

GT-230211-1

26 juni 2024

De slagvastheid van datakabels en kwaliteitseisen



kiwa 

▶ **Partner
for
Progress**



GT-230211-1

26 juni 2024

De slagvastheid van datakabels en kwaliteitseisen

Colofon

Titel	De slagvastheid van datakabels en kwaliteitseisen
Projectnummer	P000317075
Projectmanager	Suzanne van Greuningen
Opdrachtgever	Rijksinspectie Digitale Infrastructuur (RDI)
Kwaliteitsborger	Rob van Aerde
Auteur(s)	Michel Bos, Suzanne van Greuningen

Kiwa Expert B.V.
h.o.d.n. Kiwa Technology
Wilmsdorf 50
7327 AC Apeldoorn
Postbus 137
7300 AC Apeldoorn

Tel. 088 998 35 21
technology@kiwa.com

www.kiwatechnology.com

© 2024 Kiwa N.V. – Alle rechten voorbehouden. Dit rapport is niet openbaar en slechts verstrekt aan de opdrachtgevers van het project. Eventuele verspreiding daarbuiten vindt alleen plaats door de opdrachtgever zelf.



Inhoudsopgave

	Inhoudsopgave	1
1	De bestandheid van datakabels tegen handmatige graafwerkzaamheden verschilt en kwaliteitseisen ontbreken	2
2	Veel netwerkkabels zijn zeer waarschijnlijk niet slagvast genoeg	4
2.1	FttH kabels zijn het meest kwetsbaar	6
2.2	Coaxkabels kwetsbaarheid is afhankelijk van de klasse	7
2.3	Koperkabels zijn beter bestand tegen handmatige graafwerkzaamheden	8
3	Beschermende maatregelen kunnen datakabels beschermen tegen graafschade	9
4	Er zijn geen wettelijke eisen voor slagvastheid van ondergrondse kabels	10
4.1	WIBON (Wet informatie-uitwisseling bovengrondse en ondergrondse netten en netwerken) bevat geen eisen voor slagbelasting	10
4.2	Normen bevatten geen eisen voor slagbelasting, wel testmethodes voor vaststellen van slagbelasting	11
4.3	Telecommunicatiewet bevat geen eisen voor slagbelasting	12
4.4	Gemeentelijke regelingen bevatten geen eisen voor slagbelasting	12
4.5	Jurisprudentie met eisen voor slagbelasting komt niet voor	12
4.6	Eisen in sector voor slagbelasting zijn niet aanwezig (netwerkbedrijven en fabrikanten)	13
5	Conclusie en boodschappen	14
I	Appendix A	15
6	Referenties	17



1 De bestandheid van datakabels tegen handmatige graafwerkzaamheden verschilt en kwaliteitseisen ontbreken

In de Nederlandse ondergrond ligt een groot aantal datakabels, en dat aantal neemt jaarlijks toe. Deze datakabels bestaan uit verschillende types zoals FttH en Coaxkabels, die met eventueel beschermende maatregelen (e.g. mantelbuis of afdekband) in de bovenste 60 centimeter losse grond worden gelegd. In deze bovenste 60 centimeter vindt regelmatig grondroering plaats voor bijvoorbeeld de uitvoering van bouwwerkzaamheden of aanleg van kabels en leidingen. De WIBON (Wet uitwisseling informatie bovengrondse en ondergrondse netten) schrijft de wijze van informatie-uitwisseling tussen netbeheerders en grondroerders voor. De WIBON heeft als hoofddoel het verbeteren van de continuïteit van levering van essentiële diensten door het voorkomen van graafschades aan kabels en leidingen. In de memorie van toelichting van de WIBON wordt echter aangegeven dat de wet van toepassing is voor mechanische werkzaamheden in de ondergrond. De wetgever geeft verder aan dat de WIBON niet van toepassing is voor handmatige graafwerkzaamheden, omdat ten tijde van het oorspronkelijke wetsvoorstel in 2008 de opvatting heerste dat een kabel of leiding hiertegen bestand is en deze niet beschadigd raken zal.

Uit de jaarlijkse schadegegevens van netbeheerders blijkt echter dat met name de datakabels niet bestand zijn tegen handmatige graafwerkzaamheden. Datakabels raken vaak beschadigd met veel ongewenste onderbreking van dataverkeer als gevolg. In het verleden werden datakabels niet beschouwd als kritische infrastructuur, echter het belang van een stabiele en ononderbroken verbinding is in de afgelopen jaren sterk toegenomen. Het aantal beschadigingen door handmatige graafwerkzaamheden laat de afgelopen jaren een stijgende lijn zien. Eerdere aanpassingen van werkmethodes (CROW) hebben niet geholpen om deze trend te keren. Gezien het belang van de leveringszekerheid en de mogelijke kwetsbaarheid van de datakabels wil de rijksinspectie inzicht verkrijgen in de kwaliteit (robuustheid) van de in de ondergrond aanwezige kabels, en de wijze waarop deze thans worden beschermd tegen beschadiging tijdens handmatige graafwerkzaamheden. De bestandheid van een kabel tegen handmatige graafwerkzaamheden is afhankelijk van de slagsterkte van de kabel. De slagsterkte geeft de kracht aan waartegen een kabel bestand is. Een kabel is slagvast als de krachten die op de kabel worden uitgeoefend, de kabel niet doen bezwijken. Uit eerder onderzoek naar de slagvastheid van kunststofbuisleidingen is bekend welke krachten met handmatige graafwerkzaamheden gepaard gaan [1]. Een overzicht met daarin de krachten waartegen de verschillende datakabels en beschermende maatregelen bestand zijn, ontbreekt echter. Evenals een overzicht van de huidige gestelde kwaliteitseisen met betrekking tot robuustheid (slagvastheid) van datakabels.

Kiwa heeft de gewenste informatie verzameld door middel van inventarisatie bij netbeheerders van gelegde kabels sinds 2008, beschikbare fabrikantspecificaties, literatuur en online bronnen. Aan de hand van de inventarisatie concludeert Kiwa dat er verschillen zijn tussen de slagvastheid van verschillende kabels. De slagvastheid van beschermingsmethodes is niet altijd bekend, en de effectiviteit van beschermingsmethodes varieert. Daarnaast zijn kwaliteitseisen met betrekking tot slagvastheid voor kabels niet aanwezig evenals een geschikte methode om de slagvastheid van kabels te testen.



