



Bliksembeveiliging Inspecties

De Lange West 126

9201 CH Drachten

Telefoon 088-6363163

www.vanderheide.nl

ONDERZOEK

ZWERFSPANNINGEN

BEDRIJF A

BEDRIJF B

Inhoudsopgave

INHOUDSOPGAVE	2
1 BASISGEGEVENS	7
1.1 OBJECTGEGEVENS	7
1.2 OPDRACHTGEVER	7
1.3 OPDRACHTNEMER	7
1.4 INSPECTIE GEGEVENS	7
1.5 RAPPORTAGE	7
1.6 MEDIA	7
SAMENVATTING	8
INLEIDING	8
ZWERFSPANNINGEN	8
<i>Conclusie</i>	9
VERSCIJNSELEN BIJ MENSEN	9
2 SPANNINGSVERSCHILLEN BIJ KOEIEN	10
2.1 STROOMDOORGANG DOOR EEN MENS	11
2.1.1 NEN 1010 veiligheidsbepalingen voor laagspanningsinstallaties	11
2.1.2 NEN-EN 50522 Aarding van hoogspanningsinstallaties van meer dan 1 kV wisselspanning	12
2.2 STROOMDOORGANG DOOR EEN KOE	13
2.2.1 Uitgangspunt voor gevoeligheid koe voor dit onderzoek	15
2.2.2 "Kunstkoe"	17
2.3 TE GEBRUIKEN MEETAPPARATUUR OM ZWERFSPANNINGEN TE METEN	18
2.3.1 Frequentiedomein (spectrum)	20
2.3.2 Tijdsdomein (scope)	20
2.3.3 Metingen	20
2.3.4 Tabellen met gemeten waardes	21
2.3.6 Meting stap spanning in veld en in stal op 5 meter afstand	22
2.3.6 Meting aanraakspanning in stal	22
2.2.7 Metingen spanningen vanuit melkmeters in de melkstroom	22
2.4 METINGEN BIJ VERSCHILLENDE INTERNE WEERSTANDEN KOE EN BIJ VERSCHILLENDE FREQUENTIEDOMEINEN	23
2.4.1 Meting stapspanning bij verschillend interne weerstanden koe	23
2.4.2 Conclusie meting stapspanningen bij verschillende interne weerstanden koe	25
2.4.3 Meting stapspanning bij verschillende frequentiedomeinen	26
2.4.4 Conclusie meting stapspanning bij verschillende frequentiedomeinen	28
3 METINGEN OP HET BEDRIJF A	29
3.1 CARROUSEL DE LAVAL	29
3.1.1 Meting aanraakspanningen in carrousel	29
3.1.2 Conclusie aanraakspanningen in carrousel	30
3.1.3 Metingen afname systeem	33
3.1.4 Conclusie meting afname systeem	34
3.2 AARDING CARROUSEL	35
3.2.1 Conclusie aarding carrousel	36
3.3 STAL	37
3.3.1 Meting aanraakspanningen stal	37
3.3.2 Conclusie meting aanraakspanningen stal	40
3.3.3 Meting aanraakspanningen waterbakken 2 ^e bedrijf van bedrijf A	42
3.3.4 Conclusie aanraakspanningen waterbakken 2e bedrijf van bedrijf A	42
3.4 AARDINGS STAL	43
3.4.1 Conclusie aarding stal	45
3.5 VEILIGHEIDS AARDING VERDEELINRICHTING STAL	46

3.5.1 Conclusie veiligheidsaarding verdeelinrichting stal.....	48
3.6 METING VEILIGHEIDSAARDING VERDEELINRICHTING WOONHUIS.....	50
3.6.1 Conclusie veiligheidsaarding verdeelinrichting woonhuis	50
3.7 METINGEN ZWERFSPANNINGEN RONDOM STAL	51
3.7.1 Conclusie metingen zwerfspanningen rondom stal.....	54
3.8 VELDSTERKTE METINGEN.....	55
3.8.1 Wavecontrol SMP2 EMF Meter	56
3.8.2 Elektromagnetische velden op het werk	57
3.8.3 Beoordeling van de blootstelling aan elektromagnetische velden.....	58
3.8.4 Blootstellingslimieten voor elektromagnetische velden.....	59
3.8.5 Blootstellingslimieten voor het algemeen publiek	60
3.8.4 Veldsterktemetingen op bedrijf A.....	62
3.8.5 Gemeten veldsterktes.....	63
3.8.5 Conclusie veldsterktemetingen op bedrijf A	64
4 METINGEN BEDRIJF B	66
4.1 MELKSTAL GEITEN 2 X 36 RAPID EXIT.....	66
4.1.1 Meting aanraakspanningen in melkstal.....	66
4.1.2 Conclusie meting aanraakspanning melkstal.....	67
4.1.3 Metingen afname systeem GEA	68
4.1.4 Conclusie meting afname systeem	69
4.2 BEOORDELEN AARDING MELKSTAL.....	70
4.2.1 Conclusie aarding melkstal.....	70
4.3 METING ZWERFSPANNING STAL	71
4.3.1 Conclusie aanraakspanningen stal.....	73
4.4 BEOORDELING AARDING STAL.....	74
4.3.1 Conclusie aarding stal	75
4.5 VEILIGHEIDSAARDING VERDEELINRICHTING STAL.....	76
4.5.1 Conclusie veiligheidsaarding verdeelinrichting stal.....	77
4.6 METINGEN ZWERFSPANNINGEN RONDOM BEDRIJF B	78
4.7.1 Conclusie metingen zwerfspanningen rondom bedrijf B.....	82
4.7 VELDSTERKTE METINGEN.....	85
4.7.1 Veldsterktemetingen rondom bedrijf B	85
4.7.2 Conclusie veldsterktemetingen rondom bedrijf B.....	86
5 METINGEN ZWERFSPANNING IN VERSCHILLENDE CONFIGURATIES MET WINDMOLENS, BATTERIJEN, ZONNEPARK EN MOTOREN RWZI AAN OF UIT.....	87
5.1 METING ZWERFSPANNING BEDRIJF A.....	87
5.1.1 Meting zwerfspanning in wachtruimte stal in lengterichting stal.....	88
5.1.2 Meting zwerfspanning in wachtruimte stal in dwarsrichting stal.....	89
5.1.3 Meting zwerfspanning in veld in lengterichting stal	90
5.1.4 Meting zwerfspanning in veld in dwarsrichting stal.....	91
5.1.5 Conclusie zwerfspanningsmeting in verschillende configuraties.....	92
5.2 METING ZWERFSPANNING BEDRIJF B	93
5.2.1 Meting zwerfspanning in stal lengterichting stal.....	94
5.2.2 Meting zwerfspanning in stal dwarsrichting stal	95
5.2.3 Meting zwerfspanning in veld lengterichting stal	96
5.2.4 Meting zwerfspanning in veld dwarsrichting stal	97
5.2.5 Conclusie zwerfspanningsmeting in verschillende configuraties.....	98
6 METING ZWERFSPANNING BIJ TRANSFORMATOREN.....	99
6.1 METINGEN SPANNING OP AARDINGSINSTALLATIE BIJ TRANSFORMATOR BEDRIJF A	99
6.1.1 Conclusie metingen zwerfspanning bij transformator bedrijf A.....	103
6.2 METINGEN ZWERFSPANNING BIJ TRANSFORMATOR BEDRIJF B	104
6.2.1 Conclusie metingen zwerfspanning bij transformator bedrijf B	105

7 CONCLUSIE	106
7.1 ZWERFSTROMEN VANUIT ELEKTRISCHE GEBRUIKTE APPARATUUR	106
7.1.1 Zwerfstromen in relatie met koeien	107
7.2 ZWERFSTROMEN DOOR DE GROND	109
7.2.1 Zwerfstromen door de grond in relatie met frequentie	112
7.2.2 Zwerfstromen door de grond in relatie met RWZI	113
7.2.3 Zwerfstromen door de grond in relatie met windmolens	114
7.2.4 Zwerfstromen die door de grond lopen in relatie met een stal	115
7.3 ONVERKLAARBARE GEBEURTENISSEN OP BEDRIJF A	117
7.3.1 Bij vorige eigenaren op bedrijf ook slechte resultaten op bedrijf	117
7.3.2 Locaties in de stal die door koeien worden gemeden	117
7.3.3 Koeien staan soms in scheve lijn door stal	117
7.3.4 Koeien staan in scheve lijn in wachtruimte	117
7.3.5 Koeien staan soms allemaal met kop in dezelfde richting in wachtruimte	117
7.3.6 Koeien willen soms moeilijk in carrousel komen	117
7.3.7 Koeien reageren op eerste kwart carrousel ander dan op overig gedeelte	118
7.3.8 Koeien zijn op bepaalde momenten lastig in melkstal	118
7.3.9 Koeien trekken op deze momenten melk op in melkstal	118
7.3.10 Momenten dat koeien lastig zijn in carrousel moet veehouder soms overgeven	118
7.3.11 Koeien worden in goede conditie aangekocht en storten op bedrijf A in elkaar	118
7.3.12 Kalversterfte in iglo op de hoek van de stal	118
7.3.13 Gedrag 3 kalveren in iglo dicht bij woonhuis	119
7.3.14 Alle kalfjes in iglo's staan op bepaalde momenten te loeien	119
7.3.15 Twee hondjes die soms gelijktijdig braken in huis	119
7.3.16 Mensen in huis moeten overgeven	119
7.3.17 Mensen in huis die moeten overgeven wanneer ze het huis verlaten	119
7.3.18 Mensen in huis hoofdpijn, spierpijn	119
7.3.19 Mensen in zelfde huis op zelfde momenten wakker	119
7.3.20 Mensen die zich niet prettig voelen in huis	119
7.3.21 Mijn eigen ervaring tijdens het onderzoek	119
7.3.22 Vriend van kinderen in rolstoel met implantaten die huis weer uitvlucht	120
7.3.23 Mensen voelen verandering in middenspanningsnet	120
7.3.24 Veel defecte apparatuur	120
7.3.25 Defecte elektronica in huurtrekker	120
7.3.26 Slechte ontvangst mobieltjes	120
7.3.27 Mensen die zich niet prettig voelen in de stal op de locatie van de vijzel vanaf de silo's	120
7.3.28 Koeien draaien op bepaalde momenten met staarten	120
7.3.29 Koeien lepelen met drinken van water	121
7.3.30 Koeien drinken niet uit waterbakken	121
7.3.31 Verandering koeien na het plaatsen van het netfilter op de elektrische installatie	122
7.3.32 Koeien hebben grote verandering laten zien na plaatsing scheidingstransformator	122
7.3.33 Mensen voelen zich sinds plaatsing scheidingstransformator beter in huis	123
7.3.34 Schapen in weiland	123
7.3.35 NVWA	123
7.4 PROBLEMEN OP HET BEDRIJF B	124
7.4.1 Vleesvee	124
7.4.2 De geiten zijn gestrest	124
7.4.3 Mensen in huis klachten over spierpijn	124
7.4.4 Conditie jonge geiten slechter dan in voorgaande jaren	124
7.4.5 Metingen op bedrijf door onderzoeksbedrijf B	124
8 BEOORDELING REEDS UITGEVOERDE ONDERZOEKEN	125
8.1 DE INVLOED VAN LEKSTROOMBRONNEN OP RUNDVEE	125
Inleiding	125
Conclusie	127

1 Onderzoeksvoorstel	129
2.10 Driepuntsmeting	130
5.5.2 RWZI	130
7 Metingen	131
7.1 Metingen windmolens	131
7.2 Metingen locatie bedrijf A	131
7.3 Metingen locatie burens bedrijf A	131
7.4 Metingen transformatoren	132
8 Detail uitwerkingen metingen	132
8.1 Details metingen externe bronnen	132
8.2 Details metingen windmolens	133
9 Spectraal componenten	133
9.1 Uitwerking windmolens	133
9.2 Uitwerking locatie bedrijf A	134
9.3 Uitwerking meetwaardes referentie componenten	134
12 Drinkwatervoorziening	135
14 Oorspronkelijke situatie	135
14.1 Common Mode metingen	135
14.2 Net na plaatsing filter	135
14.3 Power Quality metingen	135
14.4 Nul-aarde spanning	136
16 Koe data	136
8.2 RAPPORT SPANNINGSKWALITEIT RWZI	137
8.3 RAPPORT SPANNINGSKWALITEIT BEDRIJF A	137
8.4 RAPPORT SPANNINGSKWALITEIT BEDRIJF A	137
BIJLAGES METINGEN	138
FREQUENTIEDOMEIN	138
TIJDDOMEIN	139
BIJLAGE 2.4 UITKOMST METINGEN BIJ VERSCHILLENDE INTERNE WEERSTANDEN KOE	140
BIJLAGE 3 METINGEN ZWERFSPANNINGEN BEDRIJF A	142
<i>Bijlage 3.1 Carrousel De Laval</i>	<i>142</i>
<i>Bijlage 3.1.1 Meting aanraakspanningen in carrousel</i>	<i>142</i>
<i>Bijlage 3.1.3 Metingen afname systeem met melkmeters</i>	<i>145</i>
<i>Bijlage 3.3 Stal</i>	<i>146</i>
<i>Bijlage 3.3.1 Meting aanraakspanningen stal</i>	<i>146</i>
<i>Bijlage 3.3.3 Meting aanraakspanningen waterbakken op 2^e bedrijf van bedrijf A</i>	<i>159</i>
<i>Bijlage 3.5 Meting veiligheids aarding verdeelinrichting stal bedrijf A</i>	<i>160</i>
<i>Bijlage 3.7 Metingen zwerfspanningen rondom de stal</i>	<i>163</i>
BIJLAGE 3.8 VELDSTERKTEMETINGEN OP EN ROND BEDRIJF A	171
BIJLAGE 4 METINGEN ZWERFSPANNINGEN BEDRIJF B	181
<i>Bijlage 4.1 Meting melkstal geiten 2x36 rapid exit</i>	<i>181</i>
<i>Bijlage 4.1.1 Meting aanraakspanningen in melkstal</i>	<i>181</i>
<i>Bijlage 4.1.3 Metingen afname systeem GEA</i>	<i>183</i>
<i>Meting frame melkstal / buisje in melkslang op stand 1</i>	<i>183</i>
<i>Bijlage 4.3 Meting zwerfspanning stal</i>	<i>185</i>
<i>Bijlage 4.5 Meting veiligheids aarding hoofdverdeelinrichting stal</i>	<i>191</i>
<i>Bijlage 4.6 Metingen zwerfspanningen rondom stal bedrijf B</i>	<i>192</i>
<i>Bijlage 4.7 Veldsterkte metingen rondom bedrijf B</i>	<i>202</i>
BIJLAGE 5 METINGEN ZWERFSPANNING IN VERSCHILLENDE CONFIGURATIES MET WINDMOLENS, BATTERIJEN EN ZONNEPARK EN MOTOREN RWZI	205
<i>Bijlage 5.1 Meting zwerfspanning bedrijf A</i>	<i>205</i>
<i>Bijlage 5.1.1 Meting zwerfspanning in stal in lengterichting stal</i>	<i>205</i>
<i>Bijlage 5.1.2 Meting zwerfspanning in stal dwarsrichting stal</i>	<i>208</i>
<i>Bijlage 5.1.3 Meting zwerfspanning in veld lengterichting stal</i>	<i>210</i>
<i>Bijlage 5.1.4 Meting zwerfspanning veld dwarsrichting stal</i>	<i>212</i>

BIJLAGE 5.2 METING ZWERFSPANNING BEDRIJF B.....	214
<i>Bijlage 5.2.1 Meting zwerfspanning in stal lengterichting stal</i>	<i>214</i>
<i>Bijlage 5.2.2 Meting zwerfspanning in stal dwarsrichting stal</i>	<i>216</i>
<i>Bijlage 5.2.3 Meting zwerfspanning in veld lengterichting stal</i>	<i>217</i>
<i>Bijlage 5.2.4 Meting zwerfspanning veld dwarsrichting stal</i>	<i>219</i>
BIJLAGE 6 METING ZWERFSPANNING BIJ TRANSFORMATOREN	222
<i>Bijlage 6.1 Metingen zwerfspanning bij transformator bedrijf A.....</i>	<i>222</i>
<i>Spanningsmeting vanaf transformator bedrijf A richting transformator buren</i>	<i>222</i>
<i>Spanningsmeting vanaf transformator bedrijf A richting windmolen 5 achter bedrijf</i>	<i>227</i>
<i>Spanningsmeting vanaf transformator bedrijf A richting transformator buren</i>	<i>229</i>
<i>Bijlage 6.2 Metingen zwerfspanning bij transformator bedrijf B.....</i>	<i>231</i>

1 Basisgegevens

1.1 Objectgegevens

Naam : Bedrijf A Bedrijf B
 Adres :
 Postcode/plaats :
 Contactpersoon :
 Telefoonnummer :
 Emailadres :

1.2 Opdrachtgever

Naam : Provincie Zuid-Holland
 Adres : Postbus 90602
 Postcode/plaats : 2509 LP Den Haag
 Telefoonnummer :
 Contactpersoon : Provincie Zuid-Holland:
 Telefoonnummer :
 E-mail :
 Contactpersoon : Gemeente Goeree Overflakkee:
 Telefoonnummer :
 E-mail :

1.3 Opdrachtnemer

Naam : Van der Heide Bliksembeveiliging Inspecties B.V.
 Adres :
 Postcode/plaats :
 Telefoonnummer :
 Contactpersoon :
 E-mail :

1.4 Inspectie gegevens

Inspecteur : De heer K. Veenstra
 Inspectiedatum : 28, 29 november, 5 en 13 december 2024

1.5 Rapportage

Rapportnummer : Project 1346735 2024 rev 1
 aanpassing i.v.m. AVG
 Opgesteld door : De heer K. Veenstra
 Datum :
 Revisie 1 : 04-02-2025

1.6 Media



: www.vanderheide.nl



: [LinkedIn van der Heide Groep](#)



: Twitter [@elkedagveilig](#)



: Bedrijfsfilm [Mens, organisatie en installatie](#)

Samenvatting

Inleiding

Vanuit de Gemeente Goeree Overflakkee in combinatie met Provincie Zuid-Holland is aan Van der Heide gevraagd om een second opinion te geven op het onderzoek wat door onderzoeksbedrijf B is uitgevoerd naar aanleiding van problemen bij melkveebedrijf A.

Door onderzoeksbedrijf B zijn metingen in en rondom het bedrijf A uitgevoerd die zijn verwoord in het rapport De invloed van lekstroombronnen op rundvee

Door onderzoeksbedrijf B is in dit rapport de conclusie gesteld dat er een verband is tussen de reacties van de dieren op het bedrijf A en de invloed vanuit windmolens, de RWZI en de middenspanningsaarde.

Aan van der Heide is gevraagd om ook een onderzoek te doen op het gebied van zwerfspanningen. Hierbij is de vraag gesteld om naast het veehouderij bedrijf A ook onderzoek uit te voeren bij bedrijf B waar problemen aanwezig in de bedrijfsvoering met geiten.

Voorafgaand aan het onderzoek is een werkomschrijving opgesteld waarin de uitgangspunten voor het onderzoek zijn omschreven.

Zwerfspanningen

Tijdens het door Van der Heide uitgevoerde onderzoek zijn zwerfspanningsmetingen uitgevoerd rondom de bedrijven A en B

Om de metingen vanuit dit rapport te kunnen vergelijken met de metingen zoals door onderzoeksbedrijf B zijn uitgevoerd zijn deze ook uitgevoerd op dezelfde afstand van 5 meter.

Om een stroomdoorgang door een koe te kunnen bepalen dient bij een meting een "kunstkoe" te worden gebruikt die de inwendige weerstand van een koe simuleert. Wanneer deze over de meting wordt geplaatst kan eenvoudig de stroomdoorgang door een koe worden uitgerekend.

Om het verschil in uitkomst te laten zien zijn twee metingen gecombineerd, de ene meting zonder en de andere meting met "kunstkoe"

De uitkomst van alle metingen zijn in tabel vorm weergegeven met daarin de uitgerekende spanning die over een koe staat met de daarbij behorende stroomdoorgang door een koe.

Alle metingen die tijdens het onderzoek zijn uitgevoerd zijn in de bijlages weergegeven.

In het veld zijn bij beide bedrijven op vier plaatsen rondom het bedrijf zwerfspanning metingen uitgevoerd. In het veld zijn bij beide bedrijven zwerfspanning metingen uitgevoerd op een plaats in het bedrijf en ook buiten het bedrijf in verschillende configuraties met windmolens, batterijen, zonnepark en motoren RWZI aan of uit.

De uitkomst van de metingen van zwerfspanningen in het veld is dat de stroomdoorgang die door de aanwezigheid van zwerfstromen in de grond door een koe kan gaan lopen minder is dan een micro Ampère. Een micro Ampère is het duizendste deel van een milli Ampère. Van een stroomdoorgang van minder dan een micro Ampère mag aangenomen worden dat dit geen reactie op zal leveren voor levende have.

Deze zwerfstromen lopen ook door de stallen van beide bedrijven. Deze stroompjes van buitenaf kunnen in een stal geen spanningsverschillen veroorzaken die groter kan zijn dan buiten in de grond.

Deze zwerfstroompjes ontstaan doordat het gehele hoogspanningsnet (150kV, 50kV, 23 kV en 13 kV) en laagspanningsnet (400V) aan elkaar gekoppeld zijn. Als onderdeel van deze elektrische installaties zijn aardingsinstallaties toegepast. Tussen de aardingsinstallaties van de elektrische installaties onderling ontstaan kleine spanningsverschillen waardoor er vereffeningsstroompjes door de grond gaan lopen.

Conclusie

De probleemstelling met vee op beide bedrijven wordt niet veroorzaakt door zwerfstromen van buiten het bedrijf.

Verschuinselen bij mensen

Dat er bij beide bedrijven problemen zijn met het vee is tijdens het onderzoek meer dan duidelijk geworden.

Bij de dieren vinden er veel onverklaarbare gebeurtenissen plaats waar geen duidelijke oorzaak voor aan te tonen is.

Wat er bij beide bedrijven ook meespeelt dat gezinsleden in huis kampen met spierpijn, hoofdpijn, misselijkheid wat soms zo erg is dat er zelfs overgegeven moet worden.

Dit speelt bij beide gezinnen bij alle gezinsleden.

Het mag duidelijk zijn dat dit geen psychologisch effect kan zijn.

2 Spanningsverschillen bij koeien

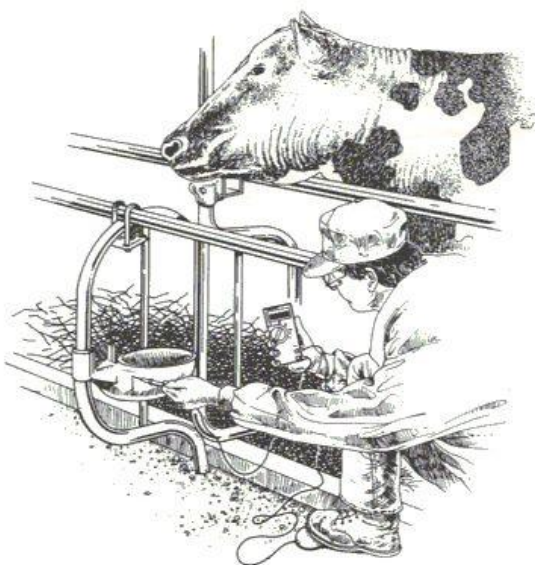
Ongeveer in 1990 is voor het eerst een vraagstelling bij Van der Heide neergelegd betreffende een stal waar spanningsverschillen mogelijk de oorzaak waren van onrust van koeien. Aan Van der Heide, als specialist op het gebied van aarding- en bliksembeveiliging, betrof dit een vraagstuk waar men graag op in wilde gaan.

Als aardingsbedrijf weten wij natuurlijk al te goed dat door aarding, spanningsverschillen weggenomen kunnen worden. Het begin van dit vraagstuk begon met het onderzoek naar wat bekend is op het gebied van probleemstellingen, betreffende onrust van koeien, ten aanzien van spanningen. Destijds in 1990 maar zelfs op dit moment is er in Nederlandse documentatie bitter weinig te vinden over deze materie. Wanneer internet hierop wordt geraadpleegd, blijkt deze probleemstelling zich vooral af te spelen in Amerika. Doordat in Amerika een ander stroomstelsel als in Nederland wordt toegepast, blijkt dat daardoor op veel boerderijen, problemen ontstaan door zwerfspanningen.

De zwerfspanningen ontstaan in Amerika doordat de aarde door het toegepaste stroomstelsel als retourleiding voor stromen wordt gebruikt. Doordat wij in Nederland alleen maar stroomstelsels kennen waarbij retourstromen via de kabel lopen, bestaat deze vorm van zwerfstromen in Nederland dus niet. Op internet is tegenwoordig veel informatie te vinden over deze vorm van zwerfspanningen in combinatie met koeien onder de zoekwoorden: "stray voltage, dairy, cows".

Op internet is onder andere te vinden dat op Amerikaanse universiteiten veel onderzoek is gedaan naar dit fenomeen. Als proeven hebben ze bijvoorbeeld twee koppels met hetzelfde aantal koeien in een gelijkwaardige stal geplaatst. In de ene stal hebben ze vervolgens een regelbare spanning op de waterbak gezet terwijl dit in de andere stal niet gedaan is. Hierdoor kan in twee vergelijkbare situaties met alleen het verschil van de spanning op de waterbak worden beoordeeld of dit en bij welke spanningen dit effect heeft op het drinkgedrag van de koeien. De uitkomsten van deze onderzoeken geven aan dat een koe gevoelig is voor spanningsverschillen vanaf 0,5 Volt wisselspanning.

