

Memo: Mp.122-011-v1

Project:	Onderzoek afbreken contragewicht Boazbrug te Meppel.
Datum:	13 april 2023
Opdrachtgever: Contactpersoon opdrachtgever:	Gemeente Meppel De heer M. Snijder
Opdrachtnemer: Auteur:	Ingenieursbureau Westenberg B.V. ing. Peter Dekker
Gecontroleerd door:	ing. Rob Mulder
Betreft:	Beschrijving resultaten inspectie Boazbrug.



Overzichtsfoto



Locatie

Inleiding

De gemeente Meppel heeft op 8 maart 2023 aan Ingenieursbureau Westenberg B.V. opdracht verstrekt voor het uitvoeren van een onderzoek naar het afbreken van het contragewicht van de Boazbrug.

Het doel van de opdracht is het achterhalen van de mogelijke oorzaak voor het afbreken van het contragewicht van de Boazbrug.

Dit realiseren wij door het uitvoeren van een technische inspectie en het verwerken van de gegevens. Op 16 maart 2023 zijn de inspectiewerkzaamheden uitgevoerd.

Het projectteam voor deze opdracht is als volgt samengesteld:

Projectleider: ing. Rob Mulder;

Inspecteur(s): ing. Peter Dekker en ing. Tjerk Visser.

De conclusies en het advies zijn vastgesteld door projectleider Rob Mulder.

Scope

De inspectie is specifiek gericht op de houten bovenbouw van de Boazbrug.

Aanleiding

Op 20 februari 2023 is het contragewicht van de Boazbrug afgebroken. De gemeente Meppel wil duidelijkheid over hoe dit heeft kunnen gebeuren en heeft Ingenieursbureau Westenberg B.V. opdracht gegeven voor een onafhankelijk onderzoek naar het afbreken van het contragewicht.

Bureaustudie

Door de opdrachtgever zijn een aantal bestekstekeningen aangeleverd. Op kantoor van de opdrachtgever is het archiefdossier van de brug door de inspecteurs van Ingenieursbureau Westenberg doorgenomen en is een gesprek gevoerd met de beheerder van de kunstwerken van de gemeente Meppel. Bijzonderheden uit de bureaustudie en het gesprek worden hier genoemd.

Het bouwjaar van de brug is 1992. Op de bestekstekeningen wordt als houtsoort azobé genoemd, maar dit is alleen weergegeven op de bestekstekening met het leuningwerk. In het bestek wordt niet gesproken over een houtsoort voor de bovenbouw. Op basis van de archiefgegevens is de houtsoort van de bovenbouw niet met enige zekerheid vast te stellen. In het archief was tevens een offerte opgenomen voor het aanbrengen van een bescherm laag/afwerklaag op de bovenbouw.

De beheerder gaf aan dat er periodiek een visuele inspectie van de brug plaats heeft gevonden door een inspectiebureau en hierbij is de bovenbouw altijd met onderhoudsniveau A (goed) beoordeeld. Enkele jaren geleden is de brug gerenoveerd en hierbij zijn ook de stalen constructie- en verbindingdelen in de bovenbouw opnieuw (ter plekke) geconserveerd, waaronder ook de delen die aansluiten op de balanspriemen. Hierbij is de bovenbouw tevens onder handbereik bekeken door de schilder.

Resultaten inspectie

In de balanspriemen is op een groot aantal locaties zeer ernstige witrot geconstateerd. Bij de hameipoort was lokaal sprake van beginnende houtrot, feitelijk niet meer dan normaal bij een brug van circa 30 jaar. De afmetingen van de bovenbouw zoals aangegeven op de bestekstekeningen, zijn gecontroleerd. Er zijn hierbij geen afwijkingen geconstateerd.



Ernstige witrot in de balanspriem op een groot aantal locaties.



De witrot was slechts op enkele kleine plekken aan de buitenzijde van de hameistijlen en de balanspriemen zichtbaar.



Lengtescheuren in de balanspriem en hameipoort veroorzaakt door uitdroging van het hout.

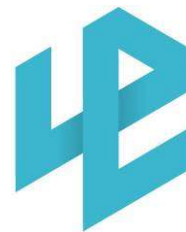


Een stuk hout uit de balanspriem doorgezaagd. De donkere rand aan de buitenkant is zeer waarschijnlijk de beschermlaag die in het hout is getrokken.



Lokaal beginnende houtrot in de hameipoort.





Analyse resistograafmetingen

Tijdens de inspectie zijn op acht locaties metingen verricht met de resistograaf. Meting 1 t/m 6 zijn genomen in de balanspriem en meting 7 en 8 in de hameipoort. Uit deze metingen blijkt dat balanspriem in een slechte staat verkeert, ongeacht de meetlocatie (veraf of dicht bij de breuklocatie). In de bovenlaag van de balanspriem is de conditie van het hout duidelijk slechter dan in de onderlaag. De stijlen van de hameipoort verkeren in een goede staat.