Slagvastheid, kortdurende slagbelasting, robuustheid, en bestandheid tegen handmatige graafwerkzaamheden

In deze rapportage worden de termen 'slagvastheid' en 'kortdurende slagbelasting' gebruikt. De slagvastheid van een kabel geeft de mate van bestandheid van de kabel tegen kortdurende slagbelastingen aan.

Met kortdurende slagbelasting wordt in dit onderzoek de kracht uitgeoefend bij handmatige graafwerkzaamheden bedoeld; de situatie waarbij een grondwerker een ingegraven kabel raakt met een schop.

De slagvastheid van een kabel kan ook wel worden vertaald naar robuustheid of kwetsbaarheid van een kabel. Als een kabel voldoende slagvast is, is de kabel bestand tegen handmatige graafwerkzaamheden en daarmee robuust. Een kabel wordt kwetsbaarder genoemd, wanneer deze minder goed of niet bestand is tegen handmatige graafwerkzaamheden.



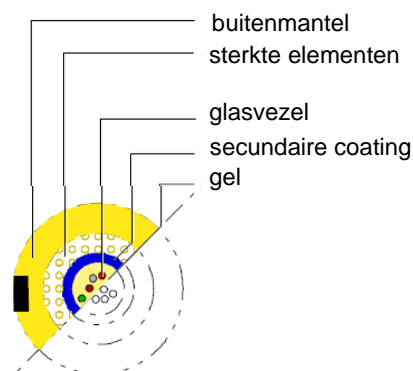
2 Veel netwerkkabels zijn zeer waarschijnlijk niet slagvast genoeg

De bestandheid van een kabel tegen handmatige graafwerkzaamheden, oftewel kortdurende slagbelastingen, hangt af van de constructie van de kabel. De mate waarin een object bestand is tegen impact (een kracht) wordt ook wel uitgedrukt als de 'slagvastheid' van een product. In dit hoofdstuk wordt de bestandheid van losse kabels tegen handmatige graafwerkzaamheden vergeleken aan de hand van de constructie (aanwezige kabelmantel), gespecificeerde slagvastheid¹ en door de Nederlandse netbeheerders gedeelde ervaringen.

De geanalyseerde kabeldatabase bevat de datakabels die van 2008 tot 2023 door de netbeheerders in de Nederlandse ondergrond zijn gelegd. Verschillende type kabels FttH², FttO³, Coaxiale (COAX) en koper (xDSL) zijn ieder ook weer onderverdeeld in klassen. De slagvastheid en aanwezige versteviging van losse kabels verschilt per type kabel, maar ook per klasse.

De slagvastheid van een object beschrijft de mate waarin dit product bestand is tegen kortdurende externe belastingen. De slagvastheid wordt vaak door fabrikanten vastgesteld door middel van valproeven en in technische specificaties als slagvastheid in Joule (*J*) of Newton-meter (*Nm*) uitgedrukt. De constructie van de kabel, de materiaalsoort van de buitenmantel en de dikte van beschermende lagen, is ook in de technische specificaties opgenomen.

Tabel 1 categoriseert de kabels op basis van bestandheid tegen handmatige graafwerkzaamheden met de meest kwetsbare kabels bovenaan de lijst. De verschillende kabels worden naar volgorde van kwetsbaarheid toegelicht.



Figuur 1: verschillende onderdelen van een (direct buried) netwerkkabel (niet op schaal). Dwarsdoorsnede overgenomen uit specificaties van Reinforced Non-metallic uni-tube SM-URX van Draka

¹ De waarde die leveranciers nu aangeven in de specificaties is een waarde waarbij de glasvezelkabel nog geen (of minieme) schade heeft opgelopen. Voor ducts moet de binnendiameter minstens 85% van zijn origineel zijn bij de opgegeven impactbelasting. Dit betekent dat de kabels en ducts mogelijk een hogere belasting kunnen verdragen dan staat gespecificeerd. De impactbelasting (slagbelasting) is echter de best beschikbare waarde om kabels met elkaar te vergelijken. De maximale slagvastheid van netwerkkabels zal nog met een geschikte testmethode moeten worden vastgesteld.

Voor het uitvoeren van de impacttest worden door de diverse leveranciers verschillende diameters gebruikt van het slaglichaam, uiteenlopend van 10-300 mm, hierdoor zijn de gegevens beperkt met elkaar te vergelijken. De vorm van het slaglichaam heeft namelijk invloed op de hoeveelheid materiaal die vervormt als gevolg van de slag en de verdeling van de vervorming over het materiaal. Hoe kleiner het contactoppervlak tussen het slaglichaam en de buis, des te lokaler de vervorming van de buis. Dit betekent dat een kleinere hoeveelheid materiaal de slagenergie door middel van vervorming moet absorberen [1]. In enkele gevallen is de slagvastheid bepaald met een naald- of een spatetest. Die beproevingsmethodes zijn realistischere weergaves van de werkelijke omstandigheden van slagbelasting in de praktijk (waarbij een grondwerker een ingegraven kabel raakt met een schop).

² Fiber to the Home (t.b.v. particuliere aansluitingen)

³ Fiber tot he Office (t.b.v. zakelijke aansluitingen)



Tabel 1: Overzicht van datakabels in Nederland gerangschikt naar kwetsbaarheid voor handmatige graafwerkzaamheden. De kabelmantel en slagvastheid zijn overgenomen uit fabrikantspecificaties