Tijdens de door van der Heide uitgevoerde onderzoeken op dit gebied, hanteren wij als uitgangspunt dat een koe gevoelig is voor spanningsverschillen vanaf 0,25 Volt. De reden hiervoor is dat de probleemstelling in Nederland niet voortkomt vanuit de opbouw van de elektrische installatie zoals in Amerika het geval is. En dat Van der Heide daarbij de ervaring heeft dat eventueel aanwezige spanningsverschillen door potentiaalvereffening eenvoudig vereffend kunnen worden. Sinds het begin in 1990 zijn inmiddels door Van der Heide honderden stallen onderzocht op spanningsproblematiek en onrust met vee.



2.1 Stroomdoorgang door een mens

Spanning en stroom

Ik kan 230 Volt spanning in het stopcontact meten. Als er niets is aangesloten, loopt er geen stroom, maar de spanning staat er wel maar er gebeurt niets. Als ik met mijn vingers een spijker in dat stopcontact duw, dan gaat er een stroom lopen door mijn lichaam. Als ik met blote voeten op een geaarde ondergrond sta dan loopt er ongeveer $230\text{V} / 1000\text{ Ohm}$ (inwendige weerstand mens) = 230mA (milli-Ampere). Als ik niet van schrik loslaat ben ik na enkele seconden dood als gevolg van die stroom.

Als ik op een rubberen of dikke plastic mat ga staan, dan wil er geen stroom lopen door die mat, en dan ik rustig een spijker in het stopcontact steken. Ikzelf sta dan "onder spanning", op 230 V maar er loopt geen stroom. In plaats van een rubber mat kan ik ook een ander isolerend materiaal gebruiken. Bijvoorbeeld een goed geïsoleerde schroevendraaier, of een rubberen handschoen. Dat wordt dus door elektramonteurs gebruikt om zichzelf te beschermen (VDE-schroevendraaiers, bijvoorbeeld). Het gaat dus om de stroom.

Rond 50mA gaat het hart fibrilleren, en dat is dodelijk. 30mA is de waarde van onze aardlekschakelaar in de meterkast. Rond die waarde zal bij de gemiddelde mens de spieren reageren, inclusief de hartspieren. Je hebt dan minder dan een seconde de tijd om los te laten voordat het gevaarlijk wordt. 10mA is een kritische waarde voor langdurige blootstelling (dus meerdere seconden, en dan treedt er hartstilstand op)

Als grenswaarde wordt 1mA (1 milli Ampère) gemeld als de grenswaarde dat we de stroom kunnen voelen in de vingers. De stroom verdeelt zich echter gelijk over het lichaam, van hand naar de voeten.

De ICNIRP-eis (die in Nederland als eis wordt gehanteerd voor blootstelling van mensen) stelt $10\text{mA}/\text{m}^2$, ofwel hoe groter de doorsnede van het lichaam, des te meer stroom mag er lopen.

Het is dan ook niet verwonderlijk dat het meest gevoelige deel de tong is. Daarvoor wordt door enkele onderzoekers gerapporteerd (1965) dat $0,045\text{mA}$ de waarde is waar we de stroom kunnen waarnemen.

Voor een mens wordt een lichaamsweerstand van 1000 Ohm aangehouden.

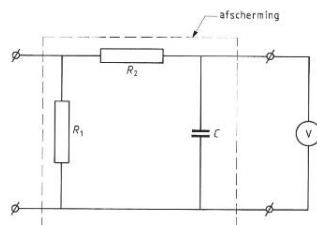
Deze waarde zie je in verschillende Nederlandse normen die rekening houden met stroomdoorgang door het menselijk lichaam terug.

2.1.1 NEN 1010 veiligheidsbepalingen voor laagspanningsinstallaties

“Kunstpatiënt”

In de norm NEN 1010 veiligheidsbepalingen voor laagspanningsinstallaties wordt met name in medische ruimtes rubriek 710 rekening gehouden bij het meten van aanraakspanningen.

Hierbij wordt een “kunstpatiënt” gesimuleerd waarbij een weerstand van 1000 Ohm over de meting wordt geplaatst.



Legenda

R_1 1 k Ω $\pm$ 1%

R_2 10 k Ω $\pm$ 5%

C 15 nF $\pm$ 5%

V voltmeter met hoge ingangsimpedantie

OPMERKING Bij deze meetschakeling wordt het gedeelte tussen de aansluitklemmen ook wel de kunstpatiënt genoemd.

Figuur 710.1 — Meetschakeling voor het meten van lekstromen (zie 710.61.3.4)

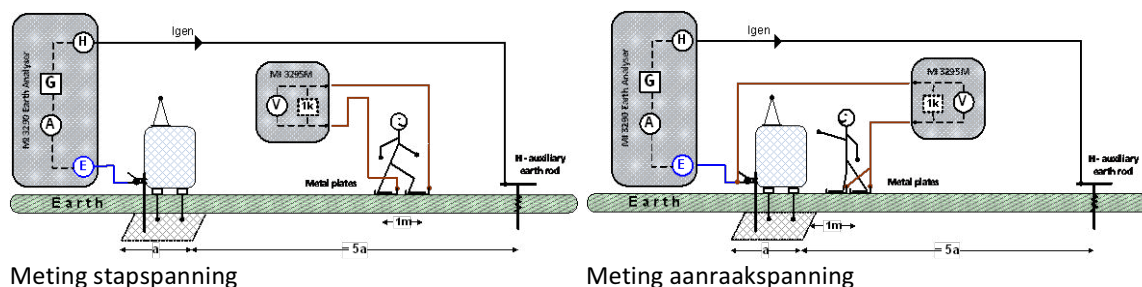
kunstpatiënt uit NEN 1010 rubriek 710 medische ruimtes

2.1.2 NEN-EN 50522 Aarding van hoogspanningsinstallaties van meer dan 1 kV wisselspanning

Van der Heide wordt veel betrokken om stap en aanraakspanningen te meten in hoogspanningsinstallaties. Daarbij wordt een stroom door middel van een generator via een injectiepunt op afstand van een station geïnjecteerd en worden vervolgens metingen uitgevoerd in de hoogspanningstuin van het station om de daar optredende stap en aanraakspanningen te meten.

De NEN-EN 50522:2010 Aarding van hoogspanningsinstallaties van meer dan 1 kV wisselspanning schrijven bij dit soort metingen ook een weerstand van 1000 Ohm voor als simulatie van de lichaamsweerstand van een mens die over de meting voor stap en aanraakspanningen wordt geplaatst.

In meetapparatuur die hiervoor wordt gebruikt zit deze weerstand standaard ingebouwd.



De meetmethodiek en wijze van meten voor het meten van stap en aanraakspanningen volgens de norm **NEN-EN 50522:2010 Aarding van hoogspanningsinstallaties van meer dan 1 kV wisselspanning** sluit mooi aan op het meten van stap en aanraakspanningen die tijdens een onderzoek op het gebied van spanningsverschillen in een stal worden gedaan.

Onderstaand is het gedeelte vanuit de norm NEN-EN 50522:2010 hoogspanningsinstallaties van meer dan 1 kV wisselspanning voor het meten van de stap en aanraakspanningen.

NEN-EN 50522:2010 Aarding van hoogspanningsinstallaties van meer dan 1 kV wisselspanning

Bijlage H

Het meten van aanraakspanningen

Voor het meten van aanraakspanningen moet een stroominjectie methode worden toegepast

Bij de aanraakspanning moet worden uitgegaan van een weerstand van het menselijk lichaam van 1 k. Ohm = 1000 Ohm

De meetelektrode(n) voor het simuleren van de voeten moet(en) een totaal oppervlak hebben van 400 cm² En op de aarde drukken met een totale kracht van ten minste 500 N

Indien met extra weerstanden geen rekening behoeft te worden gehouden, mag in plaats van de meetelektrode een sonde worden gebruikt die ten minste 20 cm in de grond wordt geslagen. Om de aanraakspanning op een willekeurig deel van de installatie te meten, moet de elektrode op een afstand van 1 meter vanaf het bereikbare deel van de installatie worden geplaatst. Voor beton of droge grond moet dit op een natte doek of een laagje water zijn. Een spitse elektrode voor het simuleren van de hand moet met zekerheid door de verflaag (geen isolatie) kunnen dringen. Een aansluitklem van de voltmeter is met de elektrode van de handsimulatie verbonden, de andere aansluitklem met de elektrode voor de voetsimulatie.

Het volstaat om deze metingen in een hoogspanningsstation steekproefsgewijs uit te voeren.

2.2 Stroomdoorgang door een koe

Een verdwaalde elektrische stroom (zwerfstroom) die door het lichaam van een koe gaat, kan een verminderde melkproductie en gezondheidsproblemen veroorzaken. Een verminderde melkproductie en de kosten voor de behandeling van de gezondheidsproblemen van de koe kunnen leiden tot aanzienlijke economische verliezen.

Symptomen

De reactie van dieren op zwerfspanningen varieert met de hoeveelheid van de spanning. Koeien zijn gevoeliger voor kleine spanningen dan mensen en zullen reageren op spanningen die mensen niet kunnen voelen. Een of meer van de volgende symptomen kunnen erop wijzen dat er zwerfspanningen bestaan in een stal.

Koeien aarzelen om de melkstal binnen te gaan.

Ze kunnen de melkstal uitstomen of rennen wanneer ze worden losgelaten.

Overmatig mesten in de melkstal

Koeien dansen of stappen constant rond terwijl ze in de melkstal zijn.

De normale melkafgifte wordt onderbroken (optrekken melk), waardoor er meer tijd nodig is voor het melken.

Uierirritatie kan worden veroorzaakt door onvolledige melking, waardoor de kans op mastitis toeneemt.

Als koeien tijdens het eten worden blootgesteld aan zwerfspanningen, zullen ze terughoudend zijn om te eten.

De voeropname wordt verminderd.

De wateropname wordt verminderd

Elk van deze symptomen wordt in verband gebracht met stress, verminderde inname van voedingsstoffen of ziekte. Dit alles zal leiden tot een daling van de melkproductie.

Nervositeit kan ook worden veroorzaakt door andere factoren, zoals defecte melkapparatuur of ruwe behandeling.

Uit uitgevoerde onderzoeken die in het verleden voornamelijk in Amerika zijn uitgevoerd is aangetoond dat een koe reageert op een stroomdoorgang door het lichaam vanaf 1 milli Ampère. Wanneer je weet dat de weerstand van een koe tussen verschillende ledematen ongeveer 500 Ohm is dient er om een stroom van 1 milli Ampère door het lichaam van een koe te laten lopen een spanningsverschil van minimaal $1 \text{ milli Ampère} \times 500 \text{ Ohm} = 500 \text{ milli Volt}$ (0,5 Volt) aanwezig te zijn.

Onderdeel	Gemiddelde weerstandswaarde in Ohm vanuit onderzoeken	Gemeten weerstandswaardes In Ohm vanuit onderzoeken
Mond/ alle hoeven	350	324 – 393
Mond/ achterste hoeven	475	345 – 776
Mond/ voorste hoeven	624	420 – 851
Voorste poot/ achterste poot	300	250 – 405
Voorste hoeven/ achterste hoeven	734	496 – 1152
Romp/ alle hoeven	680	420 – 1220
Borst/ alle hoeven	980 1000	700 – 1230 -
Tanden/ mond	433	294 – 713
Tanden/ alle hoeven	594 880	402 - 953 640 – 1150
Tanden/ achterste hoeven	710	503/ 1203
Tanden/ voorste hoeven	874	593 – 1508
Alle tanden/ alle hoeven	1320	860 – 1960
Uiers/ alle hoeven	630	510 - 980

Weerstand van een koe: bron Journal of Dairy Science 68, 1985

Uitgangspunt gevoeligheid koe vanuit onderzoeken in Amerika

Vanuit onderzoeken op het gebied van zwerfspanningen in relatie met koeien die in het verleden in Amerika zijn uitgevoerd is aangenomen dat een koe gevoelig is voor spanningsverschillen vanaf 0,5 Volt wisselspanning en een stroomdoorgang van 1 milli Ampère. De daarbij behorende interne lichaamsweerstand van een koe bedraagt 500 Ohm.

Uitgangspunt gevoeligheid koe vanuit onderzoeken in Amerika				
Spanningsniveau	Waarneming	Gedrag	Productieverlies	Stroomdoorgang
0,5 Volt	Minder dan 1 van de 50 koeien	Geen verandering	Geen productieverlies	0,001 Ampère = 1 milli Ampère
1 Volt	Minder dan 1 op de 10 koeien	Geen verandering	Geen productieverlies	0,002 Ampère = 2 milli Ampère
2 Volt	Meerderheid van de koeien	Korte termijn veranderingen Met sommige dieren	Geen productieverlies	0,004 Ampère = 4 milli Ampère

Spanningsniveau

Het spanningsniveau is een worstcase-situatie voor een spanning tussen twee punten die een dier aanraakt. Een voorbeeld is een koe die op een natte roostervloer of aarde staat en met zijn neus een metalen waterbak aanraakt. (Als een weerstand tussen mond en alle hoeven wordt aangehouden van 350 Ohm)

Voor een meer gangbare situatie waarbij een koe op betonroosters staat moet het spanningsniveau ongeveer twee keer zo hoog zijn om dezelfde stroomdoorgang door de koe te krijgen.

(Als een weerstand tussen voorste en achterste hoeven wordt aangehouden van 734 Ohm)

Waarneming

Waarneming is de eerste bewustwording van stroom bij een dier.

Gedrag

Gedragsreactie is een verandering in gedrag, meestal waargenomen als een dier dat een object of gebied vermijdt.

Productieverlies

Productieverlies is een daling van de verwachte prestatie, vaak in verband met een daling van de water- of voerconsumptie gedurende een langere periode.

Stroomdoorgang

De stroomdoorgang die ten gevolge van een spanningsverschil door een koe kan lopen

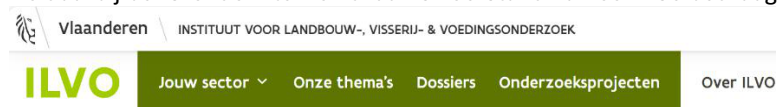
Uitgangspunt gevoeligheid koe in brochure van ILVO en Fedagrim zwerfstromen in de melkstal

Door ILVO Instituut voor landbouw, visserij en voedingsonderzoek en Fedagrim federatie voor landbouw- en tuinmechanisatie België is een brochure zwerfstromen in de melkstal uitgegeven.

https://ilvo.vlaanderen.be/uploads/documents/Fedagrim_Broch_Zwerfstromen_melkstal_2022-05-02-115404.pdf

In deze brochure wordt aangenomen dat een koe gevoelig is voor spanningsverschillen vanaf 1,0 Volt (1000 milli Volt) wisselspanning en een stroomdoorgang van 1 milli Ampère.

De daarbij behorende interne lichaamsweerstand van een koe bedraagt 1000 Ohm.



Bij de primaire kant wordt de minpool van de voltmeter (met daarop parallel een weerstand van 1.000 Ohm) verbonden met de aarding. Vervolgens wordt de pluspool in contact gebracht met de metalen structuren in de stal. Als norm wordt hier een maximaal spanningsverschil van 1V gehanteerd.

<https://ilvo.vlaanderen.be/nl/dossiers/zwerfstromen-in-de-melkveestal>

Uitgangspunt gevoeligheid koe Van der Heide

Van der Heide hanteert bij een onderzoek een maximale toegestane waarde van 250 milli Volt en een stroomdoorgang van een koe van 0,5 milli Ampère. De daarbij behorende interne lichaamsweerstand van een koe bedraagt 500 Ohm die uit onderzoeken bepaald is.

Uitgangspunt gevoeligheid koe onderzoeksbedrijf B

Onderzoeksbedrijf B hanteert als uitgangspunt een maximale toegestane waarde van 100 milli Volt en een stroomdoorgang van een koe van 0,1 milli Ampère. De daarbij behorende interne lichaamsweerstand van een koe bedraagt 1000 Ohm die door hem zelf beredeneerd is.

Onderzoeksbedrijf B heeft uit “ervaring” ook geleerd dat een koe reageert op frequenties van 0 tot 150 kilo Hertz.

2.2.1 Uitgangspunt voor gevoeligheid koe voor dit onderzoek

Als uitgangspunt voor de gevoeligheid van een koe tijdens dit onderzoek is door Van der Heide uitgegaan van de door onderzoeksbedrijf B gehanteerde 1000 Ohm interne lichaamsweerstand van een koe en een maximale toegestane waarde van 100 milli Volt.

Gevoeligheid tong van een koe

Als grenswaarde wordt 1mA (1 milli Ampère) gemeld als stroom die een mens kan voelen in de vingers. De stroom verdeelt zich echter gelijk over het lichaam, van hand naar de voeten.

De ICNIRP-eis (die in Nederland als eis wordt gehanteerd voor blootstelling van mensen) stelt 10 mA/m^2 , ofwel hoe groter de doorsnede van het lichaam, des te meer stroom mag er lopen.

Daarnaast is het ook niet verwonderlijk dat het meest gevoelige deel van een mens de tong is. Daarvoor wordt door enkele onderzoekers gerapporteerd (1965) dat 0,045mA de waarde is waar we de stroom kunnen waarnemen.

Wanneer je dit vertaald naar de gevoeligheid van de tong van een koe zou deze 0,045 mA daarbij een uitgangspunt kunnen zijn. In vergelijking is de tong van een koe in ieder geval minstens 20 x zo groot als die van een mens waardoor we eigenlijk weer ongeveer op het uitgangspunt van onderzoeksbedrijf B uitkomen als gevoeligheid van $0,045 \times 20 =$ ongeveer 0,1 mA

Bij het drinken van water uit een bak wordt de stroom die door een koe kan lopen beperkt door de geleidbaarheid van water zelf maar ook door de inwendige weerstand van een koe.

Aangezien zoet water zelf een hoge soortelijke weerstand heeft die veel hoger is dan de inwendige weerstand van een koe zal dit een stroomdoorgang door een koe drastisch verminderen.

Gevoeligheid spenen van een koe

Dat de tong van een koe mogelijk een hogere gevoeligheid kent als overige plekken op het lichaam geldt dit mogelijk ook voor de spenen. Een speen heeft tenslotte ook een open verbinding naar binnen.

Mogelijk dient voor de spenen ook dezelfde gevoeligheid als bij een tong te worden gehanteerd. Bij de spenen dient dan het oppervlak van alle vier spenen ook te worden vergeleken met de menselijke tong. Dit zal ook ongeveer dezelfde uitkomst geven van gevoeligheid van $0,045 \times 20 =$ ongeveer 0,1 mA

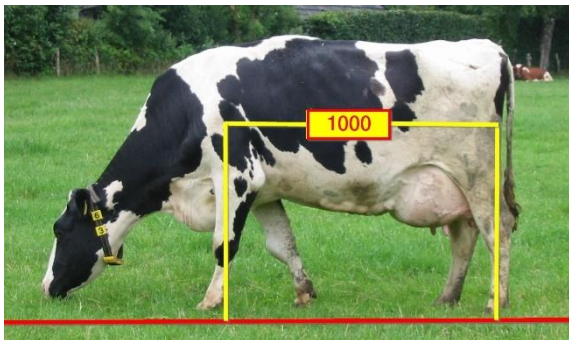
De stroom die door een speen van een koe kan stromen kan worden veroorzaakt doordat in de melkmetering gebruikt wordt gemaakt van sensoren waarop een spanning aanwezig is.

In onderzoeken die door Van der Heide wordt uitgevoerd wordt ook altijd aangegeven dat over de spanning die vanuit de melkmeting op een speen wordt gemeten geen uitspraak kan worden gegeven omdat daar geen uitgangspunten voor bekend zijn. Het advies wat daarbij gegeven wordt is om als proef bij een aantal koeien die tijdens het melken altijd lastig zijn gedurende een week de melking op een melkemmer te doen buiten de melkmeting om. Hiermee kan eenvoudig worden aangetoond of de melkmeting inderdaad invloed heeft.

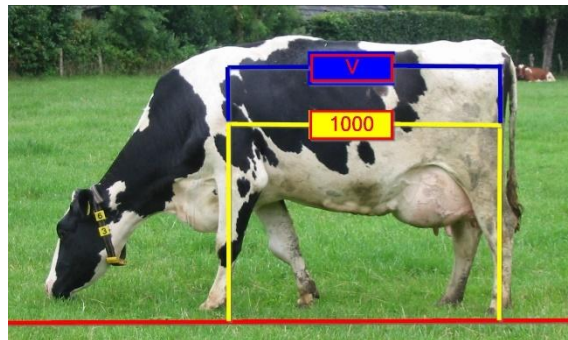
Bij het melken van een koe wordt de stroom die door een koe kan lopen beperkt door de geleidbaarheid van melk zelf maar ook door de inwendige weerstand van een koe.

Aangezien melk zelf een hoge soortelijke weerstand heeft die veel groter is dan de inwendige weerstand van een koe zal dit een stroomdoorgang via de spenen door een koe drastisch verminderen.

2.2.2 “Kunstkoe”



Kunstkoe met interne weerstand 1000 Ohm



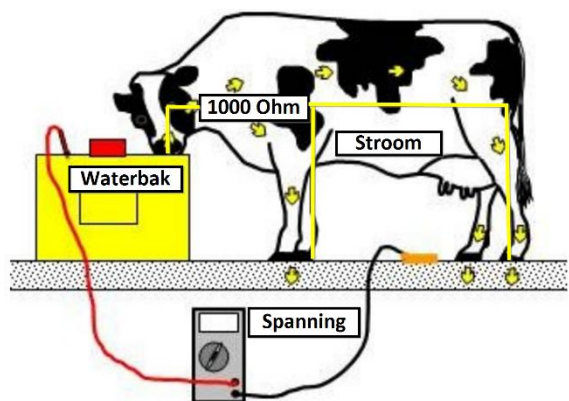
Spanningsmeting over gesimuleerde koe

Wanneer een zwerfstroom (rode lijn) door de grond of door de betonvloer van een stal loopt zal deze bij aanwezigheid van een koe op deze ondergrond zich opdelen door de grond en door de koe. Om te bepalen welke stroomdoorgang hierbij door de koe kan lopen dient over de meting een “kunstkoe” met een interne weerstand te worden geplaatst die een inwendige weerstand van een koe simuleert. Hierbij kan de spanning over de “kunstkoe” worden gemeten en kan de stroom die door een koe kan lopen worden uitgerekend.

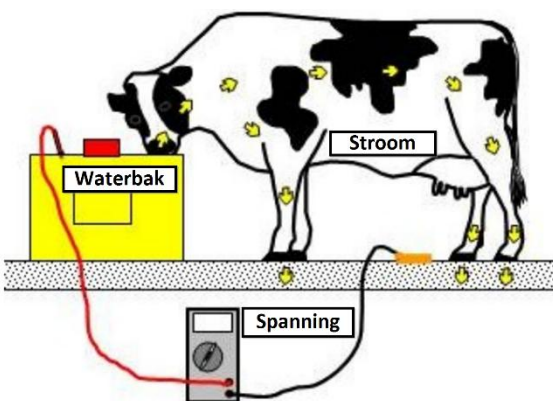
Door onderzoeksbedrijf B zijn metingen in het veld uitgevoerd om aanwezige frequenties aan te tonen. Deze metingen zijn uitgevoerd op een afstand van 5 meter. Om deze reeds uitgevoerde metingen te kunnen vergelijken met de metingen die tijdens dit onderzoek worden uitgevoerd zullen de metingen van Van der Heide ook op een afstand van 5 meter worden uitgevoerd.

Omdat de koeien in Nederland kleiner zijn dan deze 5 meter is er vanuit gegaan dat deze maar 1 / 3 van deze 5 meter zijn. Om de gemeten spanningen in relatie te brengen met de gevoeligheid van een koe dient over de meting die op een afstand van 5 meter wordt uitgevoerd van een “kunstkoe” te worden uitgegaan met een interne weerstand van $3 \times 1000 \text{ Ohm} = 3000 \text{ Ohm}$ die over de meting wordt geplaatst.

Bij alle metingen die op 5 meter worden uitgevoerd zijn twee metingen gecombineerd
De eerste meting is zonder kunstkoe zoals ook door onderzoeksbedrijf B is gemeten
De tweede meting is de stapspanning met “kunstkoe van 3000 Ohm”



Koe met interne weerstand 1000 Ohm



Spanningsmeting op waterbak

Bij metingen in de stal tussen de verschillende door een koe aanraakbare metalen delen dient een “kunstkoe” te worden gebruikt met een inwendige weerstand van 1000 Ohm.

