.A1 (1x12)	1 x 12 vz	OV 2025-050	
FttH (direct buried)	144x SM G.657.A1 (6x24)	6 x 24 vz	OV 2025-051	
FttH (5 duct)	Direct buried buis 5x16/12 mm	-	OV 2025-057	
FttH	Direct buried 10/5,5 mm	-	OV 2025-058	
COAX C9	CATV Series 9	-	OV 2025-059	

Type	Opschrift* duct of specificatie	Opschrift* kabel of specificatie	Code Kiwa	Foto
COAX C6	CAI Coax 6	-	OV 2025-060	
COAX C3	CAI Coax 3	-	OV 2025-061	
DAC	-	-	OV 2025-062	
Koper (xDSL)	50x4x0,5	-	OV 2025-170	
Koper (xDSL)	1x4x0,5	-	OV 2025-171	
FttH (direct buried)	Buiskabel 1x6/3,5mm direct buried	-	OV 2025-172	

* De opschriften/specificaties zijn geanonimiseerd. De exacte opschriften zijn bij Kiwa bekend.

II Beschrijving testen

Om de slagvastheid van de kabels te testen is een valapparaat gebruikt met een veel gebruikte schop (steekbats met opstapje) aangeleverd door de RDI. Door de hoogte in te stellen en gewichten aan de schep te hangen, is een reproduceerbare steek ingesteld. Een foto van de testopstelling is weergegeven in figuur 1.

De kabels zijn in een bak met zand geïnstalleerd. De kabels staken uit de plastic bak en de doorgang had een vrij strakke passing. Daarbij is op alle kabels (m.u.v. de kabels met extra bescherming en multiducts) een extra klem gebruikt, zodat de kabel niet de vrijheid kreeg te verschuiven. In praktijk zijn kabels veel langer en hebben ze wrijving van de bodem. Door deze opstelling konden korte kabels worden gebruikt die zich ongeveer hetzelfde gedroegen als in de praktijk. Als zand is zilverzand (voegzand) gebruikt (zie tabel 3 voor de korrelverdeling van het zand). Het (zeer) fijne zand is nat gemaakt om zo makkelijk mogelijk een goede verdichting rond de kabel te krijgen¹. Het zand is laagje voor laagje aangestampt met een zwaar blok metaal.

Om de praktijk zo goed mogelijk na te bootsen² zijn testen uitgevoerd om vast te stellen met hoeveel kracht een persoon de schop in de grond steekt of schopt (zie figuur 2). Hiervoor is onder de bak met zand een krachtcel³ geplaatst en zijn vijftien verschillende personen meerdere keren gevraagd in de bak met zand te steken of te schoppen. De persoon wist niet of er géén kabel, OV 2025-044 (FttH direct buried) of OV 2025-046 (FttH 4 duct) in lag en er werd willekeurig de juiste of verkeerde informatie gegeven, zodat er met een normale steek of schop zou worden gewerkt. Figuur 3 geeft foto's van de kabels na deze test. De getoonde beschadigingen zouden beschadigingen kunnen zijn zoals die ook in de praktijk kunnen voorkomen. Deze beschadigingen zijn ter referentie gebruikt om te beoordelen of de uiteindelijke testopstelling goed werkte.

Figuur 4 toont het krachtverloop in de tijd van de zes personen waarbij de hoogste kracht is geregistreerd (zonder dat er extreem is uitgehaald). De geregistreerde piekkracht lag in deze gevallen tussen de 1500 N en 2000 N. Deze kracht is gebruikt om de juiste hoogte en gewicht te kiezen in de testopstelling.