In onderstaande tabel staan de resultaten van de resistograafmetingen:

Nr.	Locatie meting	Afmeting (cm)	Hoek van boring* (graden)	Conditie van het hout**	Opmerking
1	Balanspriem Oost, onder in de balanspriem.	20 x 42	0°	Redelijk	Referentiemeting.
2	Balanspriem Oost, dicht bij de hameipoort.	20 x 42	0°	Slecht	Van bovenaf geboord.
3	Balanspriem Oost, midden in de balanspriem.	20 x 42	90°	Matig	Van bovenaf geboord.
4	Balanspriem West, dicht bij de hameipoort.	20 x 42	90°	Matig	Van bovenaf geboord.
5	Balanspriem West, dicht bij de hameipoort.	20 x 42	0°	Slecht	Boven in de balanspriem.
6	Balanspriem West, dicht bij de hameipoort.	20 x 42	0°	Redelijk	Onder in de balanspriem.
7	Hameistijl West.	34 x 34	0°	Goed	Referentiemeting.
8	Hameistijl Oost.	34 x 34	0°	Goed	

*Bij de hoek van boring, wordt gerekend met een hoek van 0 graden wanneer de boring horizontaal wordt uitgevoerd

**Het resultaat van een resistograafmeting geeft niet direct een conclusie over de conditie van het hout. Het is daarom aan de inspecteur om de meting naar behoren te interpreteren en een conclusie over de conditie van het hout te geven.

De resistograafmetingen zijn opgenomen in bijlage I. Tevens is in bijlage I een korte toelichting op de beoordeling van resistograafmetingen gegeven.

Resultaten houtonderzoek

Om zekerheid te krijgen over de houtsoort van de bovenbouw en het aangetroffen aantastingbeeld zijn enkele stukken hout uit van de bovenbouw voor onderzoek opgestuurd naar SHR¹. De stukken hout zijn uit het breukvlak van de balanspriem gehaald. Uit het onderzoek blijkt dat de houtsoort azobé is en het aantastingsbeeld betreft witrot. Het onderzoeksrapport met de resultaten zijn terug te vinden in bijlage II.

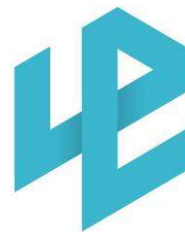
Conclusie

De breuk van de balanspriem is veroorzaakt door witrot. Witrot treedt op bij een langdurig hoog houtvochtgehalte van meer dan 20%. Bij witrot worden bepaalde bestandsdelen van het hout afgebroken waardoor het hout zijn sterkte verliest. Het vocht dat door de droogtescheuren in het hout naar binnen is gekomen kon, door de aanwezige bescherm laag op het hout, slecht weer uittreden waardoor er constant een hoog houtvochtgehalte is ontstaan. In de tijd dat de brug gebouwd is werd het aanbrengen van een bescherm laag geacht levensduur verlengend te werken maar in de loop der tijd is gebleken dat dit ook averechts kan werken zoals ook bij de Boazbrug het geval is.

Bijlage I: Mp.122-012-v1 Resistograaf meetresultaten

Bijlage II Mp.122-013-v1 Resultaten houtonderzoek SHR

¹ SHR (Stichting Hout Research) is een testinstituut en kenniscentrum voornamelijk gericht op houtonderzoek.



Gemeente Meppel

Bijlage I

Resistograaf meetresultaten



Toelichting beoordeling resistograaf meetresultaten.

Op de hierna weergegeven meetresultaten is steeds een grafiek te zien die de weerstand (amplitude) weergeeft die de punt van de dunne houtboor ondervindt tijdens het doorboren van een houten onderdeel. Deze weerstand wordt procentueel weergegeven op de verticale as. Op de horizontale as is de boordiepte in centimeters weergegeven.

De weergegeven weerstand is een procentuele weerstand van 0% tot 100%. Dit geeft een indicatieve staat van het hout weer, welke te vergelijken is met andere houtsoorten of referentie metingen. Uit deze weerstandswaarde is geen hout sterkteklasse te halen. De meetresultaten van de resistograaf kunnen niet gebruikt worden voor verdere constructieve (her-)berekeningen.