2.3 Te gebruiken meetapparatuur om zwerfspanningen te meten

Bij het onderzoek om zwerfspanningen te meten zal onder andere gebruik worden gemaakt van de volgende meetapparatuur:

Picoscope 5242D
Flexible Resolution USB Oscilloscope
Frequentiebereik 0 tot 60 Mega Hertz

Fluke 867B
Graphical multimeter
Frequentiebereik 0 tot 300 kilo Hertz

Fluke 80i-110s
AC/DC stroommeetprobe

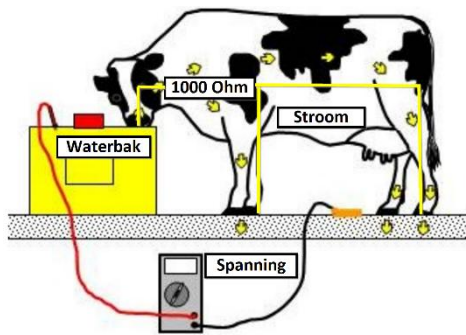
Meetelektrodes

Meetsondes

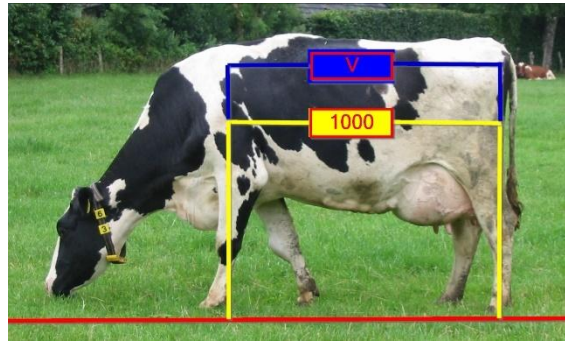
Picoscope 5242D

Een PC-oscilloscoop is een meetinstrument dat bestaat uit een hardware apparaat en een oscilloscoop-programma op een PC. Oscilloscopen waren oorspronkelijk zelfstandige instrumenten zonder capaciteit voor signaalverwerking of meting. Opslag was alleen beschikbaar met hoge extra kosten. Later begonnen oscilloscopen gebruik te maken van nieuwe digitale technologie om meer functies te introduceren, maar het bleven zeer gespecialiseerde en dure instrumenten. PC-oscilloscopen zijn de laatste stap in de evolutie van oscilloscopen en combineren de meetkracht van de oscilloscoop van Pico Technology met het gemak van de PC die al op uw bureau staat.





Meting aanraakspanning koe



Meting stapspanning koe

Aanraakspanning

Voor het meten van aanraakspanningen wordt de meter aangesloten tussen het te meten metalen deel die door een koe kan worden aangeraakt en de meetelektrode die op de beton of roostervloer is aangebracht.

Stapspanning

Voor het meten van stapspanningen wordt de meter aangesloten op twee meetsondes die in de grond of twee meetelektroden die op de beton of roostervloer worden aangebracht.



Beeld wat de picoscope op het beeldscherm weergeeft

Van de metingen kan met de picoscope tegelijk een grafiek worden getoond van het frequentiedomein (spectrum) en van het tijdsdomein (scope).

Metingen

De meter kan zelfs vanuit de metingen de frequentie met de hoogste piek, de amplitude (spanning) van de frequentie met de hoogste piek en de maximale gemeten RMS spanning over een bepaalde tijd aangeven.

2.3.1 Frequentiedomein (spectrum)

Het frequentiespectrum geeft in een grafiek aan welke frequenties aanwezig zijn en met welke sterkte. Met de meter kan de frequentie met de hoogste gemeten piekspanning worden getoond. Van deze frequentie met de hoogst gemeten piekspanning wordt de amplitude (Spanning) getoond. De weergave van deze amplitude van de hoogste piek wordt in dBV aangegeven.

Om de amplitude (spanning) van de hoogste piek die in dBV wordt aangegeven om te rekenen kan de omreken tabel worden gebruikt die in [Bijlages frequentiedomein](#) is getoond

Bij een spanningsmeting over 5 meter worden twee metingen in het frequentie spectrum gecombineerd. De eerste meting die in **blauw** wordt weergegeven is zonder kunstkoe zoals door onderzoeksbedrijf B is gemeten. De tweede meting die in **rood** wordt weergegeven is de stapspanning met "kunstkoe van 3000 Ohm"

2.3.2 Tijdsdomein (scope)

Vanuit de meting die in het tijdsdomein (scope) is uitgevoerd geeft de meter de grafiek weer. Met de meter kan de maximale gemeten RMS spanning worden weergegeven. Deze totaalspanning bepaald welke stroomdoorgang er door een koe plaats kan vinden.

Bij een spanningsmeting over 5 meter worden twee metingen in het tijdsdomein gecombineerd. De eerste meting die in **blauw** wordt weergegeven is zonder kunstkoe zoals ook door onderzoeksbedrijf B is gemeten. De tweede meting die in **rood** wordt weergegeven is de stapspanning met "kunstkoe van 3000 Ohm"

Van een meting die is uitgevoerd wordt in het hoofdstuk Bijlages de werkelijke meting getoond.

2.3.3 Metingen

Met de functie metingen worden de metingen die in de grafiek worden getoond cijfermatig weergegeven. Bij een spanningsmeting over 5 meter worden twee metingen in het frequentiedomein (spectrum) en het tijdsdomein (scope) gecombineerd. De eerste meting die in **blauw** wordt weergegeven is zonder kunstkoe zoals ook door onderzoeksbedrijf B is gemeten. De tweede meting die in **rood** wordt weergegeven is de stapspanning met "kunstkoe van 3000 Ohm"

Bij de uitkomst van metingen komen de kleuren **blauw** en **rood** ook weer overeen met de uitgevoerde metingen.

Metingen

Amplitude hoogste piek	min max	Amplitude hoogste piek	min max
Frequentie hoogste piek	min max	Frequentie hoogste piek	min max
RMS spanning	min max	RMS spanning	min max

De maximale aangegeven waardes van elke meting is gebruikt als waarde om de spanning die over een koe kan staan en de daarbij behorende stroomdoorgang door een koe te kunnen berekenen.

2.3.4 Tabellen met gemeten waardes

Vanuit de metingen worden per gemeten onderdeel de door de meter getoonde waarden in een tabel weergegeven.

Gemeten onderdeel	Frequentiespectrum 0 – 50 kHz			Spanningsmeting		
	Frequentie met hoogste piek in Hz	Amplitude frequentie hoogste piek in dBV	Amplitude Frequentie hoogste piek in mV	Gemeten RMS-spanning op 5 meter in mV	Berekende spanning over koe in mV = Gemeten spanning/ 3	Berekende stroomdoorgang door koe in mA Spanning / 3000 Ohm
Stal lengterichting Windmolens uit Batterij uit Zonnepark aan 28.11.24 11.28.24	31,0860 kHz	-43,52	7,08	12,26	nvt	nvt
	48,5226 kHz	-73,55	0,22	5,512	1,837	0,00183
Stal lengterichting Windmolens uit Batterij aan Zonnepark aan 28-11.24 11.48.07	31,0860 kHz	-43,72	7,08	12,21	nvt	nvt
	49,9617 kHz	-75,38	0,18	4,125	1,375	0,001375

Voorbeeld van een tabel waarin de metingen in cijfers kunnen worden weergegeven.

In dit voorbeeld zijn spanningen gemeten op een afstand van 5 meter

Om deze in relatie te brengen met een koe is ervan uitgegaan dat deze een factor 3 kleiner is

Bij het meten van stapspanningen op een afstand van 5 meter is daarom ook een “kunstkoe” gebruikt met een inwendige weerstand die een factor 3 hoger is dan de normaal gebruikte 1000 Ohm.

De meting die in blauw wordt weergegeven is zonder kunstkoe zoals ook door onderzoeksbedrijf B is gemeten

De meting die in rood wordt weergegeven is de stapspanning met “kunstkoe van 3000 Ohm”

In vet rood zijn de gemeten waardes weergegeven die in relatie staan met een koe

Berekende spanning over koe in milli Volt = Max gemeten RMS-spanning (op 5 meter)/ 3

Berekende stroomdoorgang door koe in milli Ampère = Max gemeten spanning RMS (op 5 meter)/ 3000 Ohm

Snelkoppelingen

In de tabel zijn snelkoppelingen aanwezig [28-11 / 11.48.07](#) waarmee met Ctrl en klikken naar de gewenste grafiek kan worden geklikt

2.3.6 Meting stap spanning in veld en in stal op 5 meter afstand

Door onderzoeksbedrijf B zijn metingen in het veld uitgevoerd om aanwezige frequenties aan te tonen. Deze metingen zijn uitgevoerd op een afstand van 5 meter. Om deze al uitgevoerde metingen te kunnen vergelijken met de metingen die tijdens dit onderzoek worden uitgevoerd zullen de metingen van Van der Heide ook op een afstand van 5 meter worden uitgevoerd.

Omdat de koeien in Nederland kleiner zijn dan deze 5 meter is ervan uitgegaan dat deze maar 1/3 van deze 5 meter zijn. Om de gemeten spanningen in relatie te brengen met de gevoeligheid van een koe dient over de meting die op een afstand van 5 meter wordt uitgevoerd van een "kunstkoe" te worden uitgegaan met een interne weerstand van $3 \times 1000 \text{ Ohm} = 3000 \text{ Ohm}$ die over de meting wordt geplaatst.

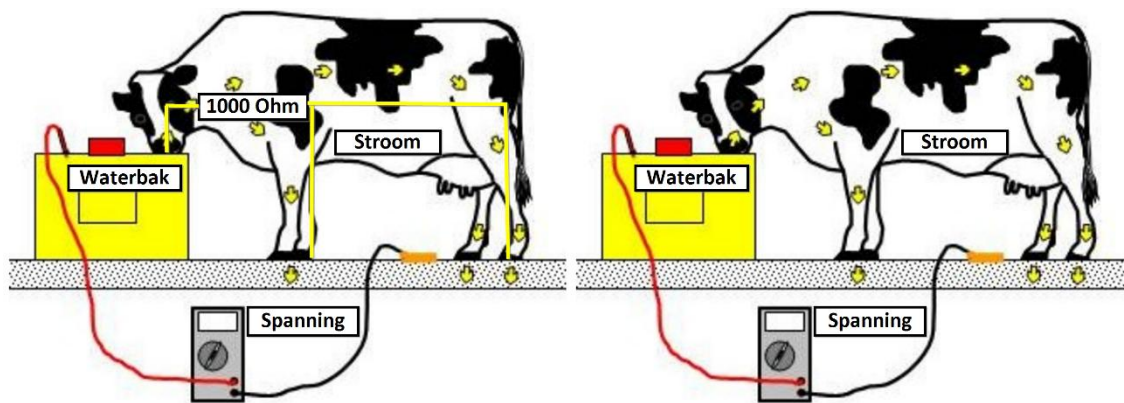
Deze meting wordt steeds in dwars en ook in lengterichting van de stal uitgevoerd.

Tijdens de meting worden twee metingen gecombineerd

De eerste meting die in blauw wordt weergegeven is zonder kunstkoe zoals ook door onderzoeksbedrijf B is gemeten. De tweede meting die in rood wordt weergegeven is de stapspanning met "kunstkoe van 3000 Ohm"

2.3.6 Meting aanraakspanning in stal

Een aanraakspanning van een koe kan worden veroorzaakt tussen twee gelijktijdig aanraakbare delen of tussen de vloer waarop een koe staat en een metalen deel wat aangeraakt kan worden.



Koe met interne weerstand 1000 Ohm

Spanningsmeting op waterbak

Bij metingen in de stal tussen de verschillende door een koe aanraakbare metalen delen wordt een "kunstkoe" gebruikt met een inwendige weerstand van 1000 Ohm.

2.2.7 Metingen spanningen vanuit melkmeters in de melkstroom

In een melkstal worden meestal melkmeters toegepast die de melkstroom en melkgift meten voor opslag van data. Bepaalde data kunnen uit de geleidbaarheid van melk worden bepaald. Om de geleidbaarheid van melk te meten zijn meestal sensoren in de melkmeters geplaatst met een bepaalde spanning en met een bepaald signaal. Omdat melk geleidende eigenschappen heeft is kan er via de melk in de slang een gedeelte zwerfstroom vanuit de melkmeter op de uier van een koe terecht kunnen komen. Dit zou kunnen leiden tot irritatie en problemen tijdens het melken.

Om de aanwezigheid van eventuele spanningen in de melkstroom te meten wordt gemeten tussen de frame van de carrousel en het melkstel wat onder de koe hangt.

2.4 Metingen bij verschillende interne weerstanden koe en bij verschillende frequentiedomeinen

Tijdens het onderzoek zijn metingen in het veld uitgevoerd om te laten zien wat de invloed is van de interne weerstand van een koe. Deze metingen zijn uitgevoerd naast het bedrijf A op de locatie waar ook de metingen zijn uitgevoerd met windmolens, batterijen en zonnepark aan of uitgeschakeld.

Tijdens dit onderzoek worden eerst een meting uitgevoerd in het frequentie domein van 0 tot 200 kilo Hertz en daarbij rekening houdend met de interne weerstand van een koe.

Daarna zijn twee metingen in het frequentiebereik van 0 tot 50 kilo Hertz uitgevoerd met verschillende interne weerstanden van een koe.

2.4.1 Meting stapspanning bij verschillend interne weerstanden koe



Plattegrond locatie meting

1 Zwerfspanningsmeting in veld naast stal in dwarsrichting stal

Gemeten onderdeel	Frequentiespectrum			Spanningsmeting		
	Frequentie met hoogste piek in Hz	Amplitude frequentie hoogste piek in dBV	Amplitude Frequentie hoogste piek in mV	Gemeten spanning RMS op 5 meter in mV	Berekende Spanning op koe = spanning 5 meter/ 3 In mV	Berekende stroomdoor-gang door koe in milli Ampere = Spanning / kunstkoe (Ohm)
Gemeten stapspanning op 5 meter afstand zonder "kunstkoe" frequentiedomein 0 tot 200 kiloHertz 29-11 / 12.49.30	174,257 kHz	-50,78	3,16	4,061	nvt	nvt
Gemeten stapspanning op 5 meter afstand met "kunstkoe" met interne weerstand van 3000 Ohm frequentie domein 0 tot 200 kilo Hertz 29-11 / 12.53.47	171,283 kHz	-51,05	2,82	3,512	1,170	0,00117
Gemeten stapspanning op 5 meter afstand met "kunstkoe" met interne weerstand van 3000 Ohm frequentiedomein 0 tot 50 kilo Hertz 29-11 / 12.56.26	49,9773 kHz	-58,25	1,26	2,284	0,761	0,00076
Gemeten stapspanning op 5 meter afstand met "kunstkoe" met interne weerstand van 1500 Ohm frequentiedomein 0 tot 50 kilo Hertz 29-11 / 12.58.15	20,0318 kHz	-55,07	1,78	2,835	0,945	0,000945

In vet rood zijn de gemeten waardes weergegeven die in relatie staan met een koe

Berekende spanning over koe in milli Volt = Max Gemeten spanning RMS op 5 meter/ 3

Berekende stroomdoorgang door koe in milli Ampère = Max gemeten spanning RMS/ 3000 Ohm

2.4.2 Conclusie meting stapspanningen bij verschillende interne weerstanden koe

Naast de stal is op een locatie een zwerfspanningsmeting uitgevoerd.

De meting is in de dwarsrichting van de stal uitgevoerd

Door onderzoeksbedrijf B zijn in het veld metingen op vijf meter afstand gedaan.

Tijdens dit onderzoek worden ook de metingen op vijf meter afstand gedaan.

Tijdens de meting worden twee metingen gecombineerd

De eerste meting die in blauw wordt weergegeven is zonder kunstkoe zoals ook door onderzoeksbedrijf B is

gemeten. De tweede meting die in rood wordt weergegeven is de stapspanning met “kunstkoe van 3000 Ohm”

De resultaten van de metingen zijn in de tabellen weergegeven.

In het frequentiebereik van 0 tot 200 kHz met een “kunstkoe “van 3000 Ohm

Gemeten maximale RMS-spanning op 5 meter afstand

3,512 mV

Berekende spanning over een koe

1,170 mV

Berekende stroomdoorgang door een koe

0,00117 mA

In het frequentiebereik van 0 tot 50 kHz met een “kunstkoe “van 3000 Ohm

Gemeten maximale RMS-spanning op 5 meter afstand

2,284 mV

Berekende spanning over een koe

0,761 mV

Berekende stroomdoorgang door een koe

0,00076 mA

In het frequentiebereik van 0 tot 50 kHz met een “kunstkoe “van 1500 Ohm

Gemeten maximale RMS-spanning op 5 meter afstand

2,835 mV

Berekende spanning over een koe

0,945 mV

Berekende stroomdoorgang door een koe

0,000945 mA

Vanuit de metingen die op twee verschillende frequentiebereiken 0 tot 50 kHz en 0 tot 200 kHz zijn uitgevoerd kan worden gesteld dat bij het frequentiebereik van 0 tot 200 kilo Hertz het resultaat een fractie hoger ligt.

De toename van het spanningsaandeel wat zou kunnen lijden tot stroomdoorgang van een koe van het frequentiebereik van 1 tot 50 kilo Hertz ten opzichte van het frequentiebereik van 0 tot 200 kilo Hertz is gezien de metingen verwaarloosbaar.

Vanuit de uitgevoerde metingen is duidelijk te zien dat de aanwezigheid piekspanningen van alle frequenties worden afgezwakt door het toepassen van een “kunstkoe”

De afzwakking door het toepassen van “kunstkoe” is ongeveer een factor 2 tot 3

Voor zowel het frequentiebereik van 0 tot 50 kHz als voor 0 tot 200 kHz is de RMS stroomdoorgang die door een koe zou kunnen vloeien als gevolg van de aanwezige zwerfstroom in de grond minder dan een micro Ampere

2.4.3 Meting stapspanning bij verschillende frequentiedomeinen

Voor het meten van zwerfstroom door de grond worden tussen twee in de grond aangebrachte meetsondes of twee op de grond aangebrachte meetelektroden gemeten of hier sprake is van zwerfspanningen.

Onderzoeksbedrijf B gaat er volgens zijn rapport vanuit dat een koe een gevoeligheid kent voor frequenties van 0 tot 150 kilo Hertz. Natuurlijk is het belangrijk om te weten wat de breedte van een frequentiedomein eigenlijk doet met een stroomdoorgang door een koe.

Tijdens het meten van zwerfspanningen rondom de stal bij bedrijf B zijn naast de stal (2) een aantal metingen gedaan in verschillende frequentiedomeinen 0 tot 200kHz, 0 tot 50 kHz, 0 tot 10 kHz, 0 tot 2 kHz en 0 tot 1 kHz.

Bij de metingen die dicht bij de transformatoren zijn uitgevoerd zie je overduidelijk een groot aandeel van onze netfrequentie van 50 Hertz. Wanneer je de metingen van 0 tot 200 kHz uitvoert zie je dit eigenlijk niet duidelijk terug in de grafieken.

Deze meting is uitgevoerd naast de stal (2) in lengterichting van de stal

Door onderzoeksbedrijf B zijn in het veld metingen op vijf meter afstand afstand gedaan. Tijdens dit onderzoek worden ook de metingen op vijf meter afstand gedaan.

Tijdens de meting worden twee metingen gecombineerd

De eerste meting die in blauw wordt weergegeven is zonder kunstkoe zoals ook door onderzoeksbedrijf B is gemeten. De tweede meting die in rood wordt weergegeven is de stapspanning met "kunstkoe van 3000 Ohm"



Plattegrond metingen

2 Zwerfspanningsmeting naast stal in lengterichting stal

Gemeten onderdeel	Frequentiespectrum			Spanningsmeting		
	Frequentie met hoogste piek in Hz	Amplitude frequentie hoogste piek in dBV	Amplitude Frequentie hoogste piek in mV	Gemeten RMS spanning over 5 meter in mV	Berekende spanning over koe in mV = Gemeten spanning RMS / 3	Berekende stroomdoorgang door koe in mA Spanning / 3000 Ohm
Naast stal in lengterichting stal frequentiedomein 0 tot 200 kHz 13.12.24 13.40.51	187,663 kHz	-48,41	3,98	5,634	nvt	Nvt
	187,663 kHz	-62,81	0,79	1,399	0,466	0,000466
Naast stal in lengterichting stal frequentiedomein 0 tot 50 kHz 13.12.24 13.42.58	30,0271 kHz	-45,27	5,62	6,469	nvt	Nvt
	30,0276	-64,45	0,63	1,296	0,432	0,000432
Naast stal in lengterichting stal frequentiedomein 0 tot 10 kHz 13.12.24 13.44.39	9,9779 kHz	-49,86	3,55	5,277	nvt	Nvt
	9,9778 kHz	-58,97	1,26	1,633	0,544	0,000544
Naast stal in lengterichting stal frequentiedomein 0 tot 2 kHz 13.12.24 13.46.42	1,97787 kHz	-55,72	1,78	4,288	nvt	Nvt
	1,97778 kHz	-70,91	0,32	1,202	0,400	0,000400
Naast stal in lengterichting stal frequentiedomein 0 tot 1 kHz 13.12.24 13.50.20	31,2572 Hz	-51,78	2,82	4,396	nvt	Nvt
	31,1898 Hz	-66,21	0,50	1,364	0,454	0,000454

2.4.4 Conclusie meting stapspanning bij verschillende frequentiedomeinen

Naast de stal zijn in de lengterichting van de stal naast de meting van 0 tot 200 kHz en 0 tot 50 kHz drie extra metingen gedaan in frequentie bereiken van 0 tot 10 kHz, 0 tot 2 kHz en 0 tot 1 kHz om te beoordelen wat er eigenlijk gebeurt met de 50 Hertz die zo overduidelijk te meten is in de omgeving van de transformatoren.

Metingen naast stal in lengterichting stal met verschillende frequentie domeinen

In het frequentiedomein 0 tot 200 kHz

Gemeten maximale RMS-spanning op 5 meter afstand	1,399 mV
Berekende spanning over een koe:	0,466 mV
Berekende stroomdoorgang door een koe:	0,000496 mA

In het frequentiedomein 0 tot 50 kHz

Gemeten maximale RMS-spanning op 5 meter afstand	1,296 mV
Berekende spanning over een koe:	0,432 mV
Berekende stroomdoorgang door een koe:	0,000432 mA

In het frequentiedomein 0 tot 10 kHz

Gemeten maximale RMS-spanning op 5 meter afstand	1,633 mV
Berekende spanning over een koe:	0,544 mV
Berekende stroomdoorgang door een koe:	0,000544 mA

In het frequentiedomein 0 tot 2 kHz

Gemeten maximale RMS-spanning op 5 meter afstand	1,202 mV
Berekende spanning over een koe:	0,400 mV
Berekende stroomdoorgang door een koe:	0,000400 mA

In het frequentiedomein 0 tot 1 kHz

Gemeten maximale RMS-spanning op 5 meter afstand	1,364 mV
Berekende spanning over een koe:	0,454 mV
Berekende stroomdoorgang door een koe:	0,000454 mA

Aan deze meting zie je dat het gemeten stapspanningen die gemeten zijn over een afstand van 5 meter in de verschillende frequentie bereiken eigenlijk niet eens zoveel afwijken. In de grafiek van de meting naast stal in lengterichting stal frequentiedomein 0 tot 1 kHz (1000 Hertz) [13.12.24 13.50.20](#) zie je het spanning aandeel rond de 50 Hertz duidelijk terug.

Schijnbaar heeft de aanwezigheid van stroompjes rond de 50 Hertz een groot aandeel in de te meten spanningen op een afstand van 5 meter ook al worden deze in een hoger frequentie domein uitgevoerd.

Omdat deze meting maar eenmalig is uitgevoerd mag je daaruit nog geen conclusies trekken, daarvoor zou je de meting in dezelfde frequentie bereiken zoals nu is gedaan op meerdere locaties moeten herhalen.

Als je bij alle overige metingen in het frequentiebereik van zowel 0 tot 200 kHz als bij 0 tot 50 kHz kijkt zie je in de grafieken op de verticale nullijn steeds de spike van vermoedelijk 50 Hertz terug.

Omdat het spanningsaandeel hiervan lager ligt dan die van een hogere frequentie zie je dit bij de metingen niet naar voren komen. In het totale spanningsaandeel waardoor er een stroomdoorgang door een koe kan plaatsvinden hebben deze lage frequenties van ongeveer 50 Hertz een vrij groot aandeel.

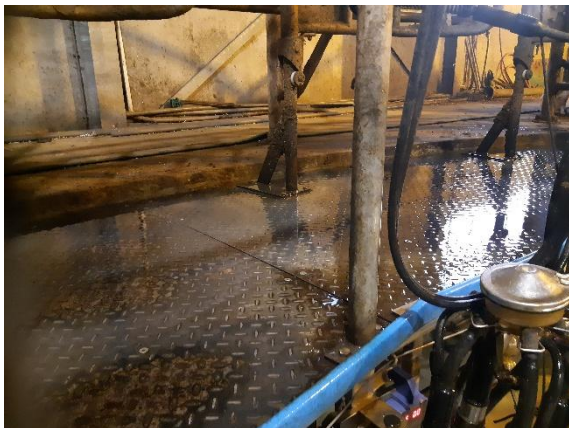
Dit is natuurlijk logisch te verklaren omdat de grootste stroomintrede bij de aarding bij de transformatoren bestaat uit een stroom met de frequentie van ons elektriciteit net 50 Hertz.

3 Metingen op het bedrijf A

3.1 Carrousel De Laval

3.1.1 Meting aanraakspanningen in carrousel

Tijdens het onderzoek zijn spanningsmetingen uitgevoerd tussen voor een koe gelijktijdig aanraakbare metalen delen om te beoordelen of er door spanningsverschillen een stroomdoorgang door een koe plaats kan vinden. De spanningsverschillen waar men dan over spreekt zijn verschillen tussen bijvoorbeeld; de hoeven en huid of tussen hoeven en de mond of tussen andere lichaamsdelen van de koe.