Figuur 1. Testopstelling

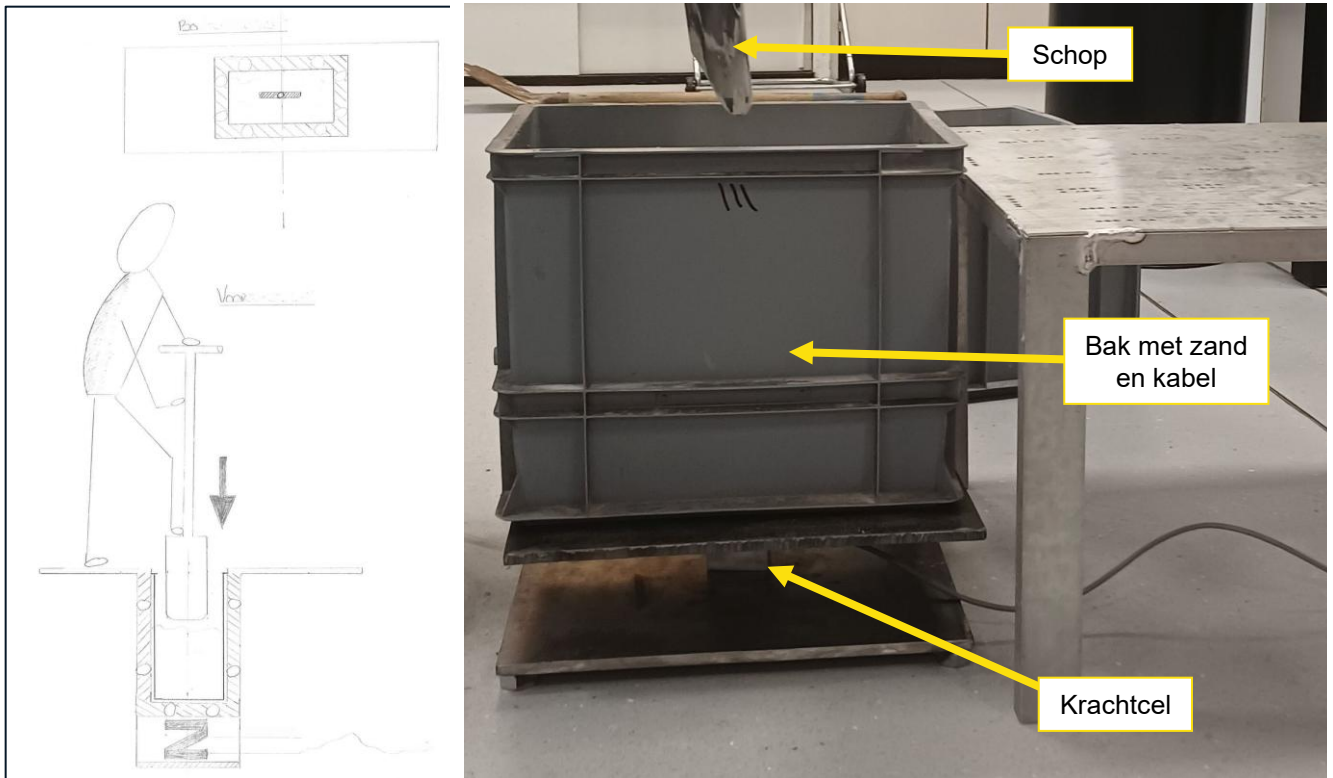
Tabel 3. Bepaling van de korrelgrootteverdeling van het gebruikte zilverzand (voegzand) met de zeefmethode (natte zeving) volgens K-IP-122 (gelijkwaardig aan NEN-EN 933-1).

	Zand	Eenheid
(Q) K-IP-122 Gelijkwaardig aan NEN-EN 933-1		
Bepaling van de korrelgrootteverdeling - Zeefmethode (natte zeving)		
Door zeef 500 µm	100	%(^m / _m)
Door zeef 355 µm	99	%(^m / _m)
Door zeef 250 µm	94	%(^m / _m)
Door zeef 212 µm	87	%(^m / _m)
Door zeef 180 µm	74	%(^m / _m)
Door zeef 125 µm	17	%(^m / _m)
Door zeef 90 µm	5	%(^m / _m)
Door zeef 63 µm	3.0	%(^m / _m)
Door zeef 50 µm	2.9	%(^m / _m)
Door zeef 45 µm	2.9	%(^m / _m)

¹ Verschillende bodemsoorten zullen de schop op een andere manier afremmen. Het doel van dit onderzoek was niet om hierin volledig te zijn, maar om een eerste beeld van de schades te krijgen met behulp van een reproduceerbare testmethode.