Type		Kabelmantel	Slagvastheid (J)
FttH (direct buried)	2v	HDPE, PP / 0,8-1,5 mm	2,5-30 3 (naaldtest)
	4-12v	HDPE / 0,8-1,5 mm	5-15 3 (spadetest)
	24v	HDPE / 1-1,5 mm	1-15
	36v	kunststofverbinding met hoge hardheid / 1-2,5 mm	12,5 (spadetest)
	48-92v	kunststofverbinding met hoge hardheid / 1-2,5 mm	12,5 (spadetest)
	96v	kunststofverbinding met hoge hardheid / 2,5 mm	2-5 12,5 (spadetest)
	192v	-	-
FttH (in duct)	2v	lage frictie materiaal / 235-250 µm / Duct HDPE / 1,25 mm	2-5 (duct)
		lage frictie materiaal / 235-250 µm / Duct PE / 1,5 mm	5 (duct)
		lage frictie materiaal / 235-250 µm / Duct PE / 1,55 mm	3 (duct)
		lage frictie materiaal / 235-250 µm / Duct PE / 1,75 mm	5 (duct)
		lage frictie materiaal / 235-250 µm / Duct HDPE / 2 mm	10 (duct)
		lage frictie materiaal / 235-250 µm / Duct PE / 2 mm	5 (duct)
		lage frictie materiaal / 235-250 µm / Duct PE / 2,25 mm	5 (duct)
	4-12v	lage frictie materiaal / 235-250 µm / Duct PP / 1,2 mm	12 (duct)
		12v: lage frictie materiaal / 0,4 mm / Duct UV-bestendig LSZH / dikte onbekend	5 (duct)
	24v	lage frictie materiaal / 0,4 mm / Duct UV-bestendig LSZH (HDPE, PA) / 0,9-1,3 mm	3-5 (duct)
	36v	lage frictie materiaal / 0,4 mm - / Duct onbekend	-
	48-92v	lage frictie materiaal / 0,4 mm / Duct UV-bestendig LSZH (HDPE) / dikte onbekend	3-5 (duct)
	96v	lage frictie materiaal / 0,4-0,5 mm / Duct HDPE / dikte onbekend	3 (duct)
192v	HDPE of PA / 0,4-0,5 mm / Duct onbekend	-	
FttC, FttS, FttO	24-144v ³	PP / 1,5 mm	8 3 (spadetest)
	-	-	-
Kabel (COAX)	C12	PE / 0,71 mm / koper / 0,21 mm / Foam PE / 2,05 mm / koper / 1,13mm	niet gespecificeerd
	C9	PE / 0,71 mm / koper / 0,21 mm / Foam PE / 2,05 mm / koper / 1,13mm	niet gespecificeerd
	C6	PE / 1,5 mm / koper / 0,25 mm / Foam PE / 2,5 mm / koper / 1,7 mm	niet gespecificeerd
	C3	PE / 2,12 mm / koper / 0,35 mm / Foam PE / 5,0 mm / koper / 3,3 mm	niet gespecificeerd
	C2	PE / 2,47 mm / koper / 0,55 mm / Bamboe PE / 6,63 mm / koper / 4,81 mm	niet gespecificeerd
	C1,5	PE / 2,57 mm / koper / 0,68 mm / Bamboe PE / 13,78 mm / koper / 7,25 mm	niet gespecificeerd
Koper (xDSL)	1x4x0.5mm	HPE / AL 2,2 mm / 6,8	niet gespecificeerd
	6x4x0.5mm	HPE / AL 2,4 mm / 10,3	niet gespecificeerd
	12x4x0.5mm	HPE / AL 2,5 mm / 5	niet gespecificeerd
	25x4x0.5mm	HPE / AL 2,3 mm / 16,7	niet gespecificeerd
	50x4x0.5mm	HPE / AL 2,1 mm / 21,8	niet gespecificeerd



2.1 FttH kabels zijn het meest kwetsbaar

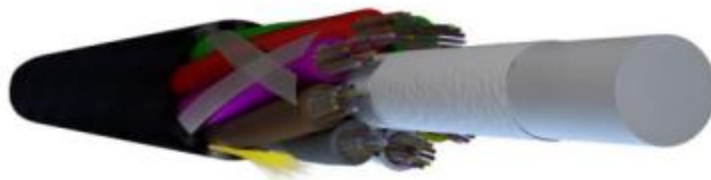
FttH kabels worden gebruikt om huishoudens aan te sluiten op het glasvezelnetwerk. Deze kabels zijn speciaal ontworpen om in de grond te kunnen worden gelegd zonder enige andere afdekking, omhulsel, duct of mantelbuis ter bescherming. De huisaansluitkabel bestaat veelal uit een tweezelig kabel. Kabels die gebruikt worden tussen verdeelkasten bestaan vaak uit meerdere vezels tot 192 in totaal per kabel. Sinds 2008 is er een totaal van 471.942 kilometer glasvezelkabels in de grond gelegd. Ongeveer twee derde van hiervan is 2-96 vezelige 'direct buried' FttH kabel en ongeveer een derde is geblazen glasvezelkabel (Appendix A). In Appendix A is de hoeveelheid glasvezelkabel FttH in Nederland uitgesplitst naar aantal vezels per kabeltype per kilometer.

De meest kwetsbare FttH kabels zijn de 'direct buried' FttH kabels met weinig vezels. Figuur 2 geeft een voorbeeld van de constructie van een tweezelige glasvezelkabel. De slagvastheid van direct buried FttH kabels varieert tussen de 1 en 30 J (zie tabel 1). Voor de naaldtest is 3 J aangegeven en volgens de spadetest kan een kabel 12,5 J weerstaan. De kabelmantel is gemaakt van PE of PP en verschilt in dikte van 0,8-1,5 mm voor 2-12 vezelige kabels, van 1-1,5 mm voor 24 vezelige kabels en 1-2,5 mm voor 36-96 vezelige kabels. Direct buried glasvezelkabels zijn metaalvrij en bestaan over het algemeen uit twee glasvezelkabels in het midden met daarom een kunststof omhulsel. Meestal bevatten deze kabels ook een trekontlasting van bijvoorbeeld aramidevezels. Daaromheen bevindt zich een HDPE of Nylon buitenmantel van ongeveer een millimeter. De tweezelige kabels hebben vaak een buitendiameter tussen de 5 en 7 mm.



Figuur 2: een tweezelige direct buried kabel (afbeelding overgenomen uit specificaties van 75098 DAC 2x SM G.657.A1, TKF connectivity solutions)

Een ander type glasvezelkabel is de geblazen glasvezelkabel. Deze kabels kunnen niet direct in de grond gelegd worden, maar worden, meestal met luchtdruk (tot circa 10 bar), in een kunststof microduct geblazen. De constructie van de geblazen glasvezelkabel en duct verschilt, van tweezelige kabels met een diameter vanaf 1 mm (2 vezels en omhulsel) tot 192 vezelige kabels met een totale diameter van ongeveer 8 mm (figuur 3). Soms is in de kabel een trekontlasting verwerkt, zoals op de kabel figuur 3.



Figuur 3: Loose Tube Mini Cable (LTMC) voor blaasbare glasvezelkabels met trekontlasting (afbeelding overgenomen uit specificaties van LTMC 192x SM G.657.A1 (8x24), TKF connectivity solutions)



De ducts en microducts komen voor in verschillende afmetingen en samenstellingen. Zo zijn er losse microducts, maar ook samengestelde ducts (zie figuur 4). Ducts variëren in diameters tussen de 5 en 50 mm. De sterkte van geblazen glasvezelkabels is afhankelijk van de slagvastheid van de (micro-)ducts welke varieert tussen de 2 en 12 J (tabel 1). De kunststof (PE, HDPE, PA) wanden van ducts hebben een dikte van 1,25-2,25 mm. Bundels van losse glasvezelkabels in ducts kunnen mogelijk beter bestand zijn, omdat dan de krachten dan over een groter oppervlak verdeeld kunnen worden.