Vloer carrousel



Carrousel met op voorzijde constructie buitenring

Gemeten onderdeel	Frequentiespectrum 0 – 50 kHz			Spanningsmeting	
	Frequentie met hoogste piek in Hz	Amplitude frequentie hoogste piek in dBV	Amplitude Frequentie hoogste piek in mV	Gemeten spanning RMS in mV	Berekende stroomdoorgang door koe in mA Spanning / 1000 Ohm
Spanningsmeting tussen frame carrousel/ metalen vloer carrousel 29-11 / 08.12.48	19,9722 kHz	-55,58	1,78	2,644	0,002644
Spanningsmeting tussen frame carrousel/ metalen vloer carrousel 05-12 / 08.58.08	131,093 kHz	-62,39	0,79	1,598	0,001598
Spanningsmeting tussen frame carrousel/ constructie buitenring 05-12 / 08.55.45	131,086 kHz	-40,80	10,0	10,53	0,01053
Spanningsmeting tussen frame carrousel/ betonvloer bij in- en uitgang carrousel 05-12 / 08.52.43	131,086 kHz	-40,23	10,0	9,025	0,009025
Spanningsmeting tussen constructie koeherkenning/ roostervloer 05-12 / 09.04.56	131,086 kHz	-4,34	630,96	578,8	0,5788

In vet rood zijn de gemeten waardes weergegeven die in relatie staan met een koe

Gemeten spanning RMS over "kunstkoe" in milli Volt

Berekende stroomdoorgang door koe in milli Ampère = Max gemeten spanning RMS/ 1000 Ohm

3.1.2 Conclusie aanraakspanningen in carrousel

Carrousel De Laval

De carrousel bestaat uit een metalen stalen onder constructie die op kunststof rollen rijdt. Op deze metalen onder constructie is de metalen gegalvaniseerde metalen vloer met bouten bevestigd. Het hekwerk waar de koeien die in de carrousel staan tegen aan staan is met boutverbindingen aan de onderconstructie bevestigd. De constructie met draaihekjes is ook weer met boutverbindingen bevestigd aan de onderconstructie.

De buitenring waar de koeien met kopzijde tegenaan staan staat los van de carrousel.

De buitenring is verbonden met de wapening in de betonvloer.

De constructie van de koeherkenning is geaard op de buitenring.

De resultaten van de metingen zijn in de tabellen weergegeven.

Aanraakspanningen carrousel

De gemeten aanraakspanningen in de carrousel zelf tussen metalen delen onderling is vanzelfsprekend laag omdat de carrousel één grote metalen constructie is. Om bij een metalen constructie zoals de carrousel een zwerfstroomdoorgang door een koe te krijgen dient een ontzettend hoge stroom door de constructie te lopen. De weerstand van de constructie van de carrousel is mogelijk zelfs maar 0,001 Ohm ten opzichte van een interne weerstand van een koe van 1000 Ohm. Dit is een verhouding van een miljoenste. Om een zwerfstroom door een koe te willen krijgen van bv 0,1 milli Ampere moet de stroom door de metalen delen van de carrousel een factor 1.000.000 x zo hoog zijn. De carrousel is de plaats in de stal waar een koe het allerminste te duchten heeft voor een stroomdoorgang door het lichaam.

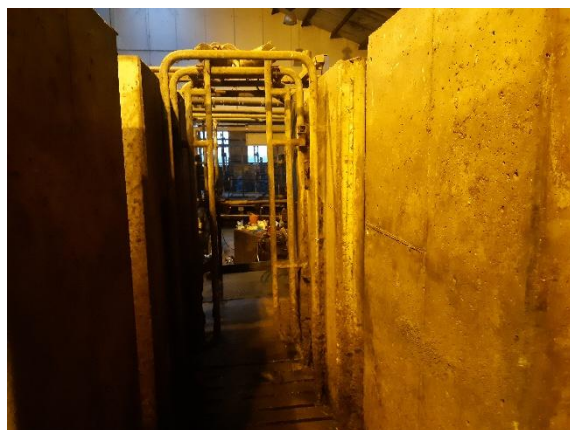
Constructie koeherkenning

Tussen de constructie van de koeherkenning en de roostervloer is een aanraakspanning gemeten van **578,8 mV**. Dit is duidelijk meer dan de voor een koe toelaatbare aangehouden aanraakspanning van zowel Van der Heide als van onderzoeksbedrijf B.

Bij een koeherkenningssysteem wordt in de doorgang waar een koe doorheen loopt een elektrisch veld gemaakt met een specifieke frequentie (131,093 kHz) door een inductielus aan beide zijden van de doorgang. Wanneer een koe met een transponder die hij aan een halsband rond de nek draagt door dit elektrische veld loopt vindt de herkenning plaats. Metalen delen in de omgeving van een koeherkenning kunnen door dit inductieveld onder spanning komen te staan.



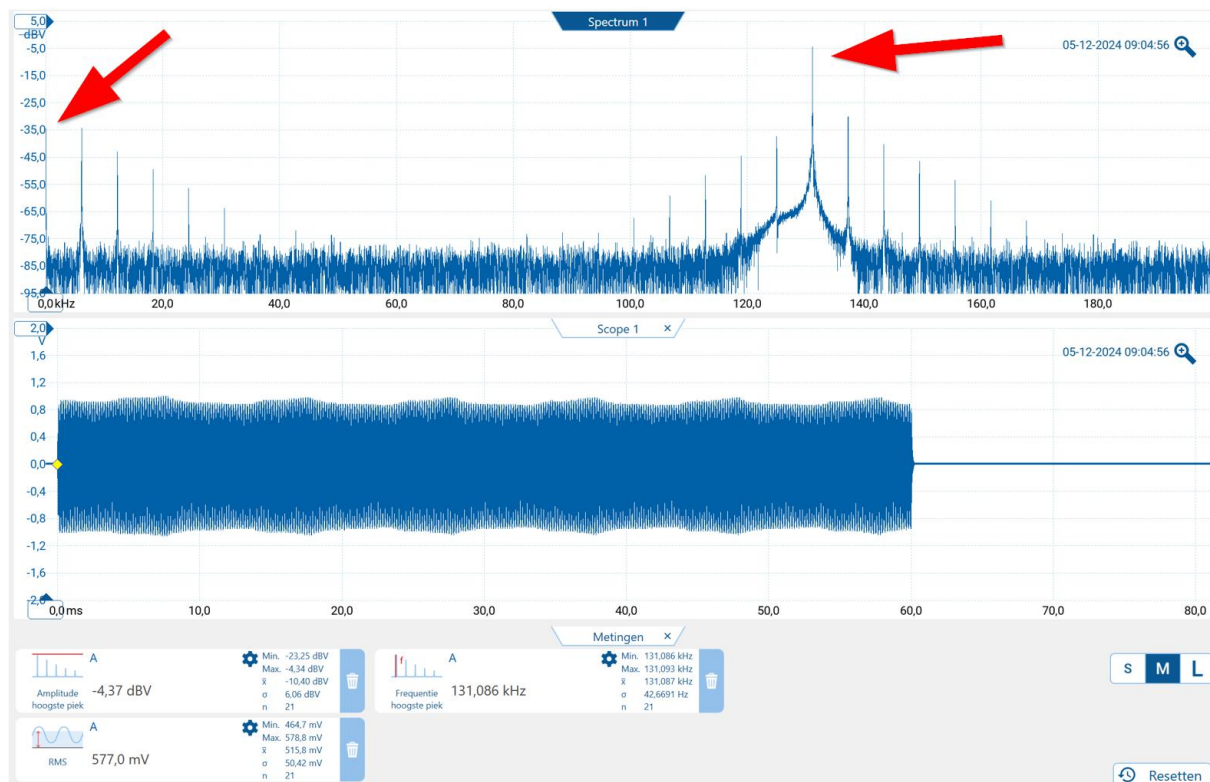
Regeltransformator voor koeherkenningssysteem



Constructie koeherkenning

Om de invloed van dit elektrisch veld te verminderen is in het verleden een regeltransformator in de voeding van het koeherkenningsysteem geplaatst om de elektrische spanning van het systeem, dus ook het elektrische veld van het koeherkenningsysteem te verminderen.

Spanningsmeting tussen constructie koeherkenning/roostervloer [05-12 / 09.04.56](#)



In het frequentie domein van deze meting zie je overduidelijk het aandeel van de frequentie van 131,093 kHz ten opzichte van alle overige frequenties. Ook zie je op de 0 as van de grafiek van het frequentiedomein een piek van een bepaalde frequentie. Vermoedelijk is dat onze netfrequentie van 50 Hertz.

In de grafiek van het tijdsdomein zie je bij alle metingen waar de frequentie van het koeherkenningsysteem te meten is dat de dit niet een continu doorlopend signaal is.

Advies

Om een mix te vinden tussen een koeherkenningsysteem waarbij alle koeien op de juiste wijze worden herkend dient deze optimaal te zijn afgesteld. Door de veehouder van bedrijf A is aangegeven dat het koeherkenningsysteem volgens de leverancier geen mogelijkheden biedt om het elektrische veld waarmee de herkenning plaatsvindt te verminderen. Daarom is in het verleden de regeltransformator in de netvoeding van het koeherkenningsysteem geplaatst. Daarmee wordt de voedingsspanning van het systeem naar beneden gebracht en dus ook de sterkte van het elektrische veld.

Vanuit de metingen te zien is de spanning die tussen de roostervloer en de constructie van de koeherkenning daarmee niet verdwenen is. Meestal wordt aarding gebruikt om de aanwezigheid van spanningen op metalen delen weg te nemen. Dit is tijdens het aarden van de stal in 2022 door een aardingsbedrijf ook bij de constructie van de koeherkenning gedaan door deze te verbinden met de constructie van de buitenring.

De ideale aarding zou zijn om de constructie van de koeherkenning aan te sluiten op de vloer. Omdat de vloer bestaat uit allemaal los gelegde roosters is dit praktisch gezien niet mogelijk.

Een andere oplossing is om de constructie van de koeherkenning juist niet te aarden maar deze geïsoleerd op te stellen zodat een koe geen aanrakingsspanningen kan voelen.

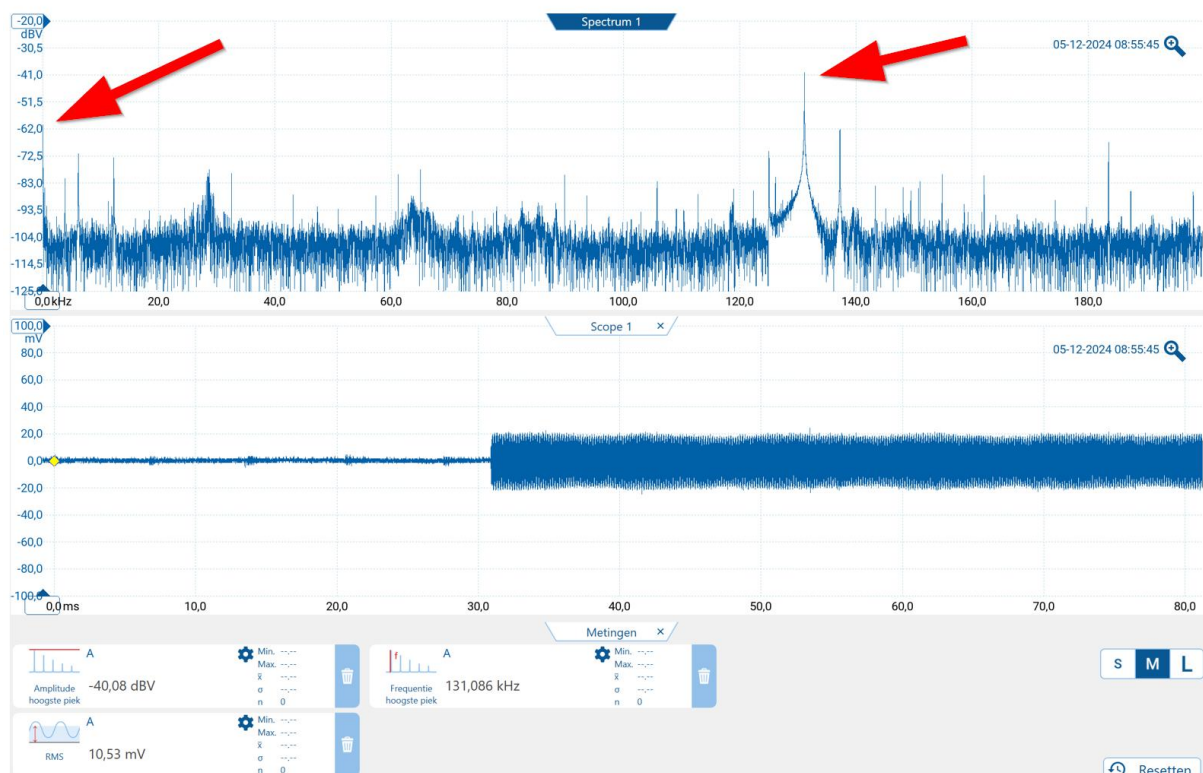
Om te voorkomen dat de constructie van de koeherkenning door een koe aangeraakt kan worden dient deze te worden voorzien van pvc-buisjes die rondom de buizen worden geplaatst.

Om de invloed vanaf de koeherkenning naar overige metalen delen te verminderen wordt geadviseerd om de verbinding naar de buitenring weer los te nemen.

Buitenring

Tussen het frame van de carroussel en de is een kleine zwerfspanning (10 mV) gemeten met de specifieke frequentie van 131,086 kHz van de koeherkenning. De constructie van de koeherkenning is geaard op deze buitenring.

Spanningsmeting tussen frame carroussel/ constructie buitenring [05-12 / 08.55.45](#)



In het frequentie domein van deze meting zie je overduidelijk het aandeel van de frequentie van 131,093 kHz ten opzichte van alle overige frequenties. Ook zie je op de 0 as van de grafiek van het frequentiedomein een piek van een bepaalde frequentie. Vermoedelijk is dat onze netfrequentie van 50 Hertz.

In de grafiek van het tijdsdomein zie je bij alle metingen waar de frequentie van het koeherkenningssysteem te meten is dat de dit niet een continu doorlopend signaal is. Doordat de constructie van het koeherkenningssysteem op de buitenring is geaard staat ook op de buitenring die specifieke frequentie van de koeherkenning.

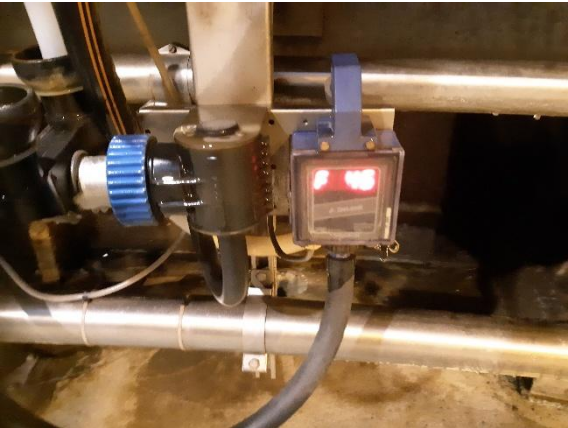
Advies

Om deze spanning op de buitenring te verminderen is het advies om de aansluiting van de constructie van de koeherkenning op de buitenring te verwijderen.

3.1.3 Metingen afname systeem

Tijdens het onderzoek zijn spanningsmetingen uitgevoerd tussen voor een koe gelijktijdig aanraakbare metalen delen om te beoordelen of er door spanningsverschillen een stroomdoorgang door een koe plaats kan vinden. De spanningsverschillen waar men dan over spreekt zijn verschillen bijvoorbeeld; de hoeven en huid of tussen hoeven en de mond of tussen andere lichaamsdelen van de koe.

Vanzelfsprekend zal de gevoeligheid voor spanning op de spenen lager liggen (vergelijkbaar met de menselijke tong). Wanneer spanningen via de melkstroom een koe bereiken zou dit bijvoorbeeld kunnen leiden tot het optrekken van de melk of onrust van de koeien tijdens het melken.



Melkmeter



Melkstel

Tijdens het melken zijn spanningsmetingen uitgevoerd tussen het frame van de carrousel en de melkstel tijdens het melken van een koe.

Gemeten onderdeel	Frequentiespectrum 0 – 50 kHz			Spanningsmeting	
	Frequentie met hoogste piek in Hz	Amplitude frequentie hoogste piek in dBV	Amplitude Frequentie hoogste piek in mV	Gemeten spanning RMS in mV	Berekende stroomdoorgang door koe in mA Spanning / 1000 Ohm
Spanningsmeting tussen frame carrousel/ melkstel aan koe op stand 19 29-11 / 07.58.28	40,1815 kHz	-51,54	2,82	13,71	0,01371
Spanningsmeting tussen frame carrousel/ melkstel aan koe op stand 2 29-11 / 07.58.28	49,9783 kHz	-74,98	0,20	1,312	0,001312

In vet rood zijn de gemeten waardes weergegeven die in relatie staan met een koe
Gemeten spanning over “kunstkoe” in milli Volt
Berekende stroomdoorgang door koe in milli Ampère = Max gemeten spanning RMS/ 1000 Ohm

3.1.4 Conclusie meting afname systeem

De meeste afname systemen werken met een spanning op een frequentie van 4,8 kilo Hertz. Veelal worden de metingen in de melkmeters gedaan met een blokgolfvorm. Waarom juist gekozen is voor deze specifieke frequentie is onbekend. Melkmeters van De Laval werken met een infrarood detectiesysteem waarbij er geen elektrisch contact is met spanningsvoerende onderdelen in de melkstroom.

Bij bepaalde type melkmeters wordt ook een geleidbaarheidsmeting van de melk uitgevoerd die juist wel werkt met spanningsvoerende sensoren in de melkstroom. In bepaalde gevallen is deze spanning van de sensoren terug te vinden in de melkstroom van een koe. Hierdoor kan er dan een zwervstroompje via de uier van de koe lopen naar aarde.

Gezien de metingen zijn geen ontoelaatbare spanningen gemeten in de melkstroom van een koe.

3.2 Aarding carrousel

Doordat een carrousel draait kan geen vaste bekabeling worden gebruikt.

De aansluiting van voedings, besturingskabel maar ook de aarding van een carrousel loopt via een draaikop met glijcontacten die in het midden boven de carrousel is aangebracht. De bekabeling vanaf de besturingskast (1) van de carrousel in de technische ruimte loopt via een aansluitdoos (2) naar de draaikop met glijcontacten. Vanaf de draaikop met glijcontacten loopt er weer bekabeling naar de besturingskastjes (4,5,6) die op het frame van de carrousel zijn gemonteerd.



1 Besturingskast carrousel



2 Aansluitdoos met bekabeling vanuit besturingskast



3 Rechtboven de draaikop met glijcontacten



4 Voeding met transformatoren



5 Besturingskastjes



6 Voedingen met transformatoren

3.2.1 Conclusie aarding carrousel

Door de veehouder van bedrijf A is aangegeven dat de wapening van de betonvloer van de carrousel onderling doorverbonden is en dat er zelfs aardelektrodes aan zijn gebracht voor een juiste aarding.

De middenconstructie waarom de carrousel draaid is verbonden met de wapening in de betonvloer.

De onderconstructie waarop de carrousel loopt is verbonden met de wapening in de betonvloer.

De constructie van de aandrijfmotor is verbonden met de wapening in de betonvloer.

De palen voor de buitenring zijn voor het betonstorten al geplaatst en zijn verbonden met de wapening in de betonvloer.

Tijdens het onderzoek is beoordeeld of de constructie van het draaiende gedeelte van de carrousel ook aangesloten is op de aarding vanaf de besturingskast van de carrousel.

De besturing van de carrousel wordt gedaan vanuit de besturingskast (foto 1) die in de technische ruimte is opgesteld.

Vanaf deze besturingskast loopt er bekabeling via kabelgoten door de technische ruimte en boven de carrousel tot aan de aansluitdoos (foto 2) bij de draaikop.

In de aansluitdoos (foto 2) bij de draaikop met glijcontacten van de carrousel is geen specifieke aarddraad waarneembaar. Mogelijk is de aarding meegevoerd in een besturingskabel. Vanuit de aansluitdoos is geen zichtbare aardverbinding aangebracht naar de constructie waaraan de draaikop met glijcontacten bevestigd is.

Vanaf de aansluitdoos loopt er bekabeling naar de draaikop met glijcontacten (foto 3).

Vanaf de draaikop met glijcontacten loopt er weer bekabeling naar de besturingskastjes en voedingen (foto 4, 5 en 6) die op het frame van de ronddraaiende carrousel zijn gemonteerd.

Ook vanaf deze besturingskastjes is **GEEN** zichtbare aardverbinding naar het frame van carrousel waarneembaar.

Advies

Geadviseerd wordt om advies in te winnen bij de melkmachine installateur over de wijze van aarding van de carrousel.

De juiste aarding voor een carrousel is om met een separate aarddraad vanaf de besturingskast via de draaikop met glijcontacten de carrousel te aarden.

Vanaf deze separate aarddraad dient een aftakking te worden gemaakt in de nabijheid van de buitenring om deze aan te kunnen sluiten. Daarmee wordt de aarding van de wapening waar de buitenring op aan gesloten is verbonden met de aarding vanaf de besturingskast waardoor deze hetzelfde potentiaal krijgt.

De aarddraad die doorloopt naar de draaikop dient via de aansluitdoos bij de draaikop met 1 of het liefst met meerdere glijcontacten te worden verbonden.

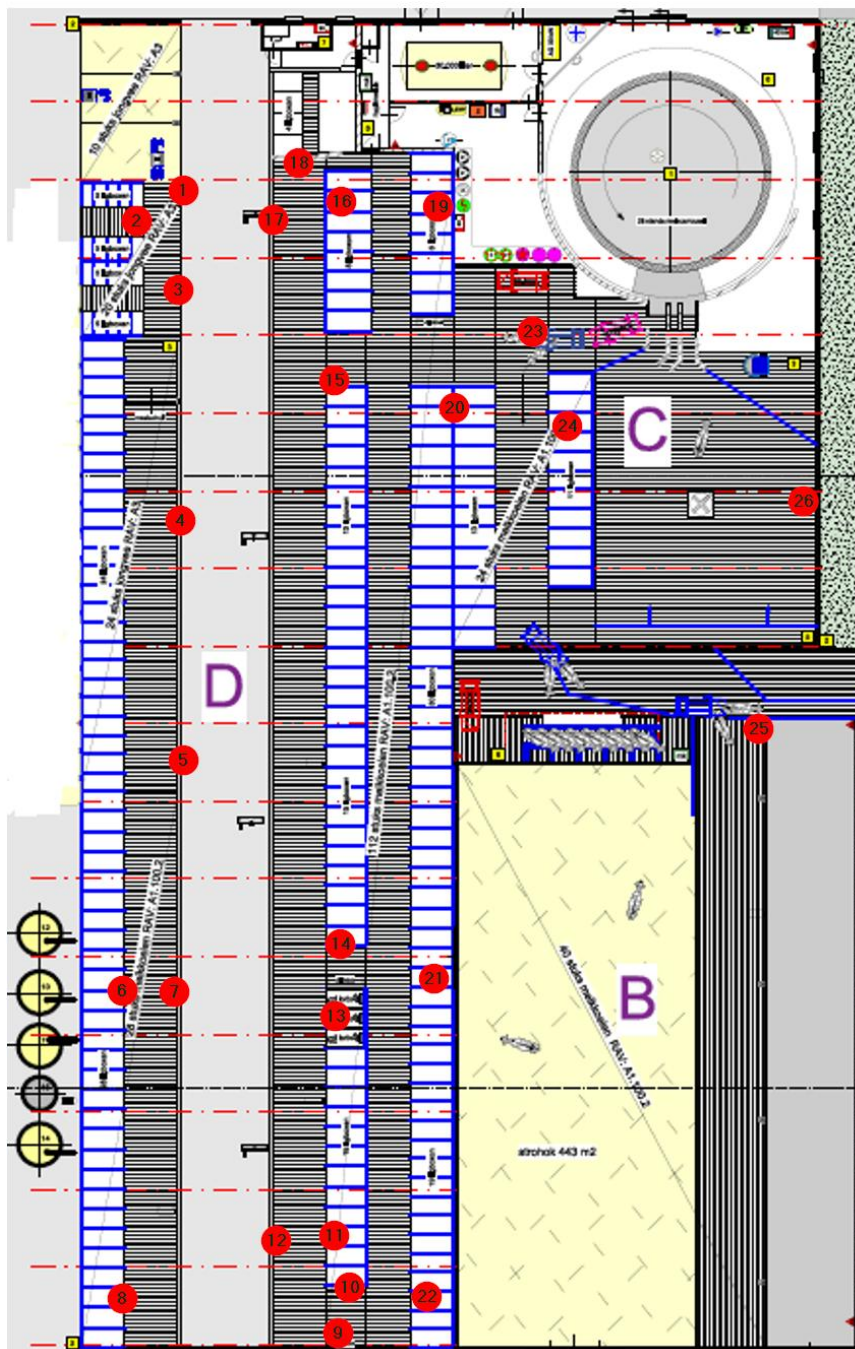
Vanaf de draaikop met glijcontacten dient een deugdelijke aansluiting op het frame van de carrousel te worden gemaakt.

3.3 Stal

3.3.1 Meting aanraakspanningen stal

Tijdens het onderzoek zijn spanningsmetingen uitgevoerd tussen voor een koe gelijktijdig aanraakbare metalen delen om te beoordelen of er door spanningsverschillen een stroomdoorgang door een koe plaats kan vinden. De spanningsverschillen waar men dan over spreekt zijn verschillen tussen bijvoorbeeld; de hoeven en huid of tussen hoeven en de mond of tussen andere lichaamsdelen van de koe.

In de stal zijn tussen alle voor een koe aanraakbare metalen delen spanningsmetingen uitgevoerd.