² Bij een eerdere poging was geprobeerd de parameters uit een onderzoek van de Nederlandse gasnetbeheerders uit 1994 te gebruiken ("Man met schop" [5]). Hierbij waren metingen uitgevoerd in samenwerking met het Ergonomisch Onderzoekscentrum van de Vrije Universiteit van Amsterdam. De snelheid van de schop was daarbij gemiddeld 7,7 m/s dat correspondeerde met een valhoogte van 3,0 m en een massa van 6,25 kg (slagenergie = 185 J). Bij testen met een hoogte van 2,66 m en een massa van 9,463 kg was de snelheid weliswaar slechts 5,8 m/s, maar dit bleek geen realistisch resultaat op te leveren.

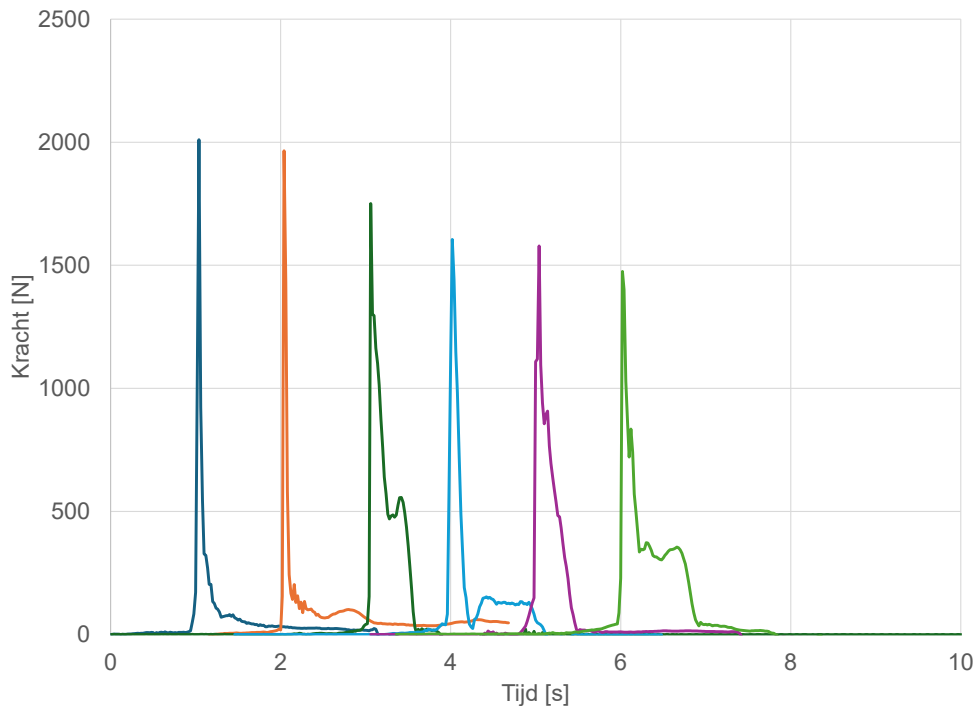
³ 100 kN krachtcel van de universele testmachine *Hegewald & Pescke Inspect 100* (intern kalibratienummer 111346).



Figuur 2. Schematische weergave van de testopstelling met de schoptechniek (links) en foto van de testopstelling (rechts) om de kracht van een steek te meten.



Figuur 3. OV 2025-044 (links) en -046 (rechts) na de praktijktesten waar vijftien personen meerdere keren (blind) in de bak met zand hebben gestoken of geschopt.