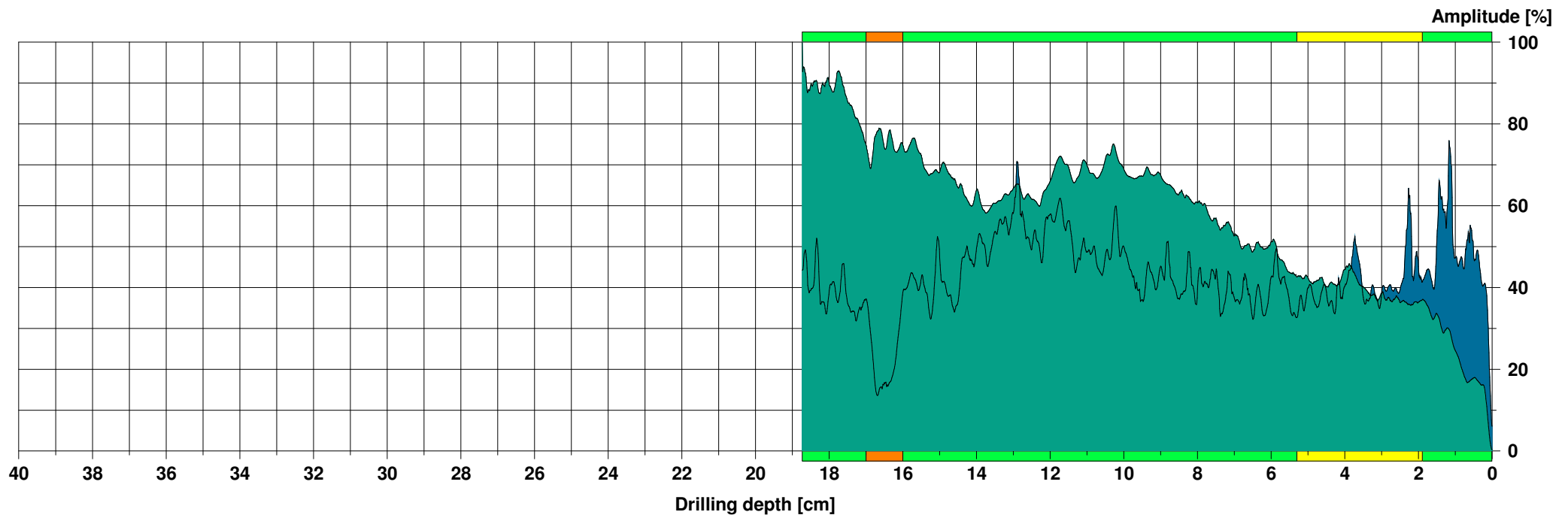
Bij veel meetresultaten zijn pieken en dalen in de grafiek te zien die elkaar snel volgen. Deze constante, snel achter elkaar opvolgende, pieken en dalen geven de jaarringen weer van het hout. In het voorjaar groeit het hout namelijk sneller door betere weersomstandigheden dan in het najaar. Daardoor is het hout in het najaar vaster en sterker dan in het voorjaar. In de grafiek toont de piek de weerstand in het najaar en het dal de weerstand in het voorjaar. Samen vormt dat 1 ring. De meetresultaten worden beoordeeld op het gemiddelde van de pieken en dalen.

Voor het meten wordt er eerst één of meerdere referentiemetingen gedaan in een niet aangetast stuk hout. De referentie meting geeft weer wat de maximale weerstand van het hout is. Per houtsoort kan de weerstand verschillen. Enkele hardhoutsoorten hebben een weerstand die boven de 75% is, maar er zijn soorten die niet hoger dan een weerstand van 25% komen. Het is dus niet zo dat het hout altijd slecht is wanneer de weerstand lager dan 25% is, dit is erg afhankelijk van de houtsoort. Een meting die bijvoorbeeld op de waterlijn uitgevoerd wordt kan vergeleken worden met de referentiemeting. Op deze manier beoordeeld de inspecteur de metingen. Wanneer de houtsoort bekend is, kan er ook vergeleken worden met eerdere metingen van andere kunstwerken met dezelfde houtsoort. Daardoor worden de beoordelingen betrouwbaarder.

Tijdens het beoordelen van de metingen houdt de inspecteur ook rekening met de eventuele oplopende weerstand die tijdens het boren optreedt. Deze weerstand komt door het zaagsel dat in de schacht van de boring achter blijft (kleefweerstand). Per boring kan deze weerstand verschillen. De hoogte van de schachtweerstand is pas te zien bij de uittreding. Wanneer de boor door het gehele houten onderdeel heen is, heeft de punt van de boor geen weerstand meer en zou de weerstand in de grafiek terug moeten vallen naar 0%. Blijft er echter weerstand over in de grafiek, nadat de boor al door het houten onderdeel heen is, dan is dit weerstand die de boor in de schacht van de boorgang ondervindt. Door de hoogte van deze schachtweerstand van de rest van de meetgrafiek af te trekken, is nauwkeurig vast te stellen wat de gecorrigeerde weerstand was aan de punt van de boornaald.

Measuring / object data

Measurement no.:	1	Speed	: 4500 r/min	Diameter:	
ID number	: MP.122	Needle state:	---	Level	:
Drilling depth	: 18,73 cm	Tilt	: -4°	Direction:	Horizontaal
Date	: 16.03.2023	Offset	: 68 / 429	Species	: Azobé
Time	: 10:37:41	Avg. curve	: off / off	Location	: Balanspriem Oost
Feed	: 25 cm/min	Name	: Boazbrug		