Plattegrond stal met nummering van de locaties van de metingen

Gemeten onderdeel	Frequentiespectrum 0 – 200 kHz			Spanningsmeting	
	Frequentie met hoogste piek in Hz	Amplitude frequentie hoogste piek in dBV	Amplitude Frequentie hoogste piek in mV	Gemeten spanning RMS in mV	Berekende stroomdoorgang door koe in mA Spanning / 1000 Ohm
1 Spanningsmeting tussen voerhek en roostervloer 13.12.24 07.18.22	198,001 kHz	-76,82	0,16	2,140	0,00214
2 Spanningsmeting tussen ligbox en roostervloer 13.12.24 07.23.06	185,395 kHz	-55,06	1,78	4,689	0,004689
3 Spanningsmeting tussen drinkbak + voerhek en roostervloer 13.12.24 07.26.32	197,999 kHz	-59,08	1,12	1,494	0,001494
4 Spanningsmeting tussen drinkbak + voerhek en roostervloer 13.12.24 07.30.23	162,007 kHz	-75,52	0,18	0,6976	0,0006976
5 Spanningsmeting tussen voerhek en roostervloer 13.12.24 07.33.19	162,003 kHz	-66,76	0,56	4,565	0,004565
6 Spanningsmeting tussen voerbox en roostervloer 13.12.24 07.36.06	131,072 kHz	-37,97	14,13	11,51	0,01151
7 Spanningsmeting tussen drinkbak + voerhek en roostervloer 13.12.24 07.38.22	162,006 kHz	-61,38	0,89	1,408	0,001408
8 Spanningsmeting tussen ligbox en roostervloer 13.12.24 07.41.08	162,008 kHz	-55,82	1,78	4,925	0,004925
9 Spanningsmeting tussen waterbak en vloer 13.12.24 07.45.07	59,2757 Hz	-57,65	1,41	2,267	0,002267
10 Spanningsmeting tussen waterbak en roostervloer 13.12.24 07.48.15	148,179 kHz	-47,48	4,47	4,20	0,00420
11 Spanningsmeting tussen ligbox en roostervloer 13.12.24 07.50.07	131,084 kHz	-61,46	0,89	3,555	0,003555
12 Spanningsmeting tussen voerhek en roostervloer 13.12.24 07.53.28	162,005 kHz	-69,42	0,35	1,422	0,001422
13 Spanningsmeting tussen voerbox en roostervloer 13.12.24 07.59.12	131,087 kHz	-37,23	14,13	14,59	0,01459
14 Spanningsmeting tussen waterbak + ligbox en roostervloer 13.12.24 08.02.25	141,910 kHz	-55,46	1,78	1,634	0,001634

Gemeten onderdeel	Frequentiespectrum 0 – 200 kHz			Spanningsmeting	
	Frequentie met hoogste piek in Hz	Amplitude frequentie hoogste piek in dBV	Amplitude Frequentie hoogste piek in mV	Gemeten spanning RMS in mV	Berekende stroomdoorgang door koe in mA Spanning / 1000 Ohm
15 Spanningsmeting tussen waterbak + ligbox en roostervloer 13.12.24 08.05.55	131,088 kHz	-58,16	1,26	2,017	0,002017
16 Spanningsmeting tussen ligbox en roostervloer 13.12.24 08.08.15	190,680 kHz	-51,57	2,82	2,241	0,002241
17 Spanningsmeting tussen voerhek en roostervloer 13.12.24 08.10.27	198,002 kHz	-74,83	0,20	0,8134	0,0008134
18 Spanningsmeting tussen waterbak en roostervloer 13.12.24 08.12.25	75,3945 kHz	-65,06	0,56	1,021	0,001021
19 Spanningsmeting tussen Ligbox en roostervloer 13.12.24 08.15.12	190,579 kHz	-69,99	0,35	0,9785	0,0009785
20 Spanningsmeting tussen ligbox en roostervloer 13.12.24 08.18.33	190,579 kHz	-61,38	0,89	1,182	0,001182
21 Spanningsmeting tussen voerbox en roostervloer 13.12.24 08.21.20	131,073 kHz	-36,13	15,85	26,00	0,026
22 Spanningsmeting tussen ligbox en roostervloer 13.12.24 08.23.41	175,496	-90,85	0,03	0,3124	0,0003124
23 Spanningsmeting tussen constructie selectiepoorten en roostervloer 13.12.24 08.28.32	131,086 kHz	-50,94	3,16	2,852	0,002852
24 Spanningsmeting tussen ligbox en roostervloer 13.12.24 08.30.49	131,086 kHz	-50,74	3,16	2,767	0,002767
25 Spanningsmeting tussen voerhek en roostervloer 13.12.24 08.33.59	162,006 kHz	-52,27	2,51	2,394	0,002394
26 Spanningsmeting tussen staalconstructie en roostervloer 13.12.24 08.36.28	131,086 kHz	-45,40	5,62q	4,883	0,004883

In vet rood zijn de gemeten waardes weergegeven die in relatie staan met een koe

Gemeten spanning RMS over “kunstkoe” in milli Volt

Berekende stroomdoorgang door koe in milli Ampère = Max gemeten spanning RMS/ 1000 Ohm

3.3.2 Conclusie meting aanraakspanningen stal

Tijdens het onderzoek zijn spanningsmetingen uitgevoerd tussen voor een koe gelijktijdig aanraakbare metalen delen om te beoordelen of er door spanningsverschillen een stroomdoorgang door een koe plaats kan vinden.

Op geen enkel metalen deel in de stal is een spanning gemeten van meer dan 100 mV.

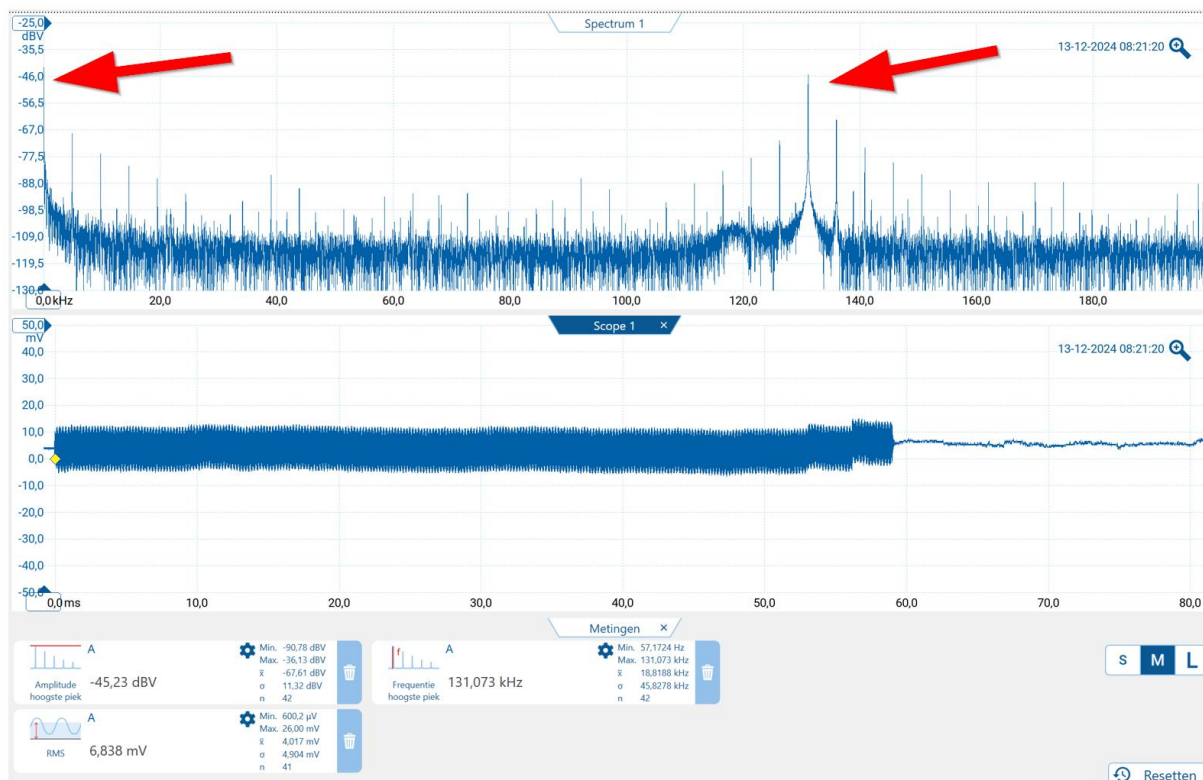
Bij de metingen zijn de hoogste spanningsverschillen waargenomen bij de voerboxen.

Bij de voerboxen is een koeherkenningsysteem aangebracht wat werkt met een elektrisch veld met een frequentie van 31,086 kHz om te kunnen communiceren met de transponders die een koe aan een riem rondom de hals heeft hangen.

De constructie van de voerboxen is op de betonvloer gemonteerd. De koeien die in een voerbox staan gewoon op de betonvloer in de voerbox. Een eventuele stroomdoorgang bij een koe zou plaats kunnen vinden door het spanningsverschil tussen de metalen constructiedelen van de voerbox en de betonvloer waarop de koe staat.

De gemeten spanningsverschillen bij de voerboxen en de roostervloer		Spanning
Meting 6	Spanningsmeting tussen voerbox en roostervloer	11,51 mV
Meting 13	Spanningsmeting tussen voerbox en roostervloer	14,59 mV
Meting 21	Spanningsmeting tussen voerbox en roostervloer	26 mV

21 Spanningsmeting tussen voerbox /roostervloer [13.12.24 08.21.20](#)



In het frequentie domein van deze meting zie je overduidelijk het aandeel van de frequentie van 131,073 kHz ten opzichte van alle overige frequenties. Ook zie je op de 0 as van de grafiek van het frequentiedomein een piek van een bepaalde frequentie. Vermoedelijk is dat onze netfrequentie van 50 Hertz.

In de grafiek van het tijdsdomein zie je bij alle metingen waar de frequentie van het koeherkenningsysteem te meten is dat de dit niet een continu doorlopend signaal is.

Dat in de stal van bedrijf A een aanraakspanning wordt gemeten bij voerboxen is natuurlijk geen uitzondering. In bijna elke stal waar een voerbox is toegepast is dit waarneembaar. Dit verschijnsel vindt dus ook plaats in stallen waar geen probleemstelling met koeien is. Zou je de gemeten spanning in de stal van bedrijf A alleen beoordelen zonder rekenschap te houden dat deze spanningen ook in andere stallen aanwezig zijn zou je de conclusie kunnen trekken dat dit een oorzaak kan zijn van de probleemstelling met koeien.

Als in andere stallen waar geen problemen met koeien zijn, maar die wel als referentie in een onderzoek meewegen, dezelfde spanningen ook aanwezig zijn mag je deze conclusie dus niet trekken.

Daarnaast zijn er bij een aantal onderdelen de frequentie waarop de koeherkenning van de voerboxen werkt (31,086 kHz) terug te vinden als frequentie met de hoogste amplitude.

Meting 11	Spanningsmeting tussen ligbox en roostervloer	3,555 mV
Meting 15	Spanningsmeting tussen ligbox en roostervloer	2,017 mV
Meting 26	Spanningsmeting tussen staalconstructie stal en roostervloer	4,883 mV

Daarnaast is bij een aantal metingen steeds dezelfde frequentie van 162,007 kHz de frequentie met de hoogste amplitude. Dit is het geval bij de metingen 4, 5, 7, 8, 12 en 25.

Dit is mogelijk te verklaren omdat deze frequentie op het referentievlak de roostervloer aanwezig is.

De energie-inhoud van een dergelijke frequentie is dermate laag dat dit weinig bijdraagt aan de te meten spanning.

3.3.3 Meting aanraakspanningen waterbakken 2^e bedrijf van bedrijf A

Tijdens het kennismakingsgesprek met de veehouder van bedrijf A heeft deze aangegeven dat op zijn tweede bedrijf op een andere locatie geen probleemstellingen zijn met gezondheid van zijn koeien.

Omdat daar het probleem met het spelen/ lepelen van water uit de waterbakken niet voorkomt zijn daar referentie metingen uitgevoerd op waterbakken.

Tijdens het onderzoek zijn spanningsmetingen uitgevoerd tussen het voor een koe gelijktijdig aanraakbare metalen waterbakje en de roostervloer.

Gemeten onderdeel	Frequentiespectrum 0 – 50 kHz			Spanningsmeting	
	Frequentie met hoogste piek in Hz	Amplitude frequentie hoogste piek in dBV	Amplitude Frequentie hoogste piek in mV	Gemeten spanning RMS in mV	Berekende stroomdoorgang door koe in mA Spanning / 1000 Ohm
Meting 1 waterbak in het midden van de stal/ roostervloer 13.12.24 11.25.18	61,0644 kHz	-72,80	0,25	1,813	0,001813
Meting 2 waterbak vooraan in de stal/ roostervloer 13.12.24 11.31.25	103.180 kHz	-65,15	0,56	1,697	0,001697

In vet rood zijn de gemeten waardes weergegeven die in relatie staan met een koe

Gemeten RMS-spanning over “kunstkoe” in milli Volt

Berekende stroomdoorgang door koe in milli Ampère = Max gemeten spanning RMS/ 1000 Ohm

3.3.4 Conclusie aanraakspanningen waterbakken 2e bedrijf van bedrijf A

De op de waterbakken gemeten spanningen zijn minder dan 100 mV.

In de grafieken van de metingen op de twee waterbakken is een mooi voorbeeld te zien dat bij beide metingen minstens 15 x dezelfde frequenties met hogere amplitudes in het frequentie domein te zien is.

Omdat er gemeten wordt tussen de waterbak en de vloer mag je ervan uitgaan dat deze frequenties op het referentievlak de roostervloer aanwezig zijn.

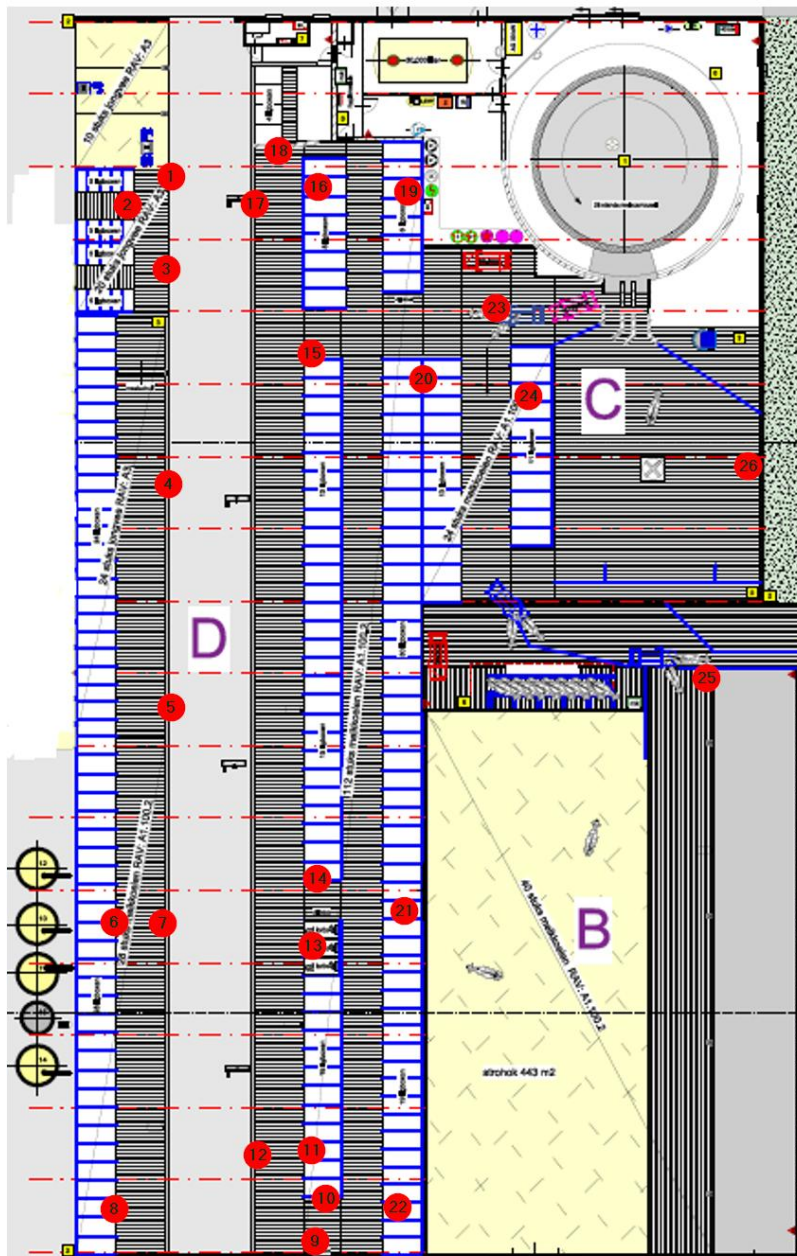
Bij het drinken van water uit een bak wordt de stroom die door een koe kan lopen beperkt door de geleidbaarheid van water zelf (hoge weerstand) maar ook door de inwendige weerstand van een koe.

De gemeten aanraakspanningen en daaruit vloeiende RMS stroomdoorgang voor koeien op de waterbakken op de 2^e locatie zijn vergelijkbaar met de gemeten RMS spanningen op de waterbakken op het moederbedrijf.

Dat het lepelen met water op de ene locatie wel voorkomt en op de andere niet is in ieder geval niet uit deze metingen te herleiden.

3.4 Aardings stal

In de stal is de aarding op vreemd geleidende delen in 2022 aangepast door een aardingsbedrijf. Hierbij is de staalconstructie van de stal gebruikt om de metalen delen onderling te verbinden.



Plattegrond stal

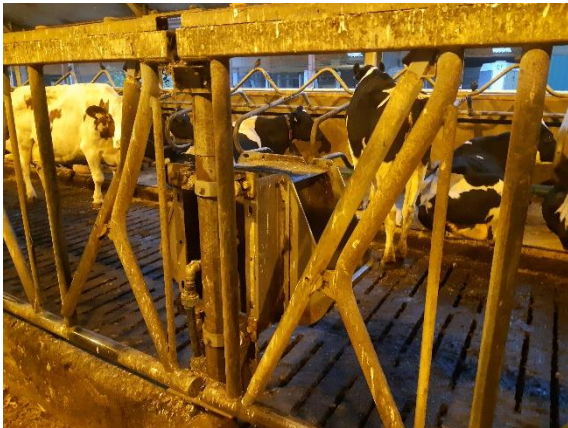
De ligboxenrij aan de zijde van de woning (2,6,8) is mechanisch verbonden met de staalconstructie

Het voerhek en de waterbakjes (1,3,4,5,7) zijn mechanisch met elkaar verbonden

De waterbakken (10,14,15) zijn met draden aangesloten op de ligboxen

De constructie van de ligboxen en voerboxen (10,11,13, 14 en 15) zijn met draden aangesloten op de staalconstructie

De dubbele rij ligboxen (20,21, en 22) zijn mechanisch verbonden met de staalconstructie



Drinkbakje aan voerhek



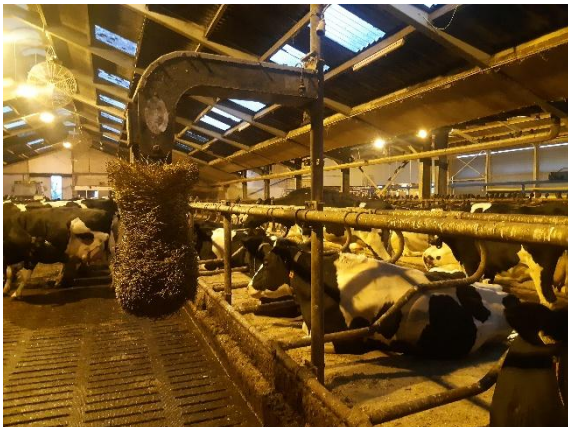
Verbinding tussen voerboxen en staalconstructie stal



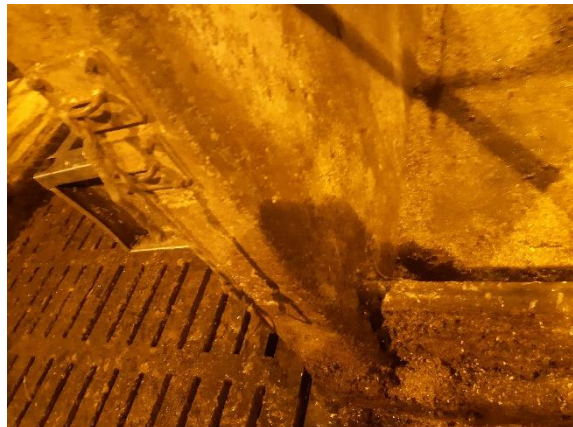
Verbinding tussen waterbak en ligbox



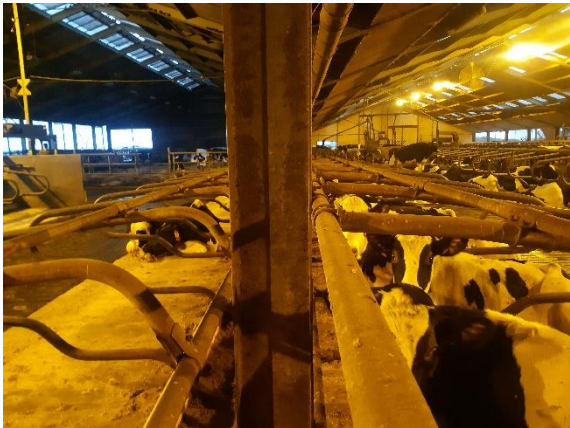
Verbinding tussen waterbak en ligbox



Koeborstel en ligboxen verbonden met constructie



Verbinding tussen waterbak en ligbox



Ligboxen verbonden met staalconstructie



Overzicht stal

3.4.1 Conclusie aarding stal

De aarding op metalen delen in de stal is in orde bevonden.

Vanuit de metingen van aanraakspanningen in de stal (hoofdstuk 3.3.1) is er geen aanleiding om nog aanvullende aarding in de stal aan te brengen.

Vanuit de voorschriften NEN 1010 veiligheidsbepalingen voor laagspanningsinstallaties dienen vreemd geleidende metalen delen die voor een koe aanraakbaar zijn geaard te zijn. In principe is de vereffening op deze metalen delen passief. Deze is puur bedoeld om bij een gebrek in de elektrische installatie spanningsversleping op metalen delen te voorkomen.

Wanneer een veehouder bijvoorbeeld een verlengsnoer zou gebruiken in de stal om werkzaamheden uit te voeren zou een gebrek op kunnen treden. Wanneer het verlengsnoer door zou snijden op een metalen deel en dit metalen deel zou niet verbonden zijn met de aardingsinstallatie van de elektrische installatie dan vindt er geen automatische uitschakeling van de voeding plaats waardoor de spanning op het hekwerk zou kunnen blijven staan.

Als het hekwerk wel geaard is dan moet er voldoende stroom gaan lopen om automatische uitschakeling van de voeding te krijgen.

Door de veehouder van bedrijf A is aangegeven dat de situatie na het aanbrengen van de aarding slechter is geworden. Achteraf is dat moeilijk te bepalen wat daarvan precies de oorzaak van kan zijn geweest.

De naam van het aardingsbedrijf die de aarding heeft uitgevoerd ben ik vaker tegengekomen tijdens onderzoeken in stallen. Heb daarbij wel eens gezien dat hij zijn metingen op gelijkspanning uitvoert in plaats van op wisselspanning. De uitslag van de metingen wordt daardoor verkeerd geïnterpreteerd omdat op gelijkspanningsnivo het elektrolytisch potentiaal tussen het metalen deel en het materiaal van de meetpen wordt gemeten. Met dit fenomeen gaan veel technici de mist in.

Ook geavanceerde meters zoals powerquality meters kennen het verschil niet tussen gelijk- en wisselspanning. Hierdoor wordt dan een spanning gemeten die eigenlijk de elektrolytisch potentiaal tussen twee verschillende metalen is.

Bij een meter is dit heel simpel te controleren door een meting op een 1,5 Volt batterij uit te voeren en te kijken of de meter hierbij ook een waarde aangeeft.

3.5 Veiligheids aarding verdeelinrichting stal

Tijdens het onderzoek is de aardingsinstallatie van de verdeelinrichting van de stal beoordeeld. De hoofdtoevoeding van het bedrijf komt in de meterkast van de woning binnen. Deze loopt vanuit deze meterkast gelijk door naar de besturingskast van het noodstroomaggregaat. In deze kabel die in de hoek van de technische ruimte binnenkomt is door onderzoeksbedrijf B het netfilter en de scheidingstransformator geplaatst. Vanaf de besturingskast van het aggregaat wordt de verdeelinrichting in de ruimte naast de carrousel en een verdeelinrichting in de stal en de verdeelinrichting van het woonhuis gevoed.

De voeding van de verdeelinrichting in de ruimte naast de carrousel is voorzien van een eigen aardelektrode en is uitgelegd als een zogenaamd TT-stelsel.

Doordat een scheidingstransformator is toegepast is dit TT-stelsel in principe veranderd naar een IT-stelsel. Dit houdt in dat de elektrische installatie in principe zwevend is en geheel gescheiden is van aarding.



Foto verdeelkast stal

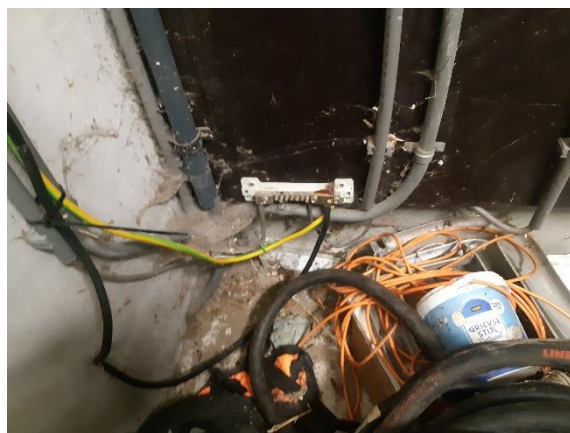


Foto aarding verdeelinrichting stal

Om te bepalen of er vanuit de veiligheidsaarding van de elektrische installatie of vanuit de op de veiligheidsaarde aangesloten frequentie gestuurde apparatuur zwervstromen door een stal kunnen lopen met een bepaalde spanning is het belangrijk de spanning die op veiligheidsaarding van de elektrische installatie staat te meten.