Figuur 4. Zes hoogste krachtverlopen bij een steek met een schop in de bak met zand.

De testdag vond plaats op donderdag 23 oktober 2025 in het laboratorium van Kiwa Technology te Apeldoorn waarbij medewerkers van RDI aanwezig waren.

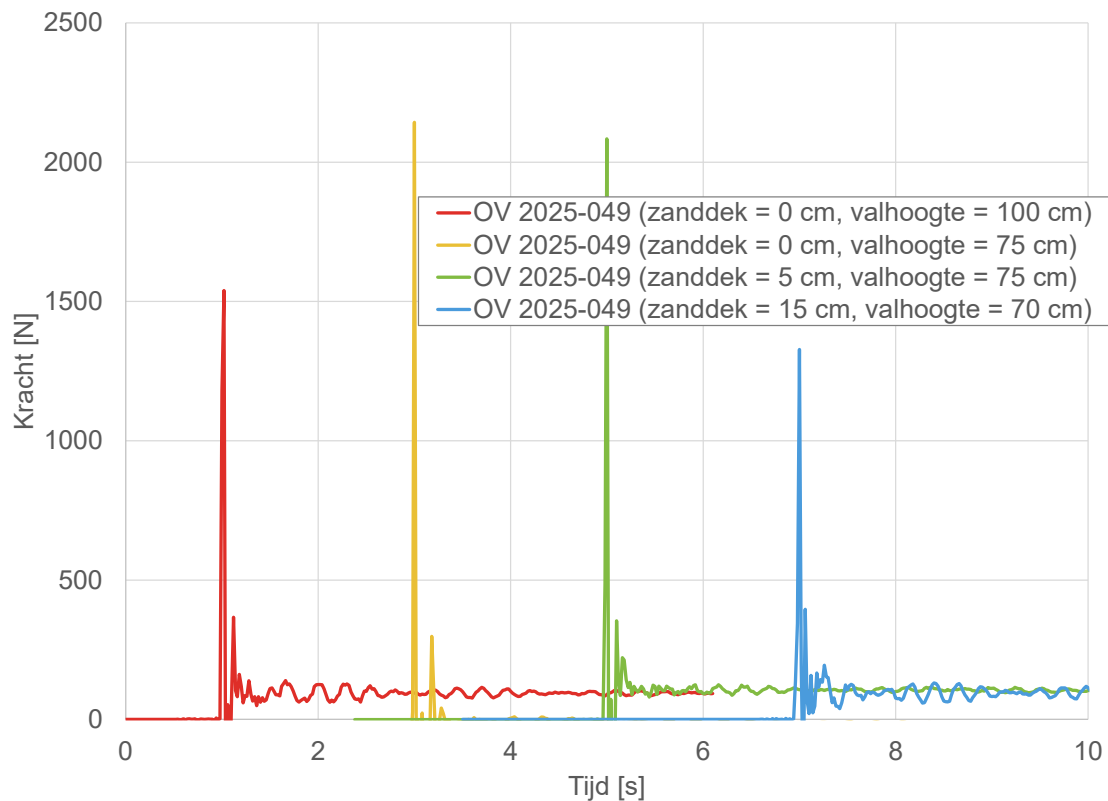
Bij de initiële testen is gevarieerd met een valhoogte⁴ tussen de 65 cm en 90 cm om een beeld te krijgen van de variatie en schade die dit oplevert. Tevens is de hoogte van het zanddekking boven de kabel gevarieerd tussen 5 cm en 15 cm (zie figuur 5). Dit is gebaseerd op 20 cm handmatig voorsteken en 15 cm machinaal afschrappen zoals voorgeschreven in de CROW 500 [1].