Figuur 4: samengestelde microducts (vier linker buizen) in vergelijking met een mantelbuis (rechts)

2.2 Coaxkabels kwetsbaarheid is afhankelijk van de klasse

Coaxkabels worden net als glasvezelkabels gebruikt om huishoudens te voorzien van internet (figuur 5). In Nederland ligt een landelijk netwerk van Coaxkabels die grofweg verdeeld kunnen worden in zes type kabels. De verdeling is afhankelijk van de dikte van de hoofdader. Het cijfer bij het kabeltype staat voor de hoeveelheid signaalverlies per meter, dus een hoger cijfer betekent meer signaalverlies door een dunnere hoofdader. Types C1,5-C6 worden gelegd als hoofdleiding, C6-C12 als aansluitleidingen. In Nederland is sinds 2008 ongeveer 425.217 kilometer aan Coaxkabel aangelegd.

Coaxkabels zijn opgebouwd uit een massieve koperen kern met daaromheen een opgeschuimde PE-mantel. Dan volgt een folie van koper/PET en een buitengeleider van koperen vlechtwerk en een harde kunststof (PE of PVC) buitenmantel. Er zijn van Coaxkabels geen gegevens bekend van de slagvastheid, wel is bekend dat met name de C12 en C9 kabels kwetsbaar zijn. De kabelconstructie laat zien dat die kabels de dunste mantellagen hebben van 0,71 mm PE (tabel 1). Naast directe schade door het doorsteken van kabels, is ook indirecte schade door een beschadiging van de mantelbuis een toenemend probleem. Door mantelschade kan water de mantelbuis en kabel intreden waardoor op de langere termijn storingen ontstaan.



Figuur 5: C9 Coaxkabel (afbeelding overgenomen uit specificaties van Coaxkabel Coax 9 Eca, TKF connectivity solutions)



2.3 Koperkabels zijn beter bestand tegen handmatige graafwerkzaamheden

Koperen telecomkabels worden in Nederland nog toegepast voor telefoon/internet verkeer. Een groot deel van deze kabels is gepantserd met een metalen afscherming die zeer bestand zijn tegen handmatig graven (figuur 6). Sinds 2008 is er in het totaal ongeveer 9209 kilometer aan ongepantserde koperkabel in Nederland gelegd, veelal op een diepte rond de 60 cm omdat koper kabels gevoelig zijn voor temperatuursveranderingen (Appendix A).



Figuur 6: (afbeelding overgenomen uit specificaties van Data- en communicatiekabel GPEW NORM 92 GROEN, Eldra cable and connectivity solutions)

De kabels zijn opgebouwd uit 4 tot 200 koperdraden. De losse aders zijn gebundeld als paar en samengevoegd met meerdere paren tot een bundel. Afhankelijk van het aantal aders, kunnen koperkabels vele bundels bevatten. Bij de diverse productspecificaties van dit kabeltype wordt geen gegevens vermeld die iets vertellen over de slagvastheid van de kabel. De dikte van de buitenmantels verschilt van 2,1-2,5 mm. De kabel is mogelijk steviger door de combinatie van dikkere buitenmantel en de aanwezigheid van metalen aders. Volgens netbeheerders ontstaan schades aan koperkabels alleen bij zeer onzorgvuldig graven.



3 Beschermende maatregelen kunnen datakabels beschermen tegen graafschade

Er zijn verschillende manieren om datakabels te beschermen tegen beschadiging door handmatige graafwerkzaamheden, zoals het leggen van kabels in een mantelbuis of het afdekken van kabels met beschermband. De slagvastheid, effectiviteit en ervaringen met deze beschermingsmethodes worden in dit hoofdstuk besproken.

Waarschuwingraster, waarschuwinglint en afdekband

Bij aanleg van direct buried kabels wordt veelal waarschuwingraster, -lint (skilint) of afdekband toegepast op zo'n 5 tot 10 cm boven de kabels. Waarschuwingrasters en -lint worden gelegd voor vroegtijdig signaleren van de aanwezigheid van datakabels. Beschermband heeft naast een waarschuwendende functie ook een beschermende rol. Welk type gebruikt wordt, is onder andere afhankelijk van de diepteligging. Het voordeel van deze vorm van beschermen is dat het een goedkope en snelle manier van bescherming is. Het nadeel van afdekband/lint is dat het geen permanente bescherming biedt. Ervaring leert dat bij graafwerkzaamheden na aanleg, bijvoorbeeld een reconstructie, vervanging of aanleg van andere infrastructuur, afdekband kan worden verwijderd of verkeerd wordt teruggeplaatst. Hierdoor liggen de kabels nadien onbeschermd. De slagvastheid van waarschuwingrasters, -lint en beschermband worden niet gegeven in productspecificaties (tabel 2).

Mantelbuis

Dit zijn HDPE buizen met een diameter van 25, 40 of 50 mm en hebben veelal een grotere wanddikte en zijn ook beter bestand tegen slagbelastingen dan (samengestelde) ducts. Met name de FttO glasvezelkabels, maar ook Coax-kabels worden aangelegd in dit type buis. Door sommige netbeheerders zijn mantelbuizen verplicht gesteld bij ondiepe ligging van kabels in tuinen en bij tuinboringen. Coaxkabels bij weg- en waterkruisingen worden beschermd door een mantelbuis (een PVC rib-buis met diameter van 90 mm of gladde PVC buis, met diameter van 75 mm). De aangeleverde productspecificaties bevatten geen informatie over de slagvastheid verschillende type mantelbuizen.

Kabels gelegd in mantelbuizen en onder beschermband zullen beter bestand zijn tegen schade door handmatige graafwerkzaamheden. Daarbij zal een groter oppervlak en grotere wanddikte meer bescherming bieden.