Het meten van deze spanning dient ten opzichte van een referentie punt te worden gedaan die op behoorlijke afstand van het bedrijf buiten de invloedssfeer van eventuele stromen vanuit het bedrijf is geplaatst. Om de spanning op de veiligheidsaarde te meten is het referentie punt op 40 meter haaks op de stal geplaatst.



Meting spanning op veiligheidsaarding

Gemeten onderdeel	Frequentiespectrum			Spanningsmeting	
	Frequentie met hoogste piek in Hz	Amplitude frequentie hoogste piek in dBV	Amplitude Frequentie hoogste piek in mV	Gemeten spanning RMS in V	Berekende stroomdoorgang door koe in mA Spanning / 1000 Ohm
Spanningsmeting verdeelinrichting met filter aan frequentiebereik 0 tot 1000 Hertz 29-11 / 12.44.39	50 Hertz			234 Volt	nvt
Spanningsmeting verdeelinrichting met filter uit frequentiebereik 0 tot 1000 Hertz 05-12 / 08.16.23	50 Hertz				nvt
Stroommeting in aardelektrode verdeelinrichting met filter uit frequentiebereik 0 tot 100 kHz 05-12 / 08.38.54	50 Hertz	-67,67		1,084 = 10,84 mA	nvt
Stroommeting in aardelektrode verdeelinrichting met filter aan frequentiebereik 0 tot 100 kHz 05-12 / 08.20.33	50 Hertz	-46,78		4,797 = 47,97 mA	nvt
Spanningsmeting op aardelektrode naast stal met referentie op 40 meter afstand van de stal 13.12.24 10.31.51	162,006 kHz	-50,26		14,88 mV	nvt

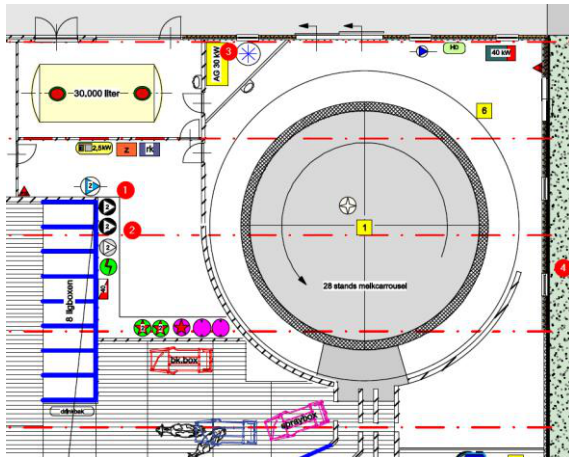
Voor de spanningsmeter is een probe gebruikt die de spanning een factor 100 x minder aangeeft

Voor de stroommeting op de aardelektrode is een stroom tang gebruikt met een omzetverhouding van 100 mV/ Ampere

De gemeten spanning die op de aardingsinstallatie van de elektrische installatie staat heeft een RMS spanning van 14,88 milli Volt.

3.5.1 Conclusie veiligheidsaarding verdeelinrichting stal

Door de veehouder van bedrijf A is aangegeven dat tijdens de bouw van de carrousel veel aandacht besteed is aan de aarding van betonnetten in de vloer van de carrousel. In principe was dit zelfs al een ideale aarding geweest om de elektrische installatie op aan te sluiten. De staalconstructie van de stal is ook aangesloten op deze doorverbonden wapening in de betonvloer.



Doorsnede stal met hoofdverdeelinrichting

- 1 locatie waar de voedingskabel van de elektrische installatie in stal binnenkomt
- 2 Locatie schakelkast noodstroom aggregaat
- 3 Hoofdverdeelinrichting stal
- 4 Locatie aardelektrode aan buitenzijde stal

Aardelektrode hoofdverdeelinrichting

De aardelektrode die door het aardingsbedrijf aan de zijkant van de stal is aangebracht loopt in kunststofbuisjes tot aan de verdeelinrichting. Door de veehouder van bedrijf A is aangegeven dat de aardelektrode die door het aardingsbedrijf is aangebracht een aardverspreidingsweerstand heeft van 0,3 Ohm.

Voor een stal is de ideale situatie om ook de aarding van wapening in de betonvloer in de aarding op te nemen. Of dit nu het geval ook is moeilijk te zeggen omdat het allemaal losse aardleidingen bij de verdeelinrichting zijn.

Advies

Om er zeker van te zijn dat de wapening van de betonvloeren ook in het aardingssysteem zijn opgenomen wordt geadviseerd om op de plaats waar de elektrode de stal uitgaat ter plaatse een koppeling te maken met de staalconstructie van de stal.

Toegepast stroomstelsel

Bij de verdeelinrichting in de technische ruimte naast de carrousel is bij de binnenkomende voedingskabel geen aarding meegevoerd. De verdeelinrichting is voorzien van een eigen aardelektrode. In elektrotechnische begrippen wordt dit een TT-stelsel genoemd.

Doordat in de stal een scheidingstrafo is toegepast kan geen oordeel worden gegeven of de aardverspreidingsweerstand van de aardelektrode van de veiligheidsaarde van de verdeelinrichting van de stal voldoet. Het elektrotechnische stelsel verandert door het gebruik van een scheidingstransformator naar een zogenaamd IT-stelsel.

Bij het toepassen van een scheidingstrafo kan er in principe geen kortsluitstroom lopen bij een eerste defect in de elektrische installatie. Wel kan er bij een eerste elektrische fout in een installatie een verbinding tussen een fase en aarde worden gemaakt. Daarom dient bij het toepassen van een scheidingstrafo isolatie bewaking te zijn toegepast.

Spanningsmeting op aardingsinstallatie

De gemeten RMS spanning op de veiligheidsaarding van elektrische installatie is slechts 14,88 milli Volt. Dit geeft een indicatie of er vanaf deze veiligheidsaarding op met deze veiligheidsaarding aangesloten gebruikers ook zwervspanningen in de stal aanwezig kunnen zijn van die hoger kunnen zijn dan deze “bron”

Om zwervstromen door een stal te krijgen waardoor spanningsverschillen ontstaan waardoor een zwervstroom door een koe kan lopen dient deze bron een aanzienlijke hogere spanning te bezitten dan de als gevoeligheid aangenomen spanningsverschil waarop een koe een reactie zou kunnen geven.

Wanneer je deze gemeten spanning op de veiligheidsaarde beoordeeld dan stelt dit eigenlijk niks voor.

Deze ligt in ieder geval beduidend lager dan de aangenomen drempelspanning van 100 mV die is aangenomen als minimale spanning waarop een koe reactie zal vertonen.

3.6 Meting veiligheidsaarding verdeelinrichting woonhuis



Foto verdeelkast woning

De hoofdvoeding van het bedrijf komt vanaf de transformator in de meterkast van de woning binnen. Deze loopt vanuit deze meterkast gelijk door naar de besturingskast van het noodstroomaggregaat. In deze kabel die in de hoek van de technische ruimte binnenkomt is door onderzoeksbedrijf B een netfilter en de scheidingstransformator geplaatst. Vanaf de besturingskast van het aggregaat wordt de verdeelinrichting in de ruimte naast de carrousel en een verdeelinrichting in de stal en de verdeelinrichting van het woonhuis gevoed. Op de verdeelinrichting in het woonhuis is door onderzoeksbedrijf B een netfilter geplaatst. Op de verdeelinrichting in het woonhuis zijn ook de zonnepanelen installatie aangesloten. Aan de gevel van het woonhuis is een tussenkast tussen de verdeelinrichting en de zonnepanelen installatie aanwezig. De zonnepanelen zijn al geruime tijd buiten bedrijf.

3.6.1 Conclusie veiligheidsaarding verdeelinrichting woonhuis

Doordat de gehele elektrische installatie achter een scheidingstransformator is geplaatst kan geen oordeel worden gegeven of de veiligheidsaarde van de verdeelinrichting in de woning voldoet om automatische uitschakeling van de voeding te krijgen bij een defect in de elektrische installatie.

3.7 Metingen zwerfspanningen rondom stal

Voor het meten van zwerfstroom door de grond worden tussen twee in de grond aangebrachte meetsondes of twee op de grond aangebrachte meetelektroden gemeten of hier sprake is van zwerfspanningen.

Rondom de stal zijn op vier verschillende plaatsen zwerfspanningsmetingen uitgevoerd

Deze meting wordt in twee verschillende richtingen uitgevoerd, dwarsrichting stal en in lengterichting stal

Door onderzoeksbedrijf B zijn in het veld metingen op vijf meter afstand afstand gedaan.

Tijdens dit onderzoek worden ook de metingen op vijf meter afstand gedaan.

Tijdens de meting worden twee metingen gecombineerd

De eerste meting die in blauw wordt weergegeven is zonder kunstkoe zoals ook onderzoeksbedrijf B is gemeten. De tweede meting die in rood wordt weergegeven is de stapspanning met "kunstkoe van 3000 Ohm"



Plattegrond locatie metingen

- 1 Zwerfspanningsmeting voor stal
- 2 Zwerspanningsmeting naast stal
- 3 Zwerfspanningsmeting achter stal
- 4 Zwerfspanningsmeting naast stal

Gemeten onderdeel	Frequentiespectrum			Spanningsmeting		
	Frequentie met hoogste piek in Hz	Amplitude frequentie hoogste piek in dBV	Amplitude Frequentie hoogste piek in mV	Gemeten spanning RMS in mV	Berekende spanning over koe in mV = Gemeten spanning/ 3	Berekende stroomdoorgang door koe in mA Spanning / 3000 Ohm
Voor stal in dwarsrichting stal Frequentiedomein 0 tot 200 kHz 05-12 / 10.13.02	159,251 kHz	-51,95		4,893	nvt	nvt
	17,259 kHz	-63,19		2,199	0,733	0,00073
Voor stal in dwarsrichting stal Frequentiedomein 0 tot 50 kHz 05-12 / 10.21.22	49,9081 Hz	-36,90		15,84	nvt	nvt
	49,9753 kHz	-62,19		1,944	0,648	0,000648
Voor stal in lengterichting stal frequentiedomein 0 tot 200 kHz 05-12 / 10.27.16	174,257 kHz	-50,09		5,723	nvt	nvt
	174,257 kHz	-64,85		1,203	0,41	0,000401
Voor stal in lengterichting stal frequentiedomein 0 tot 50 kHz 05-12 / 10.31.14	49,9874 kHz	-56,56		3,029	nvt	nvt
	49,9876	-65,41		1,506	0,502	0,000502
Naast stal in dwarsrichting stal Frequentiedomein 0 tot 200 kHz 05-12 / 10.42.14	143,359	-53,59		5,263	nvt	nvt
	106,021	-61,56		2,212	0,737	0,00073
Naast stal in dwarsrichting stal Frequentiedomein 0 tot 50 kHz 05-12 / 10.47.18	38,5558 kHz	-55,50		3,647	nvt	nvt
	49,9718 kHz	-62,50		1,52	0,506	0,000506
Naast stal in lengterichting stal frequentiedomein 0 tot 200 kHz 05-12 / 11.00.38	174,255 kHz	-61,27		2,410	Nvt	nvt
	112,459 kHz	-62,64		1,086	0,362	0,000362
Naast stal in lengterichting stal frequentiedomein 0 tot 50 kHz 05-12 / 11.07.49	49,9735 kHz	-60,29		2,285	nvt	nvt
	49,9735 kHz	-67,96		0,879	0,293	0,000293

In vet rood zijn de gemeten waardes weergegeven die in relatie staan met een koe

Berekende spanning over koe in milli Volt = Max Gemeten spanning RMS op 5 meter/ 3

Berekende stroomdoorgang door koe in milli Ampère = Max gemeten spanning RMS/ 3000 Ohm

Gemeten onderdeel	Frequentiespectrum			Spanningsmeting		
	Frequentie met hoogste piek in Hz	Amplitude frequentie hoogste piek in dBV	Amplitude Frequentie hoogste piek in mV	Gemeten spanning RMS in mV	Berekende spanning over koe in mV = Gemeten spanning/ 3	Berekende stroomdoorgang door koe in mA Spanning / 3000 Ohm
Achter stal in dwarsrichting stal Frequentiedomein 0 tot 200 kHz 05-12 / 11.18.46	104,051 kHz	-55,94		3,477	nvt	nvt
	174,254 kHz	-69,41		0,9583	0,319	0,000319
Achter stal in dwarsrichting stal Frequentiedomein 0 tot 50 kHz 05-12 / 11.21.56	49,9549 kHz	-56,82		3,311	nvt	nvt
	49,9715 kHz	-65,76		1,092	0,364	0,000364
Achter stal in lengterichting stal Frequentiedomein 0 tot 200 kHz 05-12 / 11.26.34	174,253 kHz	-52,69		3,022	nvt	nvt
	106,822 kHz	-67,20		1,419	0,473	0,000473
Achter stal in lengterichting stal Frequentiedomein 0 tot 50 kHz 05-12 / 11.29.27	49,9712 kHz	-58,23		2,335	nvt	nvt
	49,9713 kHz	-70,91		0,970	0,323	0,000323
Naast stal in dwarsrichting stal frequentiedomein 0 tot 200 kHz 05-12 / 11.39.01	174,254 kHz	-57,54		2,626	nvt	nvt
	174,255 kHz	-64,72		1,375	0,448	0,000458
Naast stal in dwarsrichting stal frequentiedomein 0 tot 50 kHz 05-12 / 11.41.20	49,9613 kHz	-57,34		2,545	nvt	nvt
	49,9727 kHz	-70,79		1,289	0,429	0,000429
Naast stal in lengterichting stal frequentiedomein 0 tot 200 kHz 05-12 / 11.47.06	174,254 kHz	-53,70		3,357	nvt	nvt
	174,255 kHz	-59,65		1,583	0,527	0,000527
Naast stal in lengterichting stal frequentiedomein 0 tot 50 kHz 05-12 / 11.49.51	49,9726 kHz	-62,16		2,333	nvt	nvt
	49,9726 kHz	-69,53		1,061	0,353	0,000353

In vet rood zijn de gemeten waardes weergegeven die in relatie staan met een koe

Berekende spanning over koe in milli Volt = Max Gemeten spanning RMS/ 3

Berekende stroomdoorgang door koe in milli Ampère = Max gemeten spanning RMS/ 3000 Ohm

3.7.1 Conclusie metingen zwerfspanningen rondom stal

Rondom de stal zijn op 4 locaties zwerfspanningsmetingen uitgevoerd.
Deze meting zijn in twee verschillende richtingen uitgevoerd

Door onderzoeksbedrijf B zijn in het veld metingen op vijf meter afstand afstand gedaan.
Tijdens dit onderzoek zijn ook de metingen op vijf meter afstand gedaan.

Tijdens de meting worden twee metingen gecombineerd
De eerste meting die in blauw wordt weergegeven is zonder kunstkoe zoals onderzoeksbedrijf B is gemeten
De tweede meting die in rood wordt weergegeven is de stapspanning met "kunstkoe van 3000 Ohm"

De resultaten van de metingen zijn in de tabellen weergegeven.

De maximale gemeten stapspanning die voor een koe op kan treden is gemeten in het veld voor de stal in dwarsrichting van de stal.

In het frequentiebereik van 0 tot 200 kHz	
Gemeten maximale RMS-spanning op 5 meter afstand	2,199 mV
Berekende spanning over een koe:	0,733 mV
Berekende stroomdoorgang door een koe:	0,00073 mA

In het frequentiebereik van 0 tot 50 kHz	
Gemeten maximale RMS-spanning op 5 meter afstand	1,944 mV
Berekende spanning over een koe:	0,648 mV
Berekende stroomdoorgang door een koe:	0,000648 mA

Vanuit de metingen die op twee verschillende frequentiebereiken 0 tot 50 kHz en 0 tot 200 kHz zijn uitgevoerd kan worden gesteld dat bij het frequentiebereik van 0 tot 200 kilo Hertz het resultaat een fractie hoger ligt.

De toename van het spanningsaandeel wat zou kunnen lijden tot stroomdoorgang van een koe van het frequentiebereik van 0 tot 50 kilo Hertz ten opzichte van het frequentiebereik van 0 tot 200 kilo Hertz is gezien de metingen verwaarloosbaar.

Vanuit de uitgevoerde metingen is duidelijk te zien dat de aanwezigheid piekspanningen van alle frequenties worden afgezwakt door het toepassen van een "kunstkoe"
De afzwakking door het toepassen van "kunstkoe" is ongeveer een factor 2 tot 3

Voor zowel het frequentiebereik van 0 tot 50 kHz als voor 0 tot 200 kHz is de gemeten RMS stroomdoorgang die door een koe zou kunnen vloeien als gevolg van de aanwezige zwerfstroom in de grond minder dan een micro Ampere

3.8 Veldsterkte metingen

Elektrische velden ontstaan door een elektrische lading of door veranderende magnetische velden. Magnetische velden ontstaan door een bewegende lading of door veranderende elektrische velden, zoals die bij een geleider waar wisselstroom door loopt. Het aantal golfbewegingen in de sterkte van de velden per tijdseenheid noemt men de frequentie. Als de frequentie wordt uitgedrukt in het aantal golfbewegingen per seconde, is de eenheid daarvan 'hertz'. De afstand tussen twee pieken in de golfbeweging noemt men de golflengte. De geleider, het apparaat of de zender die de velden produceert noemt men 'de bron'. Veelal wordt de term 'elektromagnetische velden' gebruikt als afkorting voor de verzameling termen elektrische velden, magnetische velden of elektromagnetische velden.

Onze, door energie technische centrales opgewekte elektriciteit, heeft een frequentie van 50 Hz. Bij deze frequentie moet men de eigenschappen van het elektrische veld en die van het magnetisch veld apart van elkaar bekijken. Het gaat bij energie technisch opgewekte straling dus om onafhankelijke elektrische en magnetische wisselvelden. De bedrijfsspanning bepaalt de elektrische veldsterkte, terwijl de door de leiding vloeiende stroom daarop geen invloed heeft. Daarentegen hangt de sterkte van het magneetveld vrijwel alleen af van de sterkte van de vloeiende stroom; hier speelt de bedrijfsspanning geen rol. Dit heeft voor het nu navolgende grote consequenties. Stelt u zich een 380 V en 100 Ampère systeem voor. Deze ontwikkelt in zijn omgeving een praktisch even sterk magneetveld op als een 380.000 V en 100 A systeem van een hoogspanningsleiding. Dit terwijl de capaciteit een factor 1000 verschilt. Alleen de ontwikkelde elektrische veldsterkten verschillen duidelijk. Wanneer men dit constateert zijn de consequenties verstrekkend. Men ziet namelijk dat met betrekking tot het magneetveld niet alleen om die van hoogspanningsleidingen uitgaande spanningen gaat, maar in het algemeen ook om de in de levenssfeer van de eindverbruiker aanwezige 220/380 V verzorging aanwezige situatie, in deze inzichten te betrekken.

Elektromagnetische velden ontstaan door gebruik te maken van elektriciteit en geven de onbedoelde bijeffecten. We onderscheiden de volgende velden:

- Laagfrequente elektrische velden (door elektrische wisselspanning)
- Laagfrequente magnetische velden (door elektrische wisselstroom)
- Hoogfrequente radiogolven (door zenders, mobile telefoons, omroep, DECT, WLAN.)
- Elektrostatisch (door gelijkspanning: beeldschermen, synthetische stoffen)
- Magneeto statisch (door gelijkstroom: trams/trolleys, zonnecellen, maar ook van metaal)

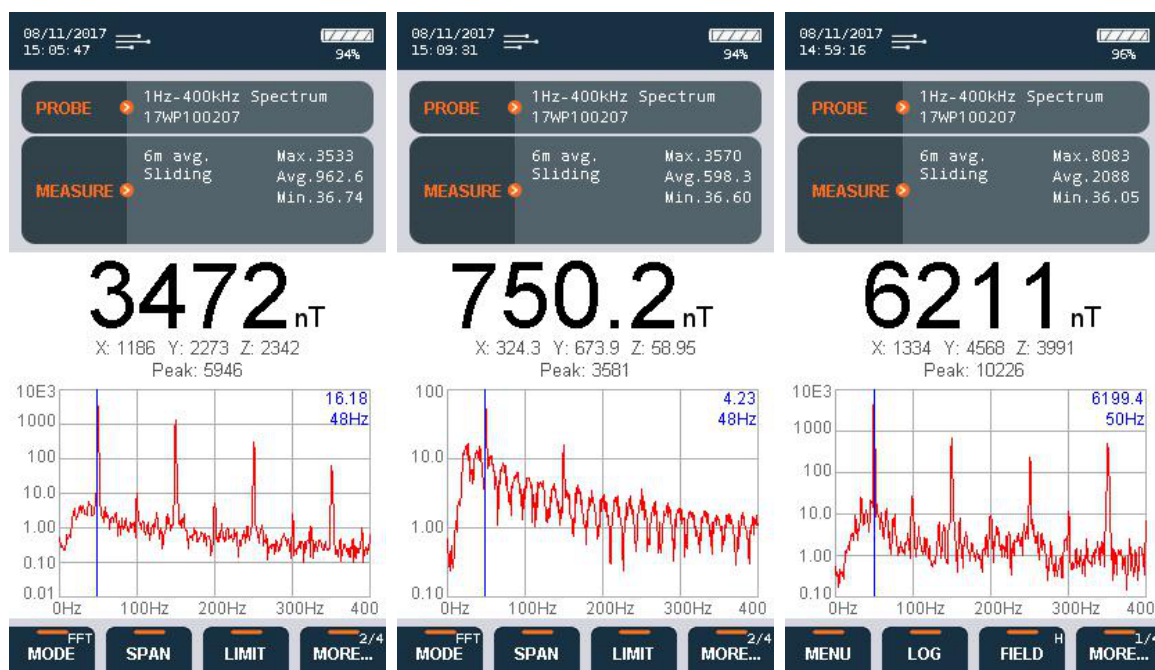
Laagfrequent signalen zijn elektrische/magnetische signalen van 0 Hz tot 20 MHz. Het meest bekende is 50 Hz van ons lichtnet. Maar ook voedingsadaptors, spaarlampen en TL-verlichting gebruiken schakel elektronica die hogere frequenties terugkoppelen in ons lichtnet (dirty power).

Hoogfrequent straling zijn alle frequenties boven 20MHz. Te denken is aan Radar, GSM/ UMTS/ LTE-telefonie, Tetranet (C2000, hulpdiensten) en DVB-T (televisie/radio) maar zeker ook de door ons zelf veroorzaakte zenders als DECT, WiFi en Bluetooth.

3.8.1 Wavecontrol SMP2 EMF Meter



De Wavecontrol SMP2 is een meter om normmetingen van elektromagnetische velden te doen. Het is een draagbaar instrument voor detectie en meting voor zowel elektrische als magnetische velden. Hij is uit te rusten met verschillende probes voor breedband- of specifieke metingen. De Wavecontrol SMP2 is uitgerust met een kleurendisplay en laat zich intuïtief bedienen.



Vanuit de metingen kan een print screen worden gemaakt om de gemeten waardes weer te geven.

De meter geeft bij deze drie screenshots een spectrum aan van 0 tot 400 Hertz.

Hierin zijn duidelijk de hogere harmonischen te zien zijn van 100,150,200,250,300,350 en 400 Hertz.

Er zijn door de ICNIRP-normen vastgesteld aan de straling waar men aan blootgesteld mag worden. In de meter zijn verschillende blootstellingslimieten van vastgestelde normen voorgeprogrammeerd.

Een veldsterktemeter geeft als uitkomst niet een gemiddeld getal weer maar het hoogst gemeten signaal op dat moment wat geregistreerd is. Een veldsterktemeter neemt alle elektromagnetische velden mee die op dat moment op de locatie aanwezig zijn. Denk hierbij aan radio, televisie, draadloos internet, mobiele telefonie, draadloze huistelefoon (DECT) en andere bronnen waar elektromagnetische velden vrijkomen in de zakelijke dienstverlening.

De veldsterkte meter Wavecontrol SMP2 kan worden uitgerust met de meetprobes WP400 EMF en de WPF8 EMF.

De WP400 EMF fieldprobe meet zowel elektrische veldsterktes als elektromagnetische velden (EMV) binnen een frequentiebereik van 1 Hertz tot 400 kHz.

De WPF8 EMF fieldprobe meet elektrische veldsterktes binnen een frequentiebereik van 100 kHz tot 18 GHz.

3.8.2 Elektromagnetische velden op het werk

Er is een praktische niet bindende gids opgesteld om werkgevers, in het bijzonder kleine en middelgrote ondernemingen, te helpen begrijpen wat zij moeten doen om te voldoen aan de EMV-richtlijn (Richtlijn 2013/35/EU — EMV = elektromagnetische velden). In de Europese Unie staan de algemene maatregelen ter bevordering van de verbetering van de veiligheid en de gezondheid van de werknemers op het werk vermeld in de kaderrichtlijn (Richtlijn 89/391/EEG). De EMV-richtlijn geeft hoofdzakelijk bijkomende details over de wijze waarop de doelstellingen van de kaderrichtlijn voor de specifieke situatie van werken met elektromagnetische velden kunnen worden behaald.