De eerste testen op drie kabels zijn uitgevoerd met de bak horizontaal onder de schop (schop valt haaks op de kabel). Figuur 6 en figuur 7 tonen de grafiek met de bijbehorende kracht. De grafieken hebben dezelfde schaal als in figuur 4. Hierdoor is te zien dat de testopstelling een kortere kracht geeft dan een persoon, waarschijnlijk omdat een persoon nog even met de arm of voet op de schop leunt. Ook trilt de opstelling wat na. Verder variëren de resultaten iets, omdat er geen duidelijke relatie zit tussen de valhoogte en de maximale kracht. Het schadebeeld kwam desalniettemin behoorlijk goed overeen met de schades die zijn ontstaan na steken en schoppen door personen (vergelijk figuur 8 met figuur 3). Daarom is de testopstelling als representatief voor de praktijk beoordeeld.

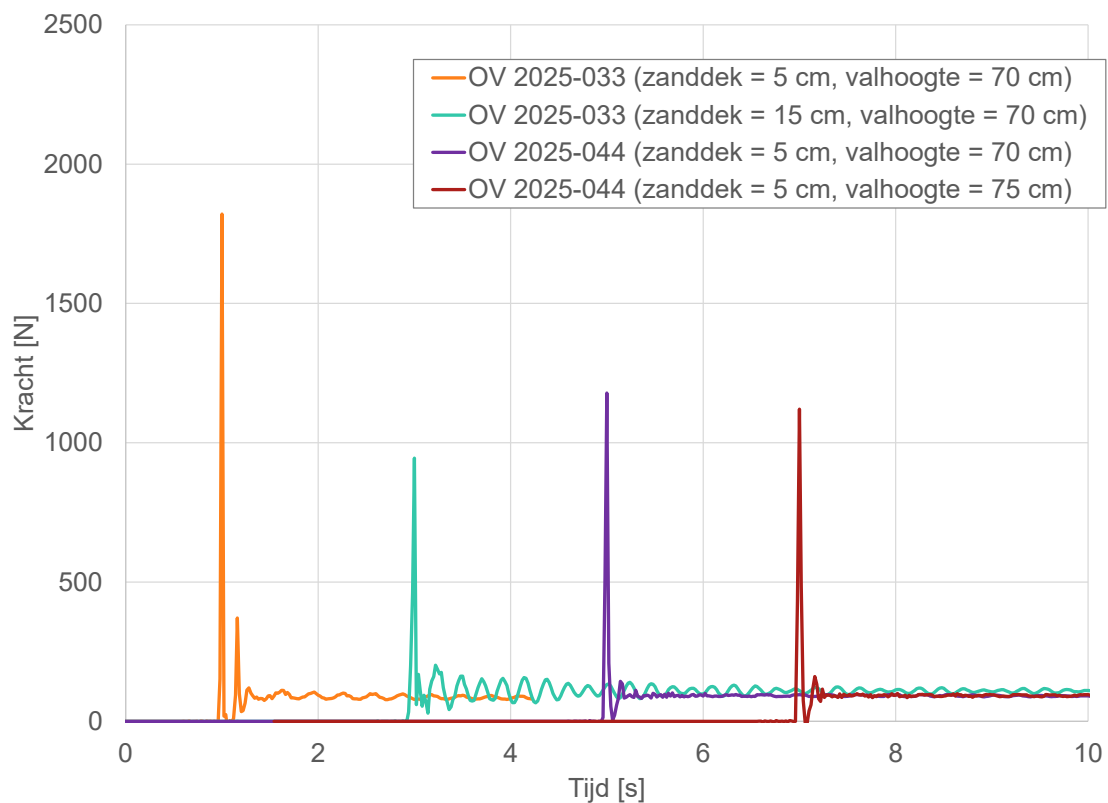


Figuur 5. De testopstelling met OV 2025-044 en 5 cm zanddek (links) en OV 2025-049 en 15 cm zanddek (rechts).

⁴ De afstand tussen de onderkant van de schop en de bovenkant van de kabel.