Tabel 2: Materiaal en slagvastheid van verschillende beschermende maatregelen voor datakabels

Beschermingsmethode			
Type		Versteving	Slagvastheid (J)
Mantelbuizen (flexibel beschermend of hard)	25 mm	HDPE / 2,7 mm	niet gespecificeerd
	40 mm	HDPE / 8,0 mm	niet gespecificeerd
Waarschuwingraster		PE / 0,13 mm (niet doorlopend materiaal)	niet gespecificeerd
Waarschuwinglint		PE folie / 0,15 mm	niet gespecificeerd
Beschermband		PE / 2, 3, 4 mm	niet gespecificeerd



4 Er zijn geen wettelijke eisen voor slagvastheid van ondergrondse kabels

Het aantal onderbrekingen van dataverkeer door handmatige graafwerkzaamheden zou wellicht kunnen worden verkleind als eisen voor slagvastheid aan datakabels worden gesteld. Hieronder volgt een inventarisatie van de huidige binnen de sector gestelde eisen met betrekking tot de slagvastheid van datakabels. Er zijn geen normen, wet of regelgeving, jurisprudentie of gemeentelijke verordeningen met prestatie-eisen voor kortdurende slagbelasting bekend. Binnen de netwerkbedrijven of fabrikanten in de sector zijn ook geen eisen vastgelegd.

4.1 WIBON (Wet informatie-uitwisseling bovengrondse en ondergrondse netten en netwerken) bevat geen eisen voor slagbelasting

Om schade aan kabels en leidingen bij het mechanisch verrichten van werkzaamheden in de ondergrond zoveel mogelijk te beperken heeft de overheid in 2008 de WION (Wet informatie-uitwisseling ondergrondse netten) geïntroduceerd. De WION regelde de verplichte informatie-uitwisseling tussen netbeheerders en grondroerders. In 2012 zijn na evaluatie vele verbeterpunten in de wet verwerkt en in 2018 is haar opvolger, de wet informatie-uitwisseling bovengrondse en ondergrondse netten en netwerken (WIBON), ingevoerd. De WIBON regelt de verplichte informatie-uitwisseling tussen netbeheerders en grondroerders en stelt eisen aan zorgvuldige omgang bij graafwerkzaamheden [2].

Bij de totstandkoming van de WIBON is uitgegaan van de veronderstelling dat kabels in beginsel bestand zijn tegen handmatige graafwerkzaamheden. De WIBON beperkt zich daarnaast tot de mechanische graafwerkzaamheden. Er worden geen eisen gespecificeerd over de bestandheid van datakabels tegen kortdurende slagbelasting.

In de bepalingen van de WIBON worden wel andere verplichtingen van verschillende partijen, opdrachtgever en grondroerder, met betrekking tot graafwerkzaamheden aangegeven. Zo dient de opdrachtgever zorg te dragen dat de door hem in opdracht gegeven werkzaamheden op zorgvuldige wijze kunnen worden uitgevoerd. En moet de grondroerder de graafwerkzaamheden ook daadwerkelijk zorgvuldig uitvoeren (hoofdstuk 2, artikel 2 in [2]). Daarnaast wordt de grondroerder verplicht (bij mechanische werkzaamheden), om een graafmelding te doen en onderzoek naar de precieze ligging van onderdelen van netten op de graaflocatie (hoofdstuk 2, artikel 2 in [2]).

In artikel 15 is nog een aparte zorgplicht opgenomen voor het uitvoeren van graafwerkzaamheden in de buurt van een net met gevaarlijke inhoud of een net met grote waarde (hoofdstuk 4 in [2]). De beheerder van het net moet in dat geval extra voorzorgsmaatregelen treffen, waaronder het ter plaatse aanwijzen van de exacte ligging van het net. Datanetten vallen echter niet onder niet onder 'netten met gevaarlijke inhoud'. Onder netten met gevaarlijke inhoud worden namelijk buisleidingen verstaan die bijvoorbeeld gas of delfstoffen transporteren [3]. Doorgaans vallen datakabels ook niet onder de noemer 'netten met grote waarde' ([4], [5]). De WION formuleert deze categorie als volgt: *“Grote waarde” heeft hierbij niet zo zeer betrekking op het veiligheidsrisico voor het net zelf dan wel voor de directe omgeving daarvan, maar wordt bepaald door mogelijke indirecte effecten van zeer ernstige aard. Hierbij kan bijvoorbeeld worden gedacht aan de hoge economische vervolgschade die kan optreden voor zakelijke eindgebruikers bij het door graafwerkzaamheden verbreken van een kabel of leiding, bijvoorbeeld de telecomkabel die de Amsterdamse beurs (AEX) verbindt met de buitenwereld of de kabels waarvan het functioneren van de verkeerstoren op Schiphol afhankelijk is. Het dient hier steeds te gaan om geografisch scherp afgebakende delen van het net.”*



Daarnaast verplicht artikel 18 van de WIBON de grondroerder wel om schade aan een net als gevolg van zijn graafwerkzaamheden direct aan de beheerder van het beschadigde net te melden (hoofdstuk 4 in [2]).

4.2 Normen bevatten geen eisen voor slagbelasting, wel testmethodes voor vaststellen van slagbelasting

In normen worden eisen vastgelegd waar een product of dienst aan moet voldoen. Bij datakabels ligt de focus op veiligheid en prestatie-eisen. Juiste en zorgvuldige installatie volgens normen is essentieel om kans op oververhitting te voorkomen en bijvoorbeeld schade als gevolg van brand te beperken. Daarnaast is voldoende bandbreedte voor nu en de toekomst belangrijk. Voor de berekening van de benodigde capaciteit en correcte installatie zijn de normen NEN 1010, NEN-EN 50173-1 en NEN-EN 50174 leidend. Hierin zijn zaken als kleurcodering, maximale kabellengtes en bescherming tegen interferentie vastgelegd. De NEN 8012 bevat een datakabel (brand)klassen classificatie op basis waarvan ook kabeltypes kunnen worden gekozen.

De vereisten of richtlijnen voor de constructie van een kabel zoals isolatie-, waterbestendige lagen en vulmaterialen staan in normen NEN-EN 50288-1 en NEN-EN 50290. Daarin wordt ook vermeld dat, indien mechanische beproevingen moeten worden uitgevoerd, dat volgens EN 50289-3 dient te geschieden. Een classificatie op basis van de energie (J) die een kabel kan weerstaan, is gegeven in NEN-EN 50288-1, Annex B, tabel B2 (zie figuur 7). Norm EN 50289-3 deel 6 definieert de testprocedures om de slagvastheid (impactbelasting) van een kabel vast te stellen. Dezelfde testmethode (Methode E4) wordt beschreven in NEN-EN-IEC 60794-1 deel 21 als slagbelasting. Naast beschrijven van de methodes en geven van een classificatie, zijn geen vereisten gespecificeerd voor de minimale slagbelasting die datakabels moeten kunnen verdragen.