Elektromagnetische velden in arbeidssituaties

Elektromagnetische velden komen in veel verschillende bedrijfsprocessen voor. Soms worden ze bewust opgewekt, bijvoorbeeld bij elektrolyseprocessen of radiozendapparatuur. Soms komen ze voor als bijproduct zoals magneetvelden van elektrische heftrucks. Voor blootstelling tijdens het werk gelden andere blootstellingslimieten dan bij algemene blootstelling. De limieten die gelden op het werk zijn vastgelegd in een wijziging van het Arbeidsomstandighedenbesluit, dat van kracht werd op 1 juli 2016.

Er is veel aandacht voor de effecten van elektromagnetische velden tijdens arbeid. Omdat de blootstelling tijdens het werk soms relatief hoog is, is er veel aandacht voor de effecten van deze blootstelling. Het Kennisplatform heeft een kennisbericht “Elektromagnetische velden op het werk” opgesteld.

3.8.3 Beoordeling van de blootstelling aan elektromagnetische velden

De aard van een reactie op blootstelling aan een elektromagnetisch veld hangt hoofdzakelijk af van de frequentie van het toegepaste veld. Dit komt omdat verschillende frequenties op verschillende manieren in interactie gaan met het lichaam, met als gevolg dat de effecten van laagfrequente velden niet dezelfde zijn als deze die door hogere frequenties worden opgewekt: laagfrequente velden veroorzaken stimulatie van zenuwen en spieren, terwijl hoogfrequente velden opwarming veroorzaken.

Op basis van hun interactie met mensen kunnen elektromagnetische velden worden ingedeeld in vier ruime regio's:

velden met frequentie 0 tot 1 Hz (statische velden);

velden met frequenties van 1 Hz tot 100 kHz (laagfrequente velden);

velden met frequenties van 100 kHz tot 10 MHz (middenfrequente velden);

velden met frequenties van meer dan 10 MHz (hoogfrequente velden).

Boven enkele GHz wordt opwarming in toenemende mate beperkt tot het oppervlak van het lichaam.

De EMV-richtlijn gaat ervan uit dat effecten die optreden als gevolg van inwerking op het zenuwstelsel niet-thermische effecten zijn, terwijl de opwarmingseffecten die optreden als gevolg van blootstelling aan velden boven 100 kHz thermische effecten zijn.

Grenswaarden voor effecten op de gezondheid hangen samen met effecten die schadelijk zijn voor de gezondheid, zoals stimulering van de zenuwen en spierweefsel of opwarming. Grenswaarden voor effecten op de gezondheid mogen niet worden overschreden.

Grenswaarden voor effecten op de zintuigen hangen samen met voorbijgaande verstoringen van de zintuiglijke waarneming, bijvoorbeeld duizeligheid of het zien van lichtflitsen. Grenswaarden voor effecten op de zintuigen mogen alleen worden overschreden als maatregelen zijn genomen om veiligheidsrisico's te voorkomen en de grenswaarden voor effecten op de gezondheid niet worden overschreden. Voorbeelden van veiligheidsrisico's zijn vallen door duizeligheid of verlies van controle over gereedschap door een schrikreactie.

Uit de grenswaarden zijn actieniveaus afgeleid in termen van de sterkte van de elektromagnetische velden buiten het lichaam, die gemakkelijker te meten is. Als de actieniveaus worden overschreden, moet de werkgever maatregelen nemen om de blootstelling te verlagen, tenzij hij kan aantonen dat de grenswaarden niet worden overschreden en veiligheidsrisico's zijn uitgesloten. Bij elektromagnetische velden met frequenties van 1 hertz tot 10 Megahertz wordt onder andere onderscheid gemaakt tussen lage actieniveaus, die zijn afgeleid uit de grenswaarden voor effecten op de zintuigen, en hoge actieniveaus, die zijn afgeleid uit de grenswaarden voor effecten op de gezondheid. Bij elektromagnetische velden met frequenties van 100 kilohertz tot 300 gigahertz zijn er actieniveaus voor opwarming, die zijn afgeleid uit de grenswaarden voor opwarming ('thermische effecten').

3.8.4 Blootstellingslimieten voor elektromagnetische velden

Een internationale commissie heeft blootstellingslimieten opgesteld voor elektromagnetische velden. Deze International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) beoordeelt hiervoor regelmatig de stand van de wetenschap op het gebied van elektromagnetische velden en gezondheid. Er zijn verschillende blootstellingslimieten voor elektromagnetische velden van verschillende frequenties. De limieten zijn gebaseerd op wetenschappelijk vastgestelde effecten die tijdens of kort na blootstelling kunnen optreden.

De Europese Unie heeft alle lidstaten aanbevolen om de blootstellingslimieten van de ICNIRP na te leven ter bescherming van de bevolking. Deze limieten vormen ook een onderdeel voor de productveiligheidseisen voor apparatuur die in de handel worden gebracht.

Limiet voor elektrische apparaten en elektriciteitsnetwerken

De aanbevolen blootstellingslimiet voor magnetische velden van elektrische apparaten in en om het huis is **100 microtesla**. Dat geldt ook voor elektriciteitsnetwerken (o.a. hoogspanningslijnen) in de buurt van woningen. Deze velden hebben een extreem lage frequentie van 50 hertz.

De waarde van **100 microtesla** wordt in Nederland op voor het publiek toegankelijke plaatsen bij het elektriciteitsnetwerk nergens overschreden.

Voor het elektrisch veld is de aanbevolen blootstellingslimiet **5 kilovolt per meter**. In uitzonderlijke gevallen kan die waarde worden overschreden. Bijvoorbeeld bij onderhoud van hoogspanningslijnen, waarbij een deel van de kabels uitgeschakeld wordt en de belasting van de overige kabels kan toenemen.

Sinds 2005 hanteert de Nederlandse overheid een aanvullend advies voor bovengrondse hoogspanningslijnen. Bij de planning van nieuwe hoogspanningslijnen adviseert de overheid om zoveel als redelijkerwijs mogelijk te voorkomen dat kinderen langdurig blootgesteld worden aan magneetvelden die sterker zijn dan 0,4 microtesla (gemiddeld over een heel jaar). Hetzelfde geldt voor de bouw van nieuwe woningen en scholen bij bestaande hoogspanningslijnen. Aanleiding voor dit aanvullende advies zijn aanwijzingen uit wetenschappelijk onderzoek dat kinderen die dichtbij bovengrondse elektriciteitslijnen wonen mogelijk een hoger risico op leukemie hebben dan kinderen die daar verder vandaan wonen. Wetenschappers hebben overigens niet kunnen vaststellen dat de waargenomen gevallen van leukemie veroorzaakt worden door het magneetveld van hoogspanningslijnen.

3.8.5 Blootstellingslimieten voor het algemeen publiek

Blootstellingslimieten voor elektromagnetische velden

De elektromagnetische straling van antennes kunnen een opwarmend effect hebben op het lichaam. Andere effecten op de gezondheid zijn niet aangetoond. Sommige mensen melden wel klachten over de gezondheid zoals hoofdpijn, slapeloosheid en duizeligheid.

Nederland hanteert, net als de meeste andere Europese landen, de blootstellingslimieten van de 'International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection' (ICNIRP). ICNIRP is een onafhankelijke internationale groep wetenschappers die blootstellingslimieten voor elektromagnetische straling opstelt. In 2020 heeft de ICNIRP de blootstellingslimieten geactualiseerd. De blootstellingslimieten van ICNIRP 2020 worden vastgelegd in nationale regelgeving (Frequentiebesluit 2013).

De blootstellingslimieten houden rekening met kwetsbare groepen zoals kinderen, zwangere vrouwen, ouderen en zieken. De totale hoeveelheid elektromagnetische straling moet altijd onder de limieten blijven.

Verschillende blootstellingslimieten per frequentie

De ene frequentie kan ons lichaam sneller opwarmen dan de andere. Daarom verschillen de limieten per frequentieband. Lage frequenties zorgen voor meer opwarming van het menselijk lichaam dan hoge frequenties. Daarom zijn de limieten voor lage frequenties strenger dan de limieten voor hogere frequentiebanden.

In de tabel hieronder vindt u de blootstellingslimieten voor het algemeen publiek. De limieten lopen van 2 W/m² voor de frequenties die radio, televisie en de hulpdiensten gebruiken tot 10 W/m² voor de frequenties die mobiele communicatie gebruikt (2G, 3G, 4G, 5G).

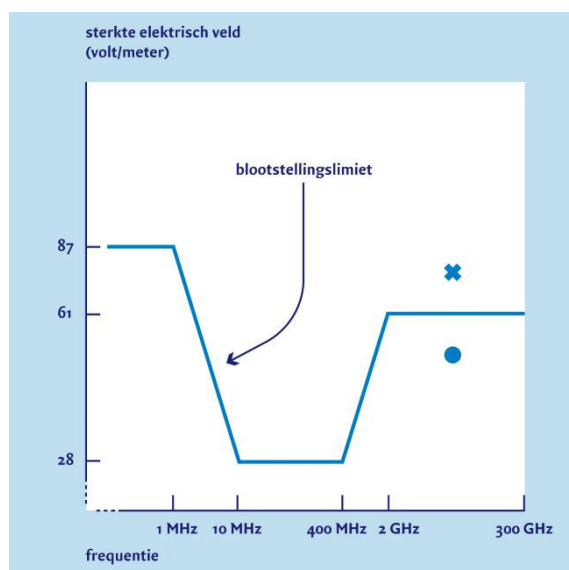
Blootstellingslimieten voor het hele lichaam - ICNIRP 2020		
Frequentie	Meest gebruikte toepassing	Blootstellingslimiet (in W/m ²)
30-400 MHz	Radio omroep	2
700 MHz	5G	3,5
800 MHz	4G	4
900 MHz	2G 3G	4,5
1400 MHz	4G	7
1800 MHz	2G, 4G	9
2100 MHz	3G	10
2400 MHz	Wifi	10
2600 MHz	4G	10
3,5 GHz	5G	10

Limieten voor mobiele telefoons en zendmasten

De blootstellingslimieten voor mobiele telefoons en zendmasten voor mobiele communicatie zijn vastgelegd in Europese normen. Fabrikanten zijn verplicht te voldoen aan deze eisen, waardoor verondersteld mag worden dat al deze producten veilig zijn. De Rijksinspectie Digitale Infrastructuur (RDI), dat valt onder het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, controleert dit. Als je een product buiten de Europese Unie koopt, kan het zijn dat het niet aan deze eisen voldoet.

Zo mag bijvoorbeeld een mobiele telefoon alleen op de markt gebracht worden als zijn zogeheten SAR-waarde kleiner is dan 2 watt per kilogram. Voor blootstelling van alleen ledematen moet de SAR-waarde kleiner zijn dan 4 watt per kilogram.

De blootstellingslimiet voor elektromagnetische velden met frequenties tussen 10 en 400 megahertz is 28 V/m (volt per meter). De limieten voor de frequenties van 400 tot 2000 megahertz worden per frequentie berekend en lopen op tot 61 V/m. Voor frequenties van 2000 megahertz tot 300 gigahertz geldt een vaste blootstellingslimiet van 61 V/m.



Blootstellingslimieten van radiofrequenties voor mobiele telefonie.

De limieten bieden bij alle frequenties, dus onder en boven de 400 megahertz, dezelfde bescherming tegen overmatige opwarming. Volgens de wetenschappelijke commissie ICNIRP, die deze limieten heeft geadviseerd, is de limiet voldoende om gezondheidsschade als gevolg van opwarming te voorkomen. Er is in de limieten een veiligheidsmarge opgenomen. Wanneer je wordt blootgesteld aan een elektromagnetisch veld met een sterkte lager dan de limiet (een voorbeeldwaarde op een willekeurige frequentie is weergegeven door het rondje in de figuur), zal de temperatuur in je lichaam te weinig stijgen om je gezondheid te kunnen schaden. Wanneer de sterkte van het veld hoger is dan de limiet (voorbeeldwaarde aangegeven door het kruisje in de figuur) dan kan je lichaamstemperatuur zo veel gaan stijgen dat er gezondheidsschade kan optreden.

Dat de grafiek van de blootstellingslimiet tussen 10 en 400 megahertz lager ligt, heeft er onder andere mee te maken dat de mate waarin het lichaam in staat is om elektromagnetische velden op te vangen per frequentie verschilt. Het menselijk lichaam vangt meer energie op van velden in het frequentiegebied tussen 10 megahertz en 400 megahertz dan buiten dat frequentiegebied. Daarom moet de limiet - en dus de hoogst toegelaten sterkte van het veld - in dat gebied lager zijn om eenzelfde stijging van de lichaamstemperatuur te voorkomen.

3.8.4 Veldsterktemetingen op bedrijf A

In de omgeving van het bedrijf zijn veldsterkte metingen uitgevoerd in samenwerking met de heer Leo Lagendijk, Principal Consultant EMF, EMC and Electrical Safety van DNV Netherlands B.V.

In de stal zijn in de melkstal (1) metingen uitgevoerd en op de hoek van de stal (2) waar in een iglo die het dichtste bij de transformator staat ten minste 50 kalveren zijn gestorven volgens veehouder van bedrijf A.

Naast metingen in en op het bedrijf zijn met name metingen uitgevoerd boven de 13 kV hoogspanningskabel bij de transformator op het bedrijf zelf maar ook langs de kabel naar naastgelegen transformatoren.



Veldsterkte meting bij binnenkomst voedingskabel in technische ruimte (16)



Veldsterkte meting in stal (17)

3.8.5 Gemeten veldsterktes



Locatie metingen

Veldsterkte metingen		
mp	Omschrijving	Veldsterkte
1	Elektromagnetische veldsterkte in melkstal Elektrische veldsterkte in melkstal 0 tot 400 Hertz	max peak 0,12 μ T max peak 2,0 V/m
2	Elektromagnetische veldsterkte op plaats van iglo op hoek van de stal Elektrische veldsterkte op plaats van iglo op hoek van de stal 0 tot 400 Hertz	max peak 0,12 μ T max peak 22,44 V/m
3	Elektromagnetische veldsterkte tegen trafogebouw	max peak 1,41 μ T
4	Elektromagnetische veldsterkte tegen trafogebouw	max peak 0,49 μ T
5	Elektromagnetische veldsterkte boven HS-kabel nabij trafo	max peak 0,49 μ T
6	Elektromagnetische veldsterkte boven HS-kabel aan overzijde weg	max peak 0,23 μ T
7	Elektromagnetische veldsterkte boven HS-kabel op 100 meter afstand	max peak 0,23 μ T
8	Elektromagnetische veldsterkte boven HS-kabel op 200 meter	max peak 0,23 μ T
9	Elektromagnetische veldsterkte boven HS-kabel nabij afslag	max peak 0,34 μ T
10	Elektromagnetische veldsterkte boven HS-kabel bij trafo	max peak 0,51 μ T
11	Elektromagnetische veldsterkte boven HS-kabel langs weg	max peak 0,36 μ T
12	Elektromagnetische veldsterkte boven HS-kabel langs weg	max peak 0,88 μ T
13	Elektromagnetische veldsterkte boven HS-kabel langs weg	max peak 0,68 μ T
14	Elektromagnetische veldsterkte boven voedingskabel naast voordeur woonhuis	max peak 0,26 μ T
15	Elektromagnetische veldsterkte in keuken Elektrische veldsterkte nabij in keuken nabij lamp 0 tot 400 Hertz Elektrische veldsterkte nabij in keuken nabij lamp 0 tot 4 kilo Hertz Elektrische veldsterkte nabij in keuken nabij lamp 0 tot 40 kilo Hertz Elektrische veldsterkte nabij in keuken nabij lamp 0 tot 400 kilo Hertz	max peak 0,12 μ T max peak 17,96 V/m max peak 80,06 V/m max peak 62,44 V/m max peak 61,17 V/m
16	Elektrische veldsterkte bij binnenkomst voeding kabels in technische ruimte	max peak 14,66 μ T
17	Elektromagnetische veldsterkte in stal Elektrische veldsterkte in stal 0 tot 400 Hertz Elektrische veldsterkte hoogfrequent meting 300 kHz tot 18 Giga Hertz	max peak 0,12 μ T max peak 504,7 V/m Gemiddeld 0,063 V/m over 6 minuten

3.8.5 Conclusie veldsterktemetingen op bedrijf A

1 Elektromagnetische veldsterkte in melkstal

De gemeten elektromagnetische veldsterkte in de melkstal is laag.

In de carrousel is nagenoeg geen apparatuur aanwezig die een elektromagnetisch veld veroorzaakt

2 Elektromagnetische veldsterkte op plaats van iglo op hoek naast de stal

De gemeten elektromagnetische veldsterkte op de hoek van de stal bij de iglo is heel erg laag

Dit wordt hoofdzakelijk veroorzaakt door wat ruis.

Op de hoek naast de stal is totaal geen elektrische apparatuur aanwezig.

Ook liggen op die locatie geen leidingen in de grond.

Voor de sterfte van de kalveren is geen relatie te leggen met elektrische velden.

3 Elektromagnetische veldsterkte tegen trafogebouw

Meting is indicatief

Elektromagnetisch veld bestaat bijna uit 10% van hogere harmonische door onbalans in de HS-kabel

4 Elektromagnetische veldsterkte tegen trafogebouw

Meting is indicatief

Elektromagnetisch veld bestaat bijna uit 10% van hogere harmonische door onbalans in de HS-kabel

5 Elektromagnetische veldsterkte boven HS-kabel nabij trafo

Meting is indicatief

Elektromagnetisch veld bestaat bijna uit 10% van hogere harmonische door onbalans in de HS-kabel

6 Elektromagnetische veldsterkte boven HS-kabel aan overzijde weg

Meting is indicatief

Elektromagnetisch veld bestaat bijna uit 10% van hogere harmonische door onbalans in de HS-kabel

7 Elektromagnetische veldsterkte boven HS-kabel op 100 meter afstand

Meting is indicatief

Elektromagnetisch veld bestaat bijna uit 10% van hogere harmonische door onbalans in de HS-kabel

8 Elektromagnetische veldsterkte boven HS-kabel op 200 meter

Meting is indicatief

Elektromagnetisch veld bestaat bijna uit 10% van hogere harmonische door onbalans in de HS-kabel

9 Elektromagnetische veldsterkte boven HS-kabel nabij afslag

Meting is indicatief

Elektromagnetisch veld bestaat bijna uit 10% van hogere harmonische door onbalans in de HS-kabel

10 Elektromagnetische veldsterkte boven HS-kabel bij trafo

Meting is indicatief

Elektromagnetisch veld bestaat bijna uit 10% van hogere harmonische door onbalans in de HS-kabel

11 Elektromagnetische veldsterkte boven HS-kabel langs weg

Meting is indicatief

Elektromagnetisch veld bestaat bijna uit 10% van hogere harmonische door onbalans in de HS-kabel

12 Elektromagnetische veldsterkte boven HS-kabel langs weg

Meting is indicatief

Elektromagnetisch veld bestaat bijna uit 10% van hogere harmonische door onbalans in de HS-kabel

13 Elektromagnetische veldsterkte boven HS-kabel langs weg

Meting is indicatief

Elektromagnetisch veld bestaat bijna uit 10% van hogere harmonische door onbalans in de HS-kabel

14 Elektromagnetische veldsterkte boven voedingskabel naast voordeur woonhuis

Meting is indicatief

Elektromagnetisch veld bestaat bijna uit 10% uit hogere harmonischen zoals ook bij de hoogspanningskabel te zien is.

15 Elektromagnetische veldsterkte in keuken

Elektromagnetisch veld in de keuken is laag.

Bij de veehouder van bedrijf A heerst de angst dat deze velden op bepaalde momenten dat mensen zich in huis niet lekker voelen ook groter kunnen zijn. Elektromagnetische velden worden bepaald door de stroomdoorgang die bij gebruik van elektrische apparatuur plaats vindt. Spanningsvariaties van het elektriciteit net zijn natuurlijk aanwezig maar deze kunnen niet leiden dat het elektromagnetisch veld gigantische uitschieters krijgt waarop een mens dit zou kunnen voelen.

Om te beoordelen of er ook vreemde hoge frequenties op het elektriciteit net staan is het elektrische veld op verschillende frequentiegebieden gemeten naast de brandende lamp

Hierbij zijn geen vreemde frequenties gemeten.

Ter referentie zijn er ook veldsterkte metingen gedaan bij bedrijf B in de keuken en de woonkamer.

De gemeten waardes van het elektromagnetisch veld die daar gemeten zijn ongeveer dezelfde.

16 Elektrische veldsterkte bij binnenkomst voeding kabels in technische ruimte

Meting is indicatief

De gemeten elektromagnetische veldsterkte is laag.

Ook hier dezelfde hogere harmonische frequenties terug te zien.

17 Elektromagnetische veldsterkte in stal

De gemeten elektromagnetische veldsterkte in de stal is laag. De bekabeling in een stal is meestal langs de gordingen op hoogte aangebracht waardoor het elektromagnetisch veld op de vloer vrijwel niet meer te meten is. Het enige punt waar een koe in een stal in de omgeving van elektrisch gevoede onderdelen komt zijn de koeborstels. Deze koeborstel draaien alleen wanneer een koe ertegen aan gaat staan.

In de stal is een veldsterkte hoogfrequent meting gedaan tot het frequentie bereik van 18 Giga Hertz

Deze meting wordt uitgevoerd over een periode van 6 minuten

De gemeten veldsterkte is vrij laag

Was de veldsterkte het gevolg geweest van zendapparatuur in de omgeving van de stal of in de stal zelf dan was de gemeten veldsterkte mogelijk veel hoger uitgevallen.

Onbalans van elektromagnetisch veld op hoogspanningsnet

Boven de kabel van het midden spanningsnet bestaat door onbalans van dit net bijna 10% van het totale elektromagnetisch veld uit hogere harmonischen van meer dan 50 Hertz.

Dit wijst op een scheve belasting van dit net.

Door Stedin is de voedingskwaliteit van het laagspanningsnet beoordeeld of dit binnen de toleranties valt.

Of er een relatie is tussen de op de hoogspanningskabel aanwezige stroompjes van hogere harmonische en de probleemstelling van de koeien bij bedrijf A is niet te zeggen, want daarvoor moet er ook een overdracht zijn.

Deze overdracht is in ieder geval niet meetbaar in de vorm van zwervstromen door de grond die een stap spanning geven waarop een koe zou kunnen reageren.

Het resultaat van deze metingen is weergegeven in hoofdstuk [3.7 Metingen zwervspanningen rondom stal](#)

4 Metingen bedrijf B

4.1 Melkstal geiten 2 x 36 rapid exit

4.1.1 Meting aanraakspanningen in melkstal

Tijdens het onderzoek zijn spanningsmetingen uitgevoerd tussen voor een geit gelijktijdig aanraakbare metalen delen om te beoordelen of er door spanningsverschillen een stroomdoorgang door een geit plaats kan vinden. De spanningsverschillen waar men dan over spreekt zijn verschillen tussen bijvoorbeeld; de hoeven en huid of tussen hoeven en de mond of tussen andere lichaamsdelen van een geit.

Bij een koe wordt er van uit gegaan dat deze een interne lichaamsweerstand heeft van 1000 Ohm. Omdat er voor een geit geen gegevens over de interne lichaamsweerstand bekend zijn is van de zelfde lichaamsweerstand als van een koe uitgegaan. De meting geeft in ieder geval aan of er een stroomdoorgang door een geit plaatst kan vinden ten gevolge van een zwerfspanning.

Gemeten onderdeel	Frequentiespectrum 0 – 50 kHz			Spanningsmeting	
	Frequentie met hoogste piek in Hz	Amplitude frequentie hoogste piek in dBV	Amplitude Frequentie hoogste piek in mV	Gemeten spanning RMS in mV	Berekende stroomdoorgang door geit in mA Spanning / 1000 Ohm
Meting 1 Frame/ betonvloer 28-11 / 08.32.38	11,4752 kHz	-46,68	5,01	34,99	0,03499
Meting 2 Frame/ betonvloer 28-11 / 08.36.10	11,3612 kHz	-69,38	0,35	2,899	0,002899
Meting 3 Frame/ betonvloer 28-11 / 08.40.47	11,4507 kHz	-47,21	4,47	29,96	0,02996
Meting 4 Frame/ betonvloer 28-11 / 08.43.44	11,4775 kHz	-46,63	5,01	24,33	0,002433

In vet rood zijn de gemeten waardes weergegeven die in relatie staan met een geit

Gemeten spanning over “kunstgeit” in milli Volt

Berekende stroomdoorgang door geit in milli Ampère = Max gemeten spanning RMS/ 1000 Ohm

4.1.2 Conclusie meting aanraakspanning melkstal

Op geen enkel metalen deel in de melkstal is een spanning gemeten van meer dan 100 mV.

Door veehouder van bedrijf B is aangegeven dat er tijdens de bouw van de stal bijzondere aandacht besteed is aan aarding. Zo zijn de beton netten die in de betonvloer zijn aangebracht onderling allemaal doorverbonden.

Vanaf de betonnetten in de betonvloer zijn er aansluitingen naar de staalconstructie van de stal aangebracht.

Bij de metingen tussen het centrale frame van de melkstal en de betonvloer zie je iets hogere waardes.

Dit wordt veroorzaakt door de manier van aarden van het centrale frame via het oprijfysteem.

Doordat dit in een grote lus is gedaan meet je ook over die grote lus een groter spanningsverschil.

Deze lus is kleiner te maken door het centrale frame rechtstreeks te aarden op de metalen randbalk van de melkstal.

Bij de beoordeling aarding melkstal is hierbij het advies gegeven.