Figuur 6. De krachtverlopen met de testopstelling met kabel OV 2025-049.



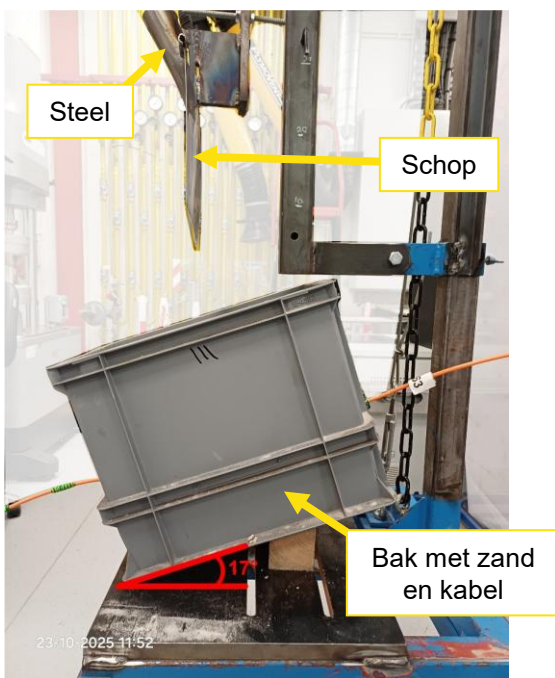
Figuur 7. De krachtverlopen met de testopstelling met kabels OV 2025-033 en -044.

Na de initiële testen is de bak onder een hoek van ongeveer 17° gezet, omdat de aanwezigen zich realiseerden dat de schop in de testopstelling in de praktijk bijna nooit haaks geraakt zal worden (zie figuur 9). Volgens de aanwezige kwam de schade aan de kabels zo ook beter overeen met de schade die in de praktijk werd gezien. Door de verandering in hoek kon de kracht niet meer worden gemeten. De valhoogte is vastgezet op 70 cm en zanddekkingen bleven 5 cm en 15 cm.

Iets later werd gerealiseerd dat de valhoogte constant t.o.v. de bovenkant van het zand moest blijven, omdat de persoon op het zand staat ongeacht hoe diep de kabel eronder ligt. Daarom is bij een zanddek van 5 cm een valhoogte van 70 cm aangehouden en bij een zanddek van 15 cm een valhoogte van 80 cm. Op deze manier is in beide gevallen de afstand van de onderkant van schop tot het zanddek 65 cm. In tabel 1 zit daarom wat variatie in de valhoogte en de hoek.



Figuur 8. OV 2025-044 (links) en -049 (rechts) na de eerste testen met de testopstelling (horizontale bak).



Figuur 9. Testopstelling nadat de bak onder een hoek van ongeveer 17° was gezet, zodat de steek-/schophoek beter met de praktijk zou overeenkomen.

III Referenties

- [1] „CROW 500; Schade voorkomen aan kabels en leidingen. Richtlijn zorgvuldig grondroeren van initiatief- tot gebruiksfase,” 2016.
- [2] „Wet informatie-uitwisseling bovengrondse en ondergrondse netten en netwerken,” 2018. [Online]. Available: <https://wetten.overheid.nl/jci1.3:c:BWBR0040728&z=2026-01-01&g=2026-01-01>.
- [3] „Regels over de informatie-uitwisseling betreffende ondergrondse netten (Wet informatie-uitwisseling ondergrondse netten). Memorie van Toelichting,” 2006. [Online]. Available: <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/kst-30475-3.html>.
- [4] M. Bos en S. van Greuningen, „De slagvastheid van datakabels en kwaliteitseisen,” *GT-230211-1*, 2024.
- [5] F. van der Grinten en F. Groot Roessink, „Slagvastheid van kunststofleidingen in de praktijk. Een nieuwe methodiek: 'Man met schop',” *GDT94111/G&M/Gtn 102.V*, 1994.