Table B.2 - Characteristics

		Classification		
Mechanical characteristics		1	2	3
Crush test of the cable	5.2.3	$M_1 \geq 45 \text{ N}$	$M_2 \geq 100 \text{ N}$	$M_3 \geq 200 \text{ N}$
Impact test of the cable	5.2.4	$M_1 \geq 1 \text{ J}$	$M_2 \geq 10 \text{ J}$	$M_3 \geq 20 \text{ J}$
Shock	EN 62012	$M_1 \geq \text{NA}$	$M_2 \geq 15 \text{ g/11 ms}$	$M_3 \geq 50 \text{ g/11 ms}$
Bump	EN 62012	$M_1 \text{ NA}$	$M_2 \geq 15 \text{ g/11 ms}$	$M_3 \geq 50 \text{ g/11 ms}$
Vibration	EN 62012	NA	10-500 Hz with 10 g	10-2000 Hz with 20 g
Water immersion	5.3.2	$C_1 \text{ NA}$	$C_2 \text{ NA}$	$C_3 \text{ 1 m/30 mn}$
Damp heat steady state	EN 62012	$C_1 \text{ NA}$	$C_2 \text{ 60-90-10}$	$C_3 \text{ 60-90-56}$
Solar radiation	Uc	$C_1 \text{ NA}$	$C_2 \text{ UC}$	$C_3 \text{ UC}$
UV Test		$C_1 \text{ 700 Wm}^{-2}$	$C_2 \text{ 1 120 Wm}^{-2}$	$C_3 \text{ 1 120 Wm}^{-2}$
Solvents and contaminating fluids	5.3.4	C_1	C_2	C_3

Figuur 7: Classificatie van mechanische eigenschappen van datakabels. In oranje de indeling van slagvastheid in 3 klassen.



4.3 Telecommunicatiewet bevat geen eisen voor slagbelasting

Het toegang kunnen krijgen tot elektronische communicatiediensten, zoals het internet, valt onder vrijheid van meningsuiting (artikel 10) en is daarmee een recht van de mens [6]. Staten hebben de verplichting om deze universele diensten algemeen toegankelijk te maken. De netwerkproviders zijn de uiteindelijke aansluiters van deze diensten. Om de rechten van burgers met betrekking tot digitale communicatie te beschermen, is de Telecommunicatiewet [7] opgesteld.

In de Telecommunicatiewet zijn geen bepalingen opgenomen over de kwaliteit van datakabels met betrekking tot bestandheid van datakabels tegen kortdurende slagbelasting.

De Telecommunicatiewet specificeert zaken met betrekking tot de aanleg, instandhouding en opruiming van kabels van het openbare elektronische communicatie netwerk. Over handmatige graafwerkzaamheden die noodzakelijk zijn voor aanleg, verlegging, en opruiming wordt voornamelijk gesproken op het vlak van gedogen van aanleg en verantwoordelijkheid voor kosten. In hoofdstuk 5 staat de plicht van de beheerder of grondeigenaar om aanleg in openbare en niet-openbare gronden te gedogen. Ook wordt gespecificeerd dat wanneer verlegging van een telecomkabel noodzakelijk is, de netwerkaanbieder verplicht is deze te verleggen en dat op eigen kosten moet uitvoeren [7].

4.4 Gemeentelijke regelingen bevatten geen eisen voor slagbelasting

Op gemeentelijk niveau zijn er verschillende documenten opgesteld met lokale wet en regelgeving die betrekking hebben op datakabels in de openbare ruimte. Zo reguleert de Algemene Verordening Ondergrondse Infrastructuur (AVOI) de werkzaamheden in de openbare ruimte. Alle coördinatie met betrekking tot de werkzaamheden rondom het aanleggen, in stand houden en opruimen van kabels en leidingen in openbare gronden is hierin opgenomen. De AVOI heeft als doel om uniform beleid te creëren, een goede ondergrondse ordening te bewerkstelligen, en overlast met betrekking tot werkzaamheden tot een minimum te beperken.

De AVOI geeft het College van burgemeester en wethouders van een gemeente ook de bevoegdheid om nadere regels vast te stellen aan de voorbereiding en uitvoering van het ontwerp, aanleg, beheer, onderhoud, exploitatie, verlegging, verwijdering van kabels. Sommige gemeenten leggen deze regels vast in zogenaamd 'Handboek kabels en leidingen', anderen hebben hiervoor een 'Handboek Beheer Ondergrond' en 'Telecommunicatieverordeningen'. Gemeenten stellen in deze regelingen uitgebreidere eisen aan de communicatie voorafgaand aan werkzaamheden, zoals meldingen van voorgenomen werkzaamheden naar de gemeente en omwonenden en bedrijven. Maar ook de verstrekking van technische gegevens zoals het aantal kabels en/of buizen, het gewenste tracé, de doorsnede van de kabel(s), en indien van toepassing, de kabelgoot en lengte en breedte van de kabelsleuf. Gemeenten hebben ook de vrijheid om de diepteligging van datakabels te bepalen. De NEN-norm 7171-1 schrijft een graafdiepte van 60 cm voor, oorspronkelijk gebaseerd op het gebruik van koperen kabels. Maar in overleg mag ook worden gekozen voor een ondiepere of diepere aanleg. Er zijn meerdere locaties bekend waarin de kabels (veel) ondieper liggen.

Eisen aan de technische specificaties van kabelconstructie en slagvastheid van datakabels zijn hierin daarentegen niet opgenomen.

4.5 Jurisprudentie met eisen voor slagbelasting komt niet voor

Rechtsregels kunnen in sommige gevallen ook voortkomen uit een uitspraak van rechtbanken. De wetsinterpretaties door rechtbanken worden gedaan en de daaruit voortvloeiende uitspraken en adviezen kunnen vervolgens als "precedent" en/of jurisprudentie worden geciteerd door andere rechtbanken en autoriteiten in gelijksoortige rechtszaken.



Het online archief bevat geen rechterlijke uitspraken waarin materiaaleisen of andere eisen aan eigenschappen van kabels of slagvastheid van kabels worden gesteld.