Assessment

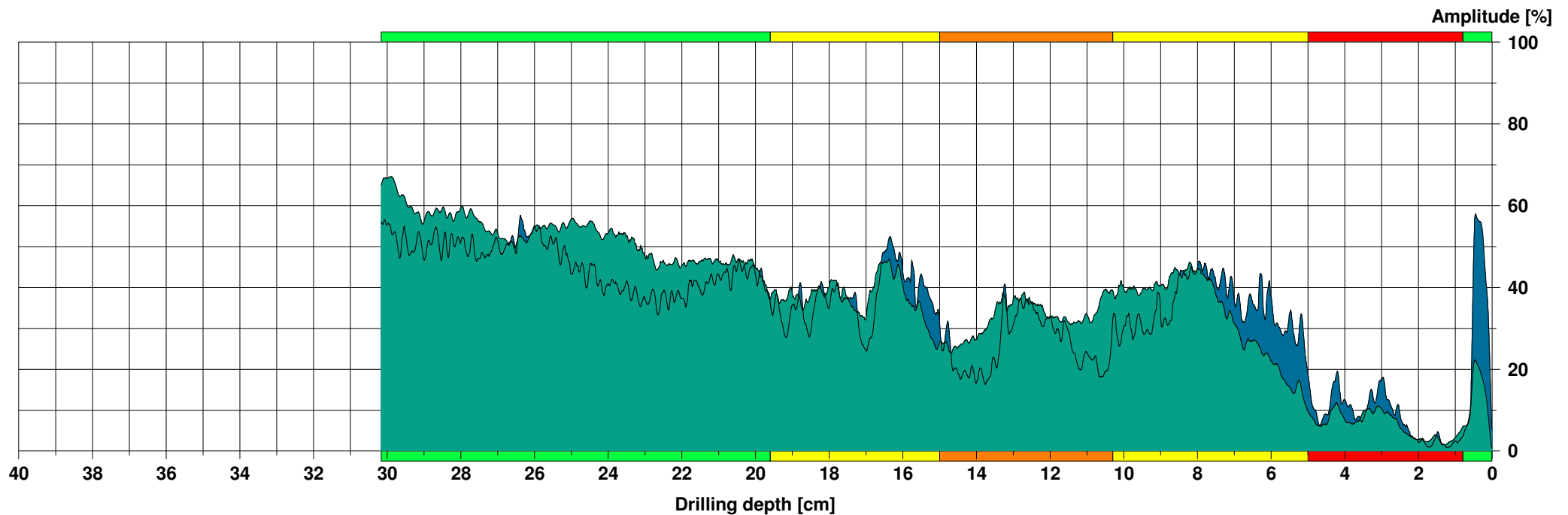
From	0,00 cm	to	1,90 cm	: Goed
From	1,90 cm	to	5,30 cm	: Redelijk
From	5,30 cm	to	16,00 cm	: Goed
From	16,00 cm	to	17,00 cm	: Matig
From	17,00 cm	to	18,73 cm	: Goed

Comment

Betreft referentiemeting in de balanspriem aan de oostzijde.
Onderin de balanspriem.

Measuring / object data

Measurement no.:	2	Speed	: 4500 r/min	Diameter:	
ID number	: MP.122	Needle state:	---	Level	:
Drilling depth	: 30,16 cm	Tilt	: 0°	Direction:	Verticaal
Date	: 16.03.2023	Offset	: 66 / 454	Species	: Azobé
Time	: 10:35:27	Avg. curve	: off / off	Location	: Balanspriem Oost
Feed	: 25 cm/min	Name	: Boazbrug		



Assessment

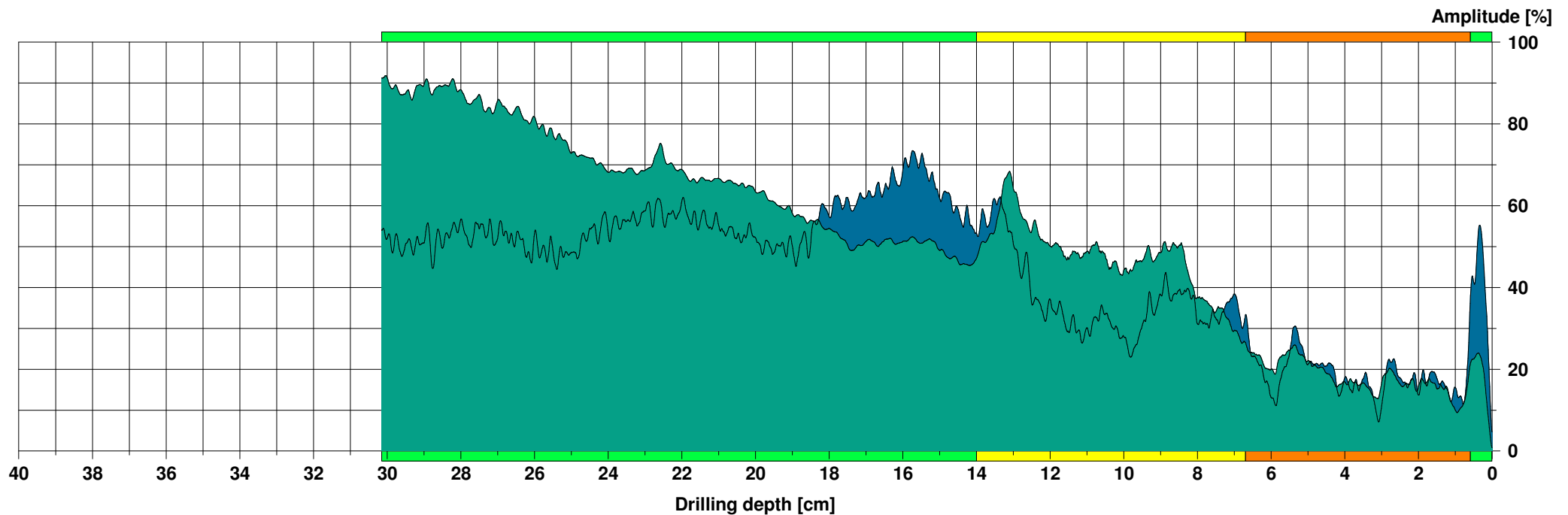
From	0,00 cm	to	0,80 cm	:	Goed
From	0,80 cm	to	5,00 cm	:	Slecht
From	5,00 cm	to	10,30 cm	:	Redelijk
From	10,30 cm	to	15,00 cm	:	Matig
From	15,00 cm	to	19,60 cm	:	Redelijk
From	19,60 cm	to	30,16 cm	:	Goed

Comment

Betreft meting in de balanspriem aan de oostzijde, dichtbij de hameipoot. Van bovenaf geboord.