[4.2.1 Conclusie aarding melkstal](#)

4.1.3 Metingen afname systeem GEA

Tijdens het onderzoek zijn spanningsmetingen uitgevoerd tussen voor een geit gelijktijdig aanraakbare metalen delen om te beoordelen of er door spanningsverschillen een stroomdoorgang door een geit plaats kan vinden. De spanningsverschillen waar men dan over spreekt zijn verschillen tussen bijvoorbeeld; de hoeven en huid of tussen hoeven en de mond of tussen andere lichaamsdelen van een geit.

Vanzelfsprekend zal de gevoeligheid voor spanning op de spenen lager liggen (vergelijkbaar met de menselijke tong). Wanneer spanningen via de melkstroom een geit bereiken zou dit bijvoorbeeld kunnen leiden tot het optrekken van de melk of onrust van de geiten tijdens het melken.



Melkmeter



Melkstel

Gemeten onderdeel	Frequentiespectrum 0 – 50 kHz			Spanningsmeting	
	Frequentie met hoogste piek in Hz	Amplitude frequentie hoogste piek in dBV	Amplitude Frequentie hoogste piek in mV	Gemeten spanning RMS in mV	Berekende stroomdoorgang door geit in mA Spanning / 1000 Ohm
Meting 1 frame melkstal/ Melkstel stand 1 28-11 / 08.14.39	4,98895 kHz	-33,33	22,39	26,60	0,02660
Meting 2 frame melkstal/ Melkstel stand 37 28-11 / 08.17.45	37,6412 kHz	-49,30	3,55	8,731	0,008731
Meting 3 frame melkstal/ Melkstel stand 2 28-11 / 08.21.08	4,98804 kHz	-46,47	5,01	8,111	0,008111
Meting 4 frame melkstal/ Melkstel stand 38 28-11 / 08.25.50	4,91656 kHz	-39,48	11,22	17,87	0,01787

4.1.4 Conclusie meting afname systeem

De meeste afname systemen werken met een spanning op een frequentie van 4,8 kilo Hertz. Veelal worden de metingen gedaan met een blokgolfvorm. Waarom juist gekozen is voor deze specifieke frequentie is onbekend. Bij de metingen zie je bij stand 1, 2 en 38 deze specifieke frequentie van 4,9 kilo hertz terug als aangegeven frequentie met de hoogste amplitude.

In de grafiek van de metingen op stand 37 [28-11 / 08.17.45](#) zie je rond de 5 kHz de frequentie van 4,9 kHz wel duidelijk terug.

Vanuit de spanningsmetingen is de stroomdoorgang berekend die via de spenen van een geit, door de geit naar aarde kan lopen.

Over stroomdoorgang via de spenen van een geit is er minder bekend dan bij een koe. Bij een geit zie je dit ook minder terug in de vorm van aftrappen in vergelijking met een koe. Mogelijk geeft het celgetal of het ureum gehalte in de melk iets aan of een geit goed uitgemolken wordt.

Advies

De aanwezigheid van een spanning in de melkstroom kan worden verminderd door een geaard metalen pijpje in de melkslang aan te brengen. Deze metalen pijpjes zijn al aanwezig.

Om stroomdoorgang vanuit de melkmeting uit te sluiten wordt geadviseerd met deze pijpjes iets te doen met aarding.

Een deugdelijke wijze om een dergelijk pijpje te aarden is door een verbinding op het rvs-pijpje te maken met een rvs-slangenkleem. Als verbindingdraad kan in verband met corrosieproblematiek in een stal ook het beste een flexibel rvs-staaldraadje worden gebruikt. Deze verbindingdraad kan op een geaarde metalen randbalk of op de geaarde melkleiding worden aangesloten.

4.2 Beoordelen aarding melkstal

Tijdens het onderzoek is gecontroleerd en beoordeeld of de aarding van de melkstal op de juiste manier is uitgevoerd.



Constructie opdrijfhek



Constructie opdrijfhek



Constructie melkstal



Constructie melkstal

Tijdens de bouw van de stal is er zorgvuldig rekening gehouden met aarding. De beton netten in de betonvloeren zijn onderling met elkaar doorverbonden en op de metalen spanten van de stal aangesloten.

De constructie van het centrale frame van de melkstal is via de constructie van het opdrijfhek verbonden met de staalconstructie die weer verbonden is met de wapening in de betonvloeren.

De metalen randbalk die in de melkput aanwezig is, is ook verbonden met de wapening van de betonvloer.

4.2.1 Conclusie aarding melkstal

De constructie van het centrale frame van de melkstal is geaard.

De constructie van het centrale frame is via het opdrijfhek verbonden met de staalconstructie van de stal

Advies

Om het spanningsverschil wat nu gemeten is tussen het centrale frame en de betonvloer te minimaliseren en te zorgen voor een directe aansluiting tussen de wapening in de betonvloer en het centrale frame wordt geadviseerd het centrale frame op de vier hoekpunten middels een verbinding aan te sluiten op de metalen randbalk in de melkput.

4.3 Meting zwerfspanning stal

Tijdens het onderzoek zijn spanningsmetingen uitgevoerd tussen voor een geit gelijktijdig aanraakbare metalen delen om te beoordelen of er door spanningsverschillen een stroomdoorgang door een geit plaats kan vinden. De spanningsverschillen waar men dan over spreekt zijn verschillen tussen bijvoorbeeld; de hoeven en huid of tussen hoeven en de mond of tussen andere lichaamsdelen van een geit.

Omdat er voor geiten minder informatie beschikbaar is gaan we van dezelfde uitgangspunten uit als voor een koe. Wanneer er voor een koe geen spanningsverschillen op metalen delen te meten die een stroomdoorgang kunnen veroorzaken geldt dit natuurlijk ook voor een geit.

In een stal kunnen tussen alle voor een geit verschillende aanraakbare metalen controlemetingen op het gebied van spanningsverschillen worden uitgevoerd.

Gemeten onderdeel	Frequentiespectrum 0 – 200 kHz			Spanningsmeting	
	Frequentie met hoogste piek in Hz	Amplitude frequentie hoogste piek in dBV	Amplitude Frequentie hoogste piek in mV	Gemeten spanning RMS in mV	Berekende stroomdoorgang door geit in mA Spanning / 1000 Ohm
1 Spanningmeting tussen voerhek linksvoor en betonvloer 13.12.24 15.06.34	150,723 kHz	-54,82	2,00	7,424	0,007424
2 Spanningmeting tussen voerhek rechtsvoor en betonvloer 13.12.24 15.10.23	150,724 kHz	-62,17	0,79	3,008	0,003008
3 Spanningmeting tussen voerhek linksachter en betonvloer 13.12.24 15.12.46	105,724 kHz	-63,61	0,71	4,999	0,00499
4 Spanningmeting tussen Voerhek rechtsachter en Betonvloer 13.12.24 15.14.40	145,087 kHz	-52,19	2,51	1,874	0,001874
5 Spanningmeting tussen middelste waterbakje rechter achter helft en betonvloer 13.12.24 15.42.17	157,694 kHz	-48,65	3,98	5,697	0,005697
6 Spanningmeting tussen middelste waterbakje rechter achter helft en betonvloer zonder "kunstgeit" 13.12.24 15.44.53	124,041 kHz	-52,58	2,51	6,498	0,006498
7 Spanningmeting tussen tweede drinkbakje achterste helft rechts en betonvloer 13.12.24 15.47.57	124,041 kHz	-54,57	2,00	2,953	0,002953

Gemeten onderdeel	Frequentiespectrum 0 – 200 kHz			Spanningsmeting	
	Frequentie met hoogste piek in Hz	Amplitude frequentie hoogste piek in dBV	Amplitude Frequentie hoogste piek in mV	Gemeten spanning RMS in mV	Berekende stroomdoorgang door geit in mA Spanning / 1000 Ohm
8 Spanningsmeting jongveestal tussen voerhek rechtsvoor en betonvloer 13.12.24 15.18.22	62,9518 kHz	-58,59	1,26	6,300	0,0063
9 Spanningsmeting jongveestal tussen staalconstructie stal en betonvloer 13.12.24 15.20.35	106,816 kHz	-82,09	0,08	0,7983	0,0007983
10 Spanningsmeting jongveestal tussen voerhek linksvoor met daaraan bevestigd het bewuste waterbakje waar de geiten het water op likten en de betonvloer 13.12.24 15.22.23	198,003 kHz	-69,95	0,35	1,832	0,001832
11 Spanningsmeting jongveestal afdeling 2 tussen hekwerk en betonvloer 13.12.24 15.26.55	196,988 kHz	-53,90	2,24	2,311	0,002311
12 Spanningsmeting jongveestal afdeling 2 tussen hekwerk en betonvloer 13.12.24 15.30.24	176,635 kHz	-63,85	0,71	1,124	0,001124

In vet rood zijn de gemeten waardes weergegeven die in relatie staan met een geit

Gemeten spanning RMS over “kunstgeit” in milli Volt

Berekende stroomdoorgang door geit in milli Ampère = Max gemeten spanning RMS/ 1000 Ohm

4.3.1 Conclusie aanraakspanningen stal

Stal

Op geen enkel metalen deel in de stal is een spanning gemeten van meer dan 100 mV.

De gemeten aanraakspanningen in de melkstal liggen beneden voor een geit toelaatbare aangehouden aanraakspanning van zowel het uitgangspunt van Van der Heide als die van onderzoeksbedrijf B. Bij de metingen tussen het hekwerk linksvoor en rechtsvoor en de betonvloer is heel erg duidelijk te zien dat de spanningen van het frequentie domein op het referentie vlak de betonvloer heel veel gelijkenissen vertonen. Hierbij zijn geen duidelijke uitschieters te zien van de in het bedrijf zelf gebruikte frequenties.

1 Spanning meting tussen voerhek linksvoor en betonvloer [13.12.24 15.06.34](#)

2 Spanning meting tussen voerhek rechtsvoor en betonvloer [13.12.24 15.10.23](#)

Jongveeststal

Op geen enkel metalen deel in de stal is een spanning gemeten van meer dan 100 mV.

De gemeten aanraakspanningen in de melkstal liggen beneden voor een geit toelaatbare aangehouden aanraakspanning van zowel het uitgangspunt van Van der Heide als die van onderzoeksbedrijf B.

Met speciale aandacht is de meting uitgevoerd op het waterbakje in de jongveeststal. Hier is een filmpje gemaakt die laat zien dat de geiten niet direct uit het waterbakje dronken maar het water aan de onderzijde van het drinkbakje likten.

De resultaten van deze meting staan weergegeven bij meting 10 Spanningsmeting jongveeststal tussen voerhek linksvoor met daaraan bevestigd het bewuste waterbakje waar de geiten het water op likten en de betonvloer

Het gemeten RMS spanningsverschil tussen het waterbakje en de betonvloer	1,832 milli Volt
Berekende RMS stroomdoorgang die door een geit plaats kan vinden	0,001832 milli Ampère

Gezien de meting lijkt dit gedrag niet te worden veroorzaakt door een stroomdoorgang door een geit.

4.4 Beoordeling aarding stal

Stal

Door veehouder van bedrijf B is aangegeven dat er tijdens de bouw van de stal bijzondere aandacht besteed is aan aarding. Zo zijn de beton netten die in de betonvloer zijn aangebracht onderling allemaal doorverbonden. Vanaf de betonnetten in de betonvloer zijn er aansluitingen naar de staalconstructie van de stal aangebracht.



Aanzicht stal

Het voerhek in de stal is aan de staande palen van de staalconstructie bevestigd. De tussenhekken tussen de verschillende hokken zijn weer mechanisch met het voerhek verbonden.

Jongveestal

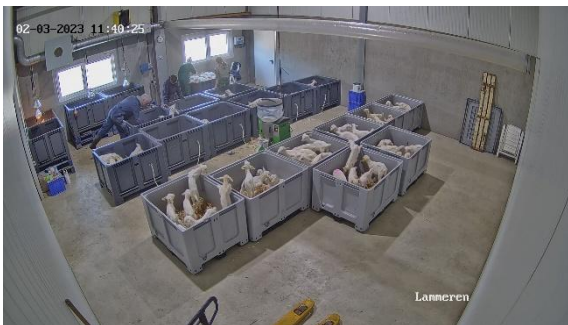
Door veehouder van bedrijf B is aangegeven dat er tijdens de bouw van de stal bijzondere aandacht besteed is aan aarding. Zo zijn de beton netten die in de betonvloer zijn aangebracht onderling allemaal doorverbonden. Vanaf de betonnetten in de betonvloer zijn er aansluitingen naar de staalconstructie van de stal aangebracht.



De voerhekken van de jongveestal zijn mechanisch verbonden met de staalconstructie van de stal



De metalen constructies van hekwerken van jongveestal afdeling 2 zijn onderling doorverbonden.



Jongveestal afdeling 1

In de jongveestal afdeling 1 worden de pasgeboren geitjes in kunststof kratten gedaan

4.3.1 Conclusie aarding stal

Aarding stal

Aarding van de stal is in orde

Aarding jongveestal

Aarding van de stal is in orde

4.5 Veiligheids aarding verdeelinrichting stal

Tijdens het onderzoek is de aardingsinstallatie van de verdeelinrichting van de stal beoordeeld.

De netvoeding van het bedrijf komt in de garage binnen in een aansluitkast van Stedin. In deze kast is te zien dat de veiligheidsaarding en de nulleider in de voedingskabel van Stedin zijn gecombineerd. Dit is in de kast ook aangegeven als PEN-leiding. Na deze kast wordt deze PEN leiding opgesplitst in een nulleider en aarde. In elektrotechnische begrippen wordt dit een TNCS-stelsel genoemd. Bij de hoofdverdeelinrichting van het bedrijf is een ondersteuningsaardelektrode aangebracht.



Aansluitkast Stedin



Hoofdverdeelinrichting

Om te bepalen of er vanuit de veiligheidsaarding van de elektrische installatie of vanuit de op de veiligheidsaarde aangesloten frequentie gestuurde apparatuur zwervstromen door een stal kunnen lopen met een bepaalde spanning is het belangrijk de spanning die op de veiligheidsaarding van de elektrische installatie staat te meten.

Het meten van deze spanning dient ten opzichte van een referentie punt te worden gedaan die op behoorlijke afstand van het bedrijf buiten de invloedssfeer van eventuele stromen vanuit het bedrijf is geplaatst.

Om de spanning op de veiligheidsaarde te meten is het referentie punt op 40 meter haaks op de stal geplaatst.

Gemeten onderdeel	Frequentiespectrum			Spanningsmeting	
	Frequentie met hoogste piek in Hz	Amplitude frequentie hoogste piek in dBV	Amplitude Frequentie hoogste piek in mV	Gemeten spanning RMS in V	Berekende stroomdoorgang door koe in mA Spanning / 1000 Ohm
Stroommeting in aardelektrode verdeelinrichting frequentiebereik 0 tot 100 kHz 13.12.24 14.31.24	50 Hertz	-42,89	7,94	8,1 = 81 milli Ampere	nvt
Spanningsmeting op aardelektrode naast stal met referentie op 40 meter afstand van de stal 13.12.24 14.28.20	50 Hertz	-33,54	22,39	26,06	nvt

4.5.1 Conclusie veiligheidsaarding verdeelinrichting stal

De gemeten spanning op de veiligheidsaarding van elektrische installatie is slechts 26,06 milli Volt. Dit geeft een indicatie of er vanaf deze veiligheidsaarding of met deze veiligheidsaarding aangesloten gebruikers ook zwervspanningen in de stal aanwezig kunnen zijn van die hoger kunnen zijn dan deze “bron”

Om zwervstromen door een stal te krijgen waardoor spanningsverschillen ontstaan waardoor een zwervstroom door een koe of geit kan lopen dient deze bron een aanzienlijke hogere spanning te bezitten dan de als gevoeligheid aangenomen spanningsverschil waarop een koe of geit een reactie zou kunnen geven.

Wanneer je deze gemeten spanning op de veiligheidsaarde beoordeeld dan stelt dit eigenlijk niks voor. Deze ligt in ieder geval beduidend lager dan de aangenomen drempelspanning van 100 mV die is aangenomen als minimale spanning waarop een koe of een geit reactie zal vertonen.

Het stroomstelsel waarop het bedrijf is aangesloten is een TNC-stelsel waarbij de aarde en nul leider als een gemeenschappelijke PEN-leiding tot aan de verdeelinrichting van het bedrijf door het stroomleverend bedrijf (Stedin) wordt aangeleverd.

Bij de aansluitkast van Stedin wordt deze dan opgesplitst in een separate nul en een aarddraad.

In het algemeen wordt aangenomen dat het toepassen van een TNC-stelsel in de veehouderij problemen kan veroorzaken doordat voor de aarding de gecombineerde nul-aarde verbinding wordt gebruikt die stroomvoerend kan zijn. Tijdens het meten in een stal is deze invloed echter niet terug te vinden in de metingen.

4.6 Metingen zwerfspanningen rondom bedrijf B

Voor het meten van zwerfstroom door de grond worden tussen twee in de grond aangebrachte meetsondes of twee op de grond aangebrachte meetelektroden gemeten of hier sprake is van zwerfspanningen.

Rondom de stal zijn op vier verschillende plaatsen zwerfspanningsmetingen uitgevoerd

Deze meting wordt in twee verschillende richtingen uitgevoerd, dwarsrichting stal en in lengterichting stal

Door onderzoeksbedrijf B zijn in het veld metingen op vijf meter afstand afstand gedaan.

Tijdens dit onderzoek worden ook de metingen op vijf meter afstand gedaan.

Tijdens de meting worden twee metingen gecombineerd

De eerste meting die in blauw wordt weergegeven is zonder kunstkoe zoals ook door onderzoeksbedrijf B is gemeten. De tweede meting die in rood wordt weergegeven is de stapspanning met "kunstkoe van 3000 Ohm"



Plattegrond metingen

- 1 Zwerfspanningsmeting voor stal
- 2 Zwerfspanningsmeting naast stal
- 3 Zwerfspanningsmeting achter stal
- 4 Zwerfspanningsmeting naast stal

Gemeten onderdeel	Frequentiespectrum			Spanningsmeting		
	Frequentie met hoogste piek in Hz	Amplitude frequentie hoogste piek in dBV	Amplitude Frequentie hoogste piek in mV	Gemeten RMS spanning over 5 meter in mV	Berekende spanning over koe in mV = Gemeten spanning RMS / 3	Berekende stroomdoorgang door koe in mA Spanning / 3000 Ohm
Voor stal in dwarsrichting stal Frequentiedomein 0 tot 200 kHz 13.12.24 13.20.38	181,942 kHz	-50,38	3,16	5,235	nvt	nvt
	189,438 kHz	-59,93	1,12	2,027	0,675	0,000675
Voor stal in dwarsrichting stal Frequentiedomein 0 tot 50 kHz 13.12.24 13.23.51	40,0279 kHz	-52,13	2,51	5,326	nvt	nvt
	40,0279 kHz	-56,07	1,58	2,149	0,716	0,000716
Voor stal in lengterichting stal frequentiedomein 0 tot 200 kHz 13.12.24 13.27.00	115,109 kHz	-43,18	7,08	8,744	nvt	nvt
	187,662 kHz	-56,69	1,58	2,140	0,713	0,000713
Voor stal in lengterichting stal frequentiedomein 0 tot 50 kHz 13.12.24 13.29.15	19,9719 kHz	-45,41	5,62	8,930	nvt	nvt
	19,9721 kHz	-56,74	1,58	2,203	0,734	0,000734
Naast stal in dwarsrichting stal Frequentiedomein 0 tot 200 kHz 13.12.24 13.35.34	4,2538 kHz	-51,85	2,82	5,207	nvt	nvt
	187,662 kHz	-65,59	0,56	0,6803	0,2267	0,0002267
Naast stal in dwarsrichting stal Frequentiedomein 0 tot 50 kHz 13.12.24 13.37.55	40,0296 kHz	-54,50	2,00	4,373	nvt	nvt
	49,9789 kHz	-69,58	0,35	0,6475	0,2158	0,0002158
Naast stal in lengterichting stal frequentiedomein 0 tot 200 kHz 13.12.24 13.40.51	187,663 kHz	-48,41	3,98	5,634	nvt	Nvt
	187,663 kHz	-62,81	0,79	1,399	0,466	0,000466
Naast stal in lengterichting stal frequentiedomein 0 tot 50 kHz 13.12.24 13.42.58	30,0271 kHz	-45,27	5,62	6,469	nvt	Nvt
	30,0276	-64,45	0,63	1,296	0,432	0,000432

Gemeten onderdeel	Frequentiespectrum			Spanningsmeting		
	Frequentie met hoogste piek in Hz	Amplitude frequentie hoogste piek in dBV	Amplitude Frequentie hoogste piek in mV	Gemeten RMS spanning over 5 meter in mV	Berekende spanning over koe in mV = Gemeten spanning RMS/ 3	Berekende stroomdoorgang door koe in mA Spanning / 3000 Ohm
Naast stal in lengterichting stal frequentiedomein 0 tot 10 kHz 13.12.24 13.44.39	9,9779 kHz	-49,86	3,55	5,277	nvt	Nvt
	9,9778 kHz	-58,97	1,26	1,633	0,544	0,000544
Naast stal in lengterichting stal frequentiedomein 0 tot 2 kHz 13.12.24 13.46.42	1,97787 kHz	-55,72	1,78	4,288	nvt	Nvt
	1,97778 kHz	-70,91	0,32	1,202	0,400	0,000400
Naast stal in lengterichting stal frequentiedomein 0 tot 1 kHz 13.12.24 13.50.20	31,2572 Hz	-51,78	2,82	4,396	nvt	Nvt
	31,1898 Hz	-66,21	0,50	1,364	0,454	0,000454

In vet rood zijn de gemeten waardes weergegeven die in relatie staan met een koe

Berekende spanning over koe in milli Volt = Max Gemeten spanning RMS/ 3

Berekende stroomdoorgang door koe in milli Ampère = Max gemeten spanning RMS/ 3000 Ohm

Gemeten onderdeel	Frequentiespectrum			Spanningsmeting		
	Frequentie met hoogste piek in Hz	Amplitude frequentie hoogste piek in dBV	Amplitude Frequentie hoogste piek in mV	Gemeten spanning RMS in mV	Berekende spanning over koe in mV = Gemeten spanning/ 3	Berekende stroomdoorgang door koe in mA Spanning / 3000 Ohm
Achter stal in dwarsrichting stal Frequentiedomein 0 tot 200 kHz 13.12.24 13.56.22	187,655 kHz	-52,66	2,52	3,766	nvt	Nvt
	174,256 kHz	-66,35	0,50	1,149	0,383	0,000383
Achter stal in dwarsrichting stal Frequentiedomein 0 tot 20 kHz 13.12.24 13.58.35	12,9881 kHz	-52,47	2,52	3,452	nvt	Nvt
	10,0261 kHz	-65,20	0,50	1,133	0,377	0,000377
Achter stal in lengterichting stal Frequentiedomein 0 tot 200 kHz 13.12.24 14.02.01	174,255 kHz	-58,07	1,26	3,027	nvt	Nvt
	174,255 kHz	-63,34	0,71	1,751	0,583	0,000583
Achter stal in lengterichting stal Frequentiedomein 0 tot 50 kHz 13.12.24 14.04.15	49,9733 kHz	-53,32	2,24	3,716	nvt	Nvt
	49,9734 kHz	-61,32	0,89	2,028	0,676	0,000676
Naast stal aan zijde dwarsrichting stal frequentiedomein 0 tot 200 kHz 13.12.24 14.09.30	187,677 kHz	-50,28	3,16	4,702	nvt	Nvt
	187,667 kHz	-75,49	0,18	0,2946	0,00982	0,0000982
Naast stal aan zijde dwarsrichting stal frequentiedomein 0 tot 50 kHz 13.12.24 14.11.48	50,2808 kHz	-51,40	2,82	4,702	nvt	Nvt
	50,0290	-80,62	0,10	0,2666	0,0886	0,0000866
Naast stal aan zijde lengterichting stal frequentiedomein 0 tot 200 kHz 13.12.24 14.14.25	174,256 kHz	-57,21	1,41	3,457	nvt	nvt
	186,666 kHz	-79,37	0,11	0,5969	0,1989	0,0001989
Naast stal aan zijde lengterichting stal frequentiedomein 0 tot 50 kHz	45,0306 kHz	-50,44	3,16	5,169	nvt	nvt
	45,0308 kHz	-72,56	0,18	0,5185	0,1728	0,0001728

In vet rood zijn de gemeten waardes weergegeven die in relatie staan met een koe

Berekende spanning over koe in milli Volt = Max Gemeten spanning RMS/ 3

Berekende stroomdoorgang door koe in milli Ampère = Max gemeten spanning RMS/ 3000 Ohm

4.7.1 Conclusie metingen zwerfspanningen rondom bedrijf B

Rondom de stal zijn op 4 locaties zwerfspanningsmetingen uitgevoerd.
Deze meting zijn in twee verschillende richtingen uitgevoerd

Door onderzoeksbedrijf B zijn in het veld metingen op vijf meter afstand gedaan.
Tijdens dit onderzoek worden ook de metingen op vijf meter afstand gedaan.

Tijdens de meting worden twee metingen gecombineerd

De eerste meting die in blauw wordt weergegeven is zonder kunstkoe zoals ook door onderzoeksbedrijf B is gemeten. De tweede meting die in rood wordt weergegeven is de stapspanning met "kunstkoe van 3000 Ohm"

De resultaten van de metingen zijn in de tabellen weergegeven.

De maximale gemeten stapspanning die voor een koe op kan treden is gemeten is in het veld voor de stal in lengterichting van de stal gemeten

In het frequentiebereik van 0 tot 50 kHz

Gemeten maximale RMS-spanning op 5 meter afstand	2,203 mV
--	-----------------

Berekende spanning over een koe:	0,734 mV
----------------------------------	-----------------

Berekende