Op het gebied van schade door handmatige graafwerkzaamheden is een enkele uitspraak te vinden die betrekking heeft op de verantwoordelijkheid bij beschadiging van datakabels. De netbeheerder staat hierin tegenover de aannemer en grondroerder. Het verweer van de netbeheerder lag in dit geval bij het categoriseren van de datakabel als zijnde een 'net met grote waarde' en stelde dat de grondroerders meer voorzorgmaatregelen hadden moeten nemen. De rechtbank heeft echter geoordeeld dat in dit geval geen sprake was van een net met grote waarde zoals door de netbeheerder geclassificeerd (zie paragraaf 5.7 van [8]). De rechtbank verwijst naar de toelichting op de WION ([5]). De rechtbank heeft de grondroerder daarom ook niet aansprakelijk bevonden voor schade aan de datakabel.

4.6 Eisen in sector voor slagbelasting zijn niet aanwezig (netwerkbedrijven en fabrikanten)

Netbeheerders zijn zich bewust van de geldende eisen omtrent datakabels. De bedrijven benoemen de verplichting dat dient te worden voldaan aan de geldende (N)EN-normen. De verplichtingen en regels genoemd in de Telecomwet en WIBON zijn eveneens bekend. Zo wordt bijvoorbeeld verwezen naar de verplichte KLIC melding. Netbeheerders houden ook de CROW500 richtlijn voor een zorgvuldig graafproces in acht. De CROW500 geeft bij het uitvoeren van mechanische bewerking van de ondergrond aan dat in het zogenaamde risicogebied voorgestoken dient te worden met een schop om hiermee graafschade te voorkomen.

Er bestaan geen algemene sectorale eisen ten aanzien van de slagvastheid van datakabels. Netbeheerders hebben hierover geen onderlinge afspraken gemaakt. Bedrijfsspecifieke materiaal specificaties geven voor glasvezelkabels een minimale slagbelasting van 1-5 J en voor kunststof mantelbuizen minimaal 20 J. Daarnaast wordt aangegeven dat de verschillende netwerkkabels (Koper (xDSL), COAX, en FttO) moeten voldoen aan de fabrikantspecificaties. De mechanische slagbelasting (energie) die een datakabel ten minste kan verdragen, staat vaak wel in fabrikantspecificaties vermeld onder de termen: 'impactbelasting', 'slagvastheid', 'puntlastbelasting' of 'schopbelasting'. Aan deze vermelding hangt geen vereiste. Voor de eerste drie wordt methode E4 uit NEN-EN-IEC 60794-1-21 vaak vermeldt als testmethode. De testmethode voor de driemaal gespecificeerde schopbelasting is onbekend.

Om de minder slagvaste datakabels uit hun infrastructuur te beschermen tegen een grotere slagbelasting wordt gebruik gemaakt van de aanvullende beschermingsmaatregelen en vereisten voor diepteligging.

Zo heeft een netbeheerder afspraken gemaakt die stellen dat aannemers de kabels op 60 cm diepte dienen te leggen en daarboven een waarschuwingsraster of -lint te plaatsen. Wanneer de kabels, in afstemming met de gemeente, op een diepte worden gelegd tussen de 60 en 30 cm dient een beschermband te worden geplaatst. Bij een tuinboring op een diepte van 50 cm of minder, dan dient een beschermbuis (kunststof mantelbuis) gebruikt te worden. In andere gevallen is het type bescherming afhankelijk van het type kabel.

Glasvezelkabels worden ook wel beschermd door HDPE mantelbuizen. Ook voor COAX aansluitleidingen wordt gekozen voor een HDPE mantelbuis ((25 mm) als standaard bescherming. Coaxkabels bij weg- en waterkruisingen worden beschermd door een mantelbuis (een rib-buis, 90 mm PVC of gladde buis, PVC 75 mm) of door afdekband direct boven kabels die direct in de grond zijn gelegd. Boven andere COAX verbindingen ligt waarschuwingslint met de tekst "PAS OP, kabel TV".



5 Conclusie en boodschappen

In de Nederlandse ondergrond ligt een grote variëteit aan datakabels. Kiwa heeft door middel van inventarisatie bij netbeheerders, beschikbare literatuur en online bronnen de benodigde informatie verzameld om de kwetsbaarheid van deze datakabels te beoordelen. Aan de hand van die informatie concludeert Kiwa dat:

- De kwetsbaarheid van datakabels, zoals onderzocht in dit onderzoek, verschilt per type. Om de praktijk te toetsen met de theorie dienen de kabels getest te worden om de daadwerkelijke maximale slagenergie die de kabels aankunnen, vast te kunnen stellen. Hiervoor moet een geschikte testmethode worden gekozen die de praktijksituatie reflecteert. Hierbij kan gedacht worden aan de methode ontwikkeld door de Universiteit van Amsterdam in samenwerking met Gastec [1].
- Alle 'direct buried' glasvezelkabels en geblazen glasvezelkabels in losse microducts kunnen de kracht van een schop (185 J, [1]) hoogstwaarschijnlijk niet aan. Bundels van losse kabels en microductbundels zijn mogelijk beter bestand doordat krachten verdeeld kunnen worden over een groter oppervlak. Ook de twee dunste Coaxkabels vallen onder de kwetsbare categorie, maar over het algemeen liggen deze kabels dieper dan de glasvezelkabels en zullen daardoor minder vaak geraakt worden.
- Eventuele genomen beschermende maatregelen, zoals het aanleggen van beschermband of waarschuwingslint en het leggen van kabels in een mantelbuis vergroten de bestandheid tegen handmatige graafwerkzaamheden. Echter, de praktijk leert dat band en lint geen permanente bescherming bieden. De bij aanleg van glasvezel aangebrachte beschermband of – lint kan bij latere graafwerkzaamheden worden verwijderd of verkeerd teruggeplaatst waardoor de kabels nadien onbeschermd liggen. Een mantelbuis met dikkere PE wanden is daarentegen wel een permanente mogelijkheid. Datakabels in mantelbuizen zijn beter bestand tegen handmatige graafwerkzaamheden. Of samengestelde ducts evengoed beschermen als mantelbuizen is niet bekend, hiervoor zal vervolgonderzoek noodzakelijk zijn.
- Kwaliteitseisen stellen aan datakabels of de beschermingsmethode bij het aanleggen, zou de bestandheid tegen handmatige graafwerkzaamheden kunnen vergroten. Momenteel zijn er geen normen met kwaliteitseisen, geen jurisprudentie en geen eisen door gemeenten gesteld op dit vlak. Ook binnen de sector zijn geen eisen bekend.



I Appendix A

Tabel 3: Overzicht van datakabels in Nederland gelegd tussen 2008-2023 gerangschikt naar kwetsbaarheid. De kabelversteving en slagvastheid zijn overgenomen uit fabrikantspecificaties en de totale lengte is gebaseerd op door Nederlandse netbeheerders aangeleverde informatie.