Measuring / object data

Measurement no.:	3	Speed	: 4500 r/min	Diameter:	
ID number	: MP.122	Needle state:	---	Level	:
Drilling depth	: 30,15 cm	Tilt	: -90°	Direction:	Verticaal
Date	: 16.03.2023	Offset	: 49 / 410	Species	: Azobé
Time	: 10:40:48	Avg. curve	: off / off	Location:	Balanspriem Oost
Feed	: 25 cm/min	Name	: Boazbrug		



Assessment

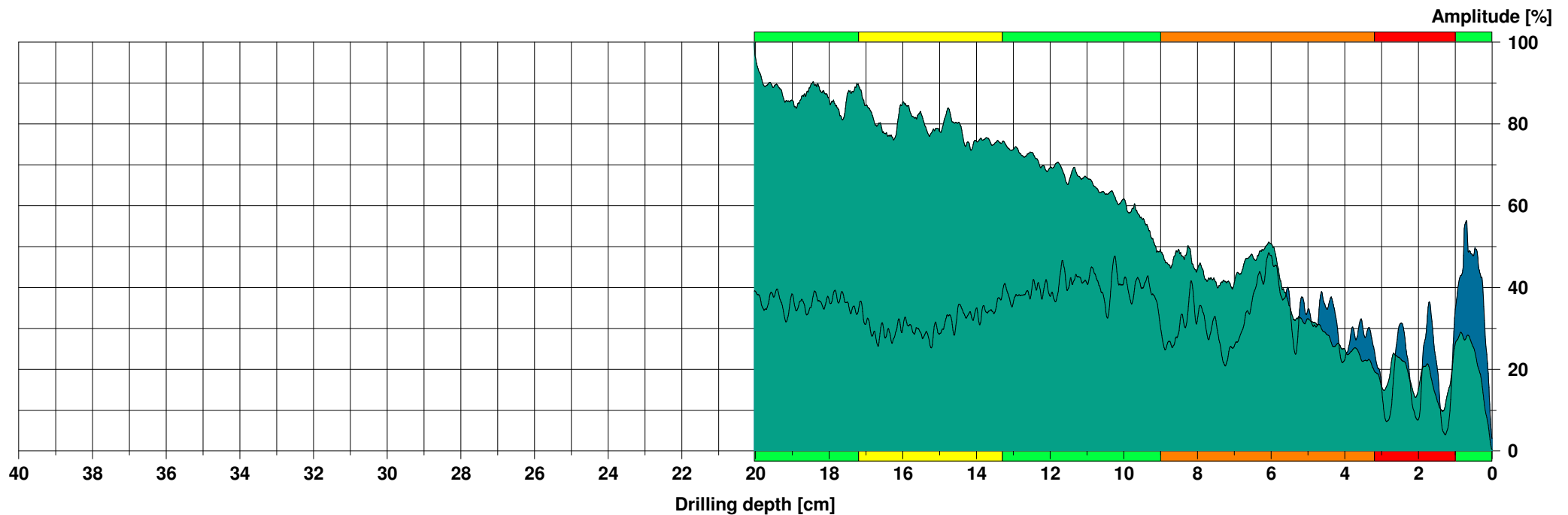
From	0,00 cm	to	0,60 cm	: Goed
From	0,60 cm	to	6,70 cm	: Matig
From	6,70 cm	to	14,00 cm	: Redelijk
From	14,00 cm	to	30,15 cm	: Goed

Comment

Betreft meting in de balanspriem aan de oostzijde. Ongeveer in het midden van de balanspriem.
Van bovenaf geboord.

Measuring / object data

Measurement no.:	4	Speed	: 4500 r/min	Diameter:	
ID number	: MP.122	Needle state:	---	Level	:
Drilling depth	: 20,03 cm	Tilt	: -90°	Direction:	Verticaal
Date	: 16.03.2023	Offset	: 48 / 387	Species	: Azobé
Time	: 11:00:33	Avg. curve	: off / off	Location	: Balanspriem West
Feed	: 25 cm/min	Name	: Boazbrug		



Assessment

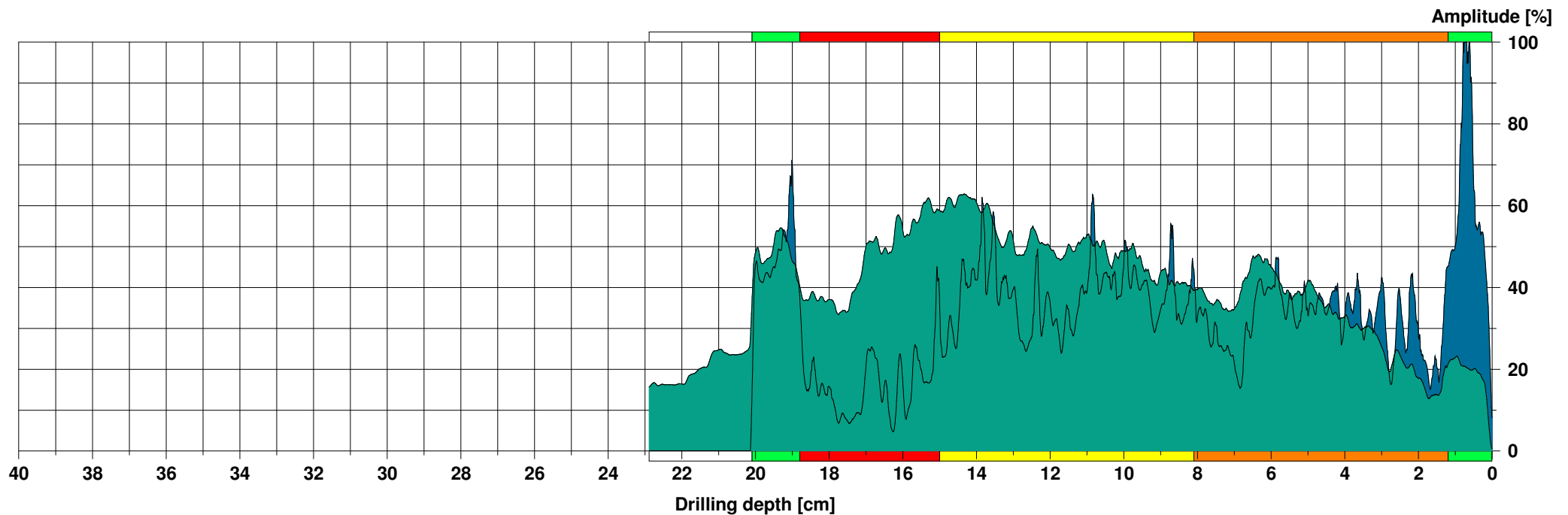
From	0,00 cm to	1,00 cm	: Goed
From	1,00 cm to	3,20 cm	: Slecht
From	3,20 cm to	9,00 cm	: Matig
From	9,00 cm to	13,30 cm	: Goed
From	13,30 cm to	17,20 cm	: Redelijk
From	17,20 cm to	20,03 cm	: Goed

Comment

Betreft meting in de balanspriem aan de westzijde, dichtbij de hameipoort.
Van bovenaf geboord.

Measuring / object data

Measurement no.:	5	Speed	: 4500 r/min	Diameter:	
ID number	: MP.122	Needle state:	---	Level	:
Drilling depth	: 22,89 cm	Tilt	: -4°	Direction:	Horizontaal
Date	: 16.03.2023	Offset	: 65 / 392	Species	: Azobé
Time	: 11:02:27	Avg. curve	: off / off	Location	: Balanspriem West
Feed	: 25 cm/min	Name	: Boazbrug		



Assessment

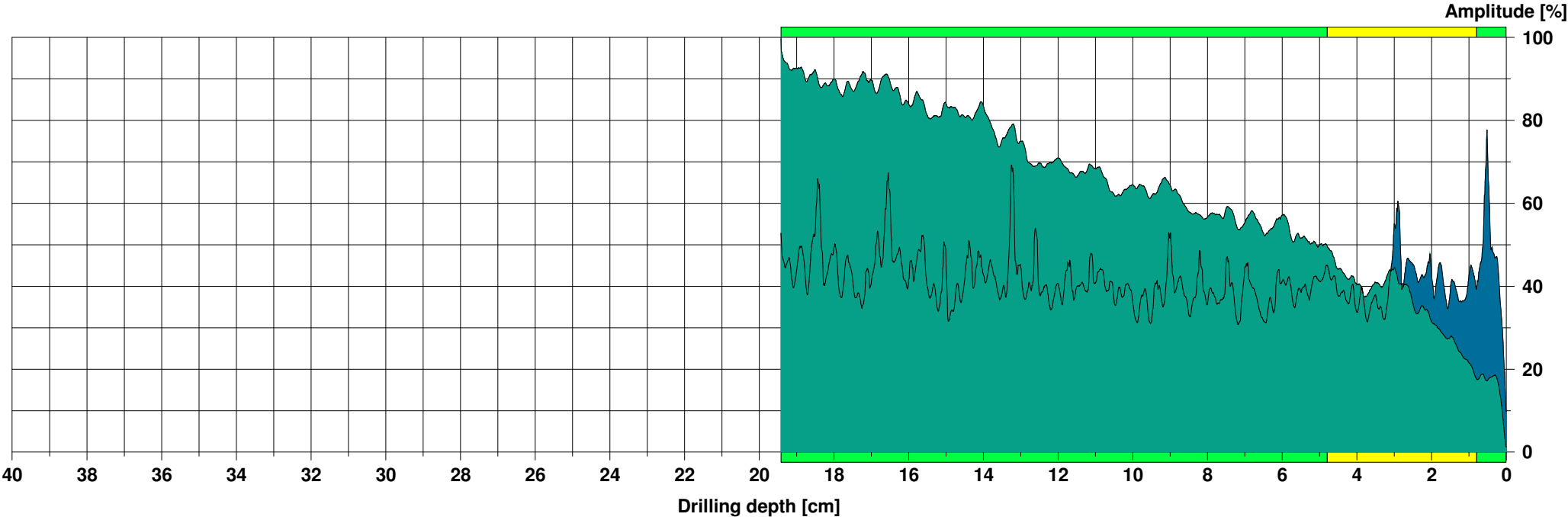
From	0,00 cm to	1,20 cm	: Goed
From	1,20 cm to	8,10 cm	: Matig
From	8,10 cm to	15,00 cm	: Redelijk
From	15,00 cm to	18,80 cm	: Slecht
From	18,80 cm to	20,10 cm	: Goed
From	20,10 cm to	22,89 cm	: Uittreding

Comment

Betreft meting in de balanspriem aan de westzijde, dichtbij de hameipoort. Bovenin de balanspriem.

Measuring / object data

Measurement no.:	6	Speed	: 4500 r/min	Diameter:	
ID number	: MP.122	Needle state:	---	Level	:
Drilling depth	: 19,42 cm	Tilt	: -2°	Direction:	Horizontaal
Date	: 16.03.2023	Offset	: 65 / 372	Species	: Azobé
Time	: 11:04:46	Avg. curve	: off / off	Location	: Balanspriem West
Feed	: 25 cm/min	Name	: Boazbrug		



Assessment

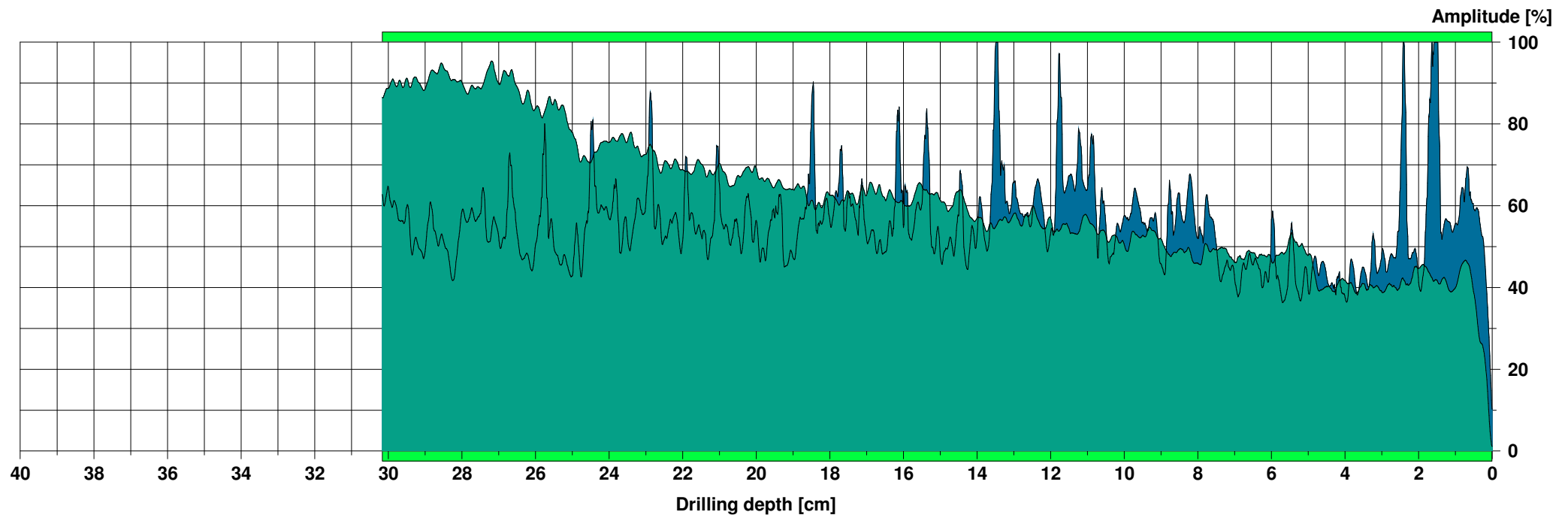
From 0,00 cm to 0,80 cm	: Goed
From 0,80 cm to 4,80 cm	: Redelijk
From 4,80 cm to 19,42 cm	: Goed

Comment

Betreft meting in de balanspriem aan de westzijde, dichtbij de hameipoort. Onderin de balanspriem.

Measuring / object data

Measurement no.:	7	Speed	: 4500 r/min	Diameter:	
ID number	: MP.122	Needle state:	---	Level	:
Drilling depth	: 30,16 cm	Tilt	: +1°	Direction:	Horizontaal
Date	: 16.03.2023	Offset	: 72 / 479	Species	: Niet onderzocht
Time	: 11:25:36	Avg. curve	: off / off	Location	: Hameistijl West
Feed	: 25 cm/min	Name	: Boazbrug		



Assessment

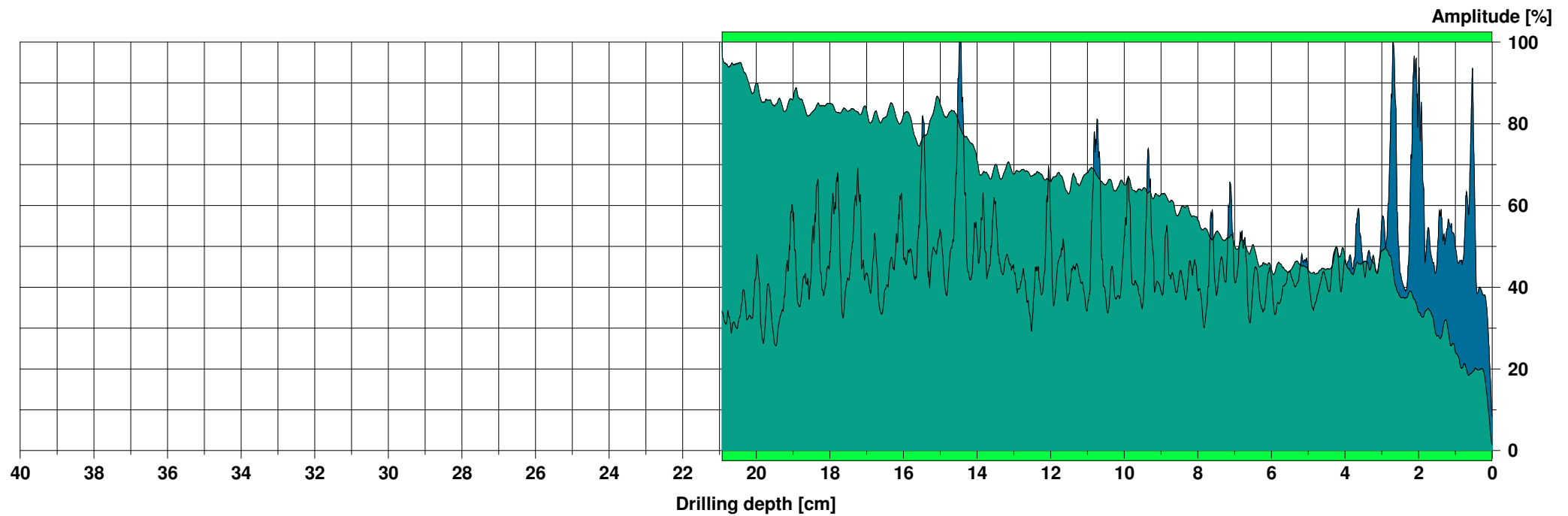
From 0,00 cm to 30,16 cm : Goed

Comment

Betreft referentiemeting in de hameistijl aan de westzijde.

Measuring / object data

Measurement no.:	8	Speed	: 4500 r/min	Diameter:	
ID number	: MP.122	Needle state:	---	Level	:
Drilling depth	: 20,93 cm	Tilt	: -2°	Direction:	Horizontaal
Date	: 16.03.2023	Offset	: 72 / 540	Species	: Niet bepaald
Time	: 11:28:34	Avg. curve	: off / off	Location	: Hameistijl Oost
Feed	: 25 cm/min	Name	: Boazbrug		

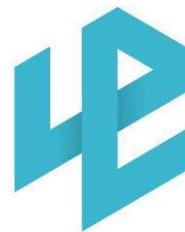


Assessment

From 0,00 cm to 20,93 cm : Goed

Comment

Betreft meting in de hameistijl aan de oostzijde.



Gemeente Meppel

Bijlage II

Resultaten houtonderzoek SHR

Onderzoeksrapport: 23.0189.003

Datum: 7 april 2023

1. Datum aanlevering:	22 maart 2023	
2. Opdrachtgever:	Naam:	Westenberg
	Contactpersoon:	De heer Dekker
	Adres:	Westeinde 25
	Postcode + Woonplaats:	3844 DD Harderwijk
3. Opdracht:	Vaststellen houtsoort en aantastingsbeeld.	
4. Herkomst hout:	Uit een brug.	
5. Grootte partij:	3 stukken hout, gedeeltelijk wit afgewerkt en onregelmatig van vorm.	
6. Afmeting monster:	Lengte grootste stuk circa 20 cm en plaatselijk circa 6 cm breed en dik, de lengte van de twee kleinere stukken was circa 7 cm en plaatselijk circa 4 cm breed en dik.	
7. Kleur monster:	Roodbruin en op verrotte stukken bruin tot lichter bruin.	
8. Volumieke massa:	1: 781 kg/m ³ (25% vochtgehalte); 2: 734 kg/m ³ (23% vochtgehalte); 3: 771 kg/m ³ (22% vochtgehalte).	
9. Geur en/of andere typische zaken:	Het minder verrotte hout zit vooral aan de buitenzijde.	
10. Houtsoort en aantastingstype	De houtstructuur komt overeen met die van Azobé, de aantasting is veroorzaakt door witrotschimmels.	
		
Dr R.K.W.M. Klaassen Projectleider		M. Remie 2 ^e auteur

Dit rapport heeft 1 blad. Het is eigendom van de opdrachtgever, die gerechtigd is dit rapport integraal te publiceren. Gedeeltelijke publicatie, ook door de eigenaar, is slechts toegestaan na schriftelijke toestemming van SHR. SHR is niet verantwoordelijk voor door de opdrachtgever aangeleverde informatie die van invloed kan zijn op de geldigheid van de resultaten. De door de klant aangeleverde informatie in dit rapport is gespecificeerd.