Slagvastheid, kabelversteving en aantal kilometers datakabels in Nederland				
Type		Kabelversteving	Slagvastheid (J)	Totale lengte (km)
FttH (direct buried)	2v	HDPE, PP / 0,8-1,5 mm	2,5-30 3 (naaldtest)	284232
	4-12v	HDPE / 0,8-1,5 mm	5-15 3 (spadetest)	1037
	24v	HDPE / 1-1,5 mm	1-15	441
	36v	kunststofverbinding met hoge hardheid / 1-2,5 mm	12,5 (spadetest)	370
	48-92v	kunststofverbinding met hoge hardheid / 1-2,5 mm	12,5 (spadetest)	7
	96v	kunststofverbinding met hoge hardheid / 2,5 mm	2-5 12,5 (spadetest)	12501
	192v	-	-	0
	FttH (in duct)	2v	lage frictie materiaal / 235-250 µm / Duct HDPE / 1,25 mm	2-5 (duct)
		lage frictie materiaal / 235-250 µm / Duct PE / 1,5 mm	5 (duct)	
		lage frictie materiaal / 235-250 µm / Duct PE / 1,55 mm	3 (duct)	
		lage frictie materiaal / 235-250 µm / Duct PE / 1,75 mm	5 (duct)	
		lage frictie materiaal / 235-250 µm / Duct HDPE / 2 mm	10 (duct)	
		lage frictie materiaal / 235-250 µm / Duct PE / 2 mm	5 (duct)	
		lage frictie materiaal / 235-250 µm / Duct PE / 2,25 mm	5 (duct)	
4-12v		lage frictie materiaal / 235-250 µm / Duct PP / 1,2 mm	12 (duct)	20510 (incl. 9990 onbekend)
		12v: lage frictie materiaal / 0,4 mm / Duct UV-bestendig LSZH / dikte onbekend	5 (duct)	
24v		lage frictie materiaal / 0,4 mm / Duct UV-bestendig LSZH (HDPE, PA) / 0,9-1,3 mm	3-5 (duct)	41433 (incl. 3226 onbekend)
36v		lage frictie materiaal / 0,4 mm - / Duct onbekend	-	40 (incl. 40 onbekend)
48-92v		lage frictie materiaal / 0,4 mm / Duct UV-bestendig LSZH (HDPE) / dikte onbekend	3-5 (duct)	7456 (incl. 7209 onbekend)
96v		lage frictie materiaal / 0,4-0,5 mm / Duct HDPE / dikte onbekend	3 (duct)	8075 (incl. 4463 onbekend)
192v	HDPE of PA / 0,4-0,5 mm - (excl. duct)	-	5055 (incl. 687 onbekend)	
FttC, FttS, FttO (direct buried)	24-144v	PP / 1,5 mm	8 3 (spadetest)	38404

Zie volgende pagina voor vervolg van tabel 3.



Kabel (COAX)	C12	PE / 0,71 mm / koper / 0,21 mm / Foam PE/ 2,05 mm / koper / 1,13mm	niet gespecificeerd	215940
	C9	PE / 0,71 mm / koper / 0,21 mm / Foam PE/ 2,05 mm / koper / 1,13mm	niet gespecificeerd	66899
	C6	PE / 1,5 mm / koper / 0,25 mm / Foam PE/ 2,5 mm / koper / 1,7 mm	niet gespecificeerd	72596
	C3	PE / 2,12 mm / koper / 0,35 mm / Foam PE / 5,0 mm / koper / 3,3 mm	niet gespecificeerd	67983
	C2	PE / 2,47 mm / koper / 0,55 mm / Bamboe PE / 6,63 mm / koper / 4,81 mm	niet gespecificeerd	206
	C1,5	PE / 2,57 mm / koper / 0,68 mm / Bamboe PE / 13,78 mm / koper / 7,25 mm	niet gespecificeerd	1594
Koper (xDSL)	1x4x0.5mm	HPE AL 2,2 mm / 6,8	niet gespecificeerd	18
	6x4x0.5mm	HPE / AL 2,4 mm / 10,3	niet gespecificeerd	1142
	12x4x0.5mm	HPE / AL 2,5 mm / 5	niet gespecificeerd	1309
	25x4x0.5mm	HPE / AL 2,3 mm / 16,7	niet gespecificeerd	1313
	50x4x0.5mm	HPE / AL 2,1 mm / 21,8	niet gespecificeerd	5427



6 Referenties

- [1] F. van der Grinten en F. Groot Roessink, „Slagvastheid van kunststofleidingen in de praktijk,” Gasteq NV, Apeldoorn, 1194.
- [2] D. N. Overheid, „www.overheid.nl,” 21 februari 2018. [Online]. Available: <https://wetten.overheid.nl/BWBR0040728/2022-03-02>. [Geopend september 2023].
- [3] S. v. d. Kant, „Kabel- en leidingschade. Netten met gevaarlijkheid en grote waarde,” 16 april 2018. [Online]. Available: <https://www.dirkzwager.nl/kennis/artikelen/kabel-en-leidingschade-netten-met-gevaarlijke-inhoud-en-grote-waarde/>. [Geopend september 2023].
- [4] D. N. Overheid, „Kamerstuk Memorie van toelichting WIBON (www.overheid.nl),” 12 juni 2017. [Online]. Available: <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/kst-34739-3.html>. [Geopend september 2023].
- [5] D. N. Overheid, „Kamerstuk Memorie van toelichting WION (www.overheid.nl),” 13 maart 2006. [Online]. Available: <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/kst-30475-3.html>. [Geopend september 2023].
- [6] E. C. o. H. Rights, „CASE OF DELFI AS v. ESTONIA - (Application no. 64569/09),” 16 juni 2015. [Online]. Available: <https://hudoc.echr.coe.int/app/conversion/pdf/?library=ECHR&id=001-155105&filename=001-155105.pdf>. [Geopend augustus 2023].
- [7] D. N. Overheid, „Telecommunicatiewet,” 19 oktober 1998. [Online]. Available: <https://wetten.overheid.nl/BWBR0009950/2023-06-01#Hoofdstuk5>. [Geopend augustus 2023].
- [8] R. Rotterdam, „Rechtspraak.nl,” 1 september 2021. [Online]. Available: <https://uitspraken.rechtspraak.nl/details?id=ECLI:NL:RBROT:2021:8583>. [Geopend augustus 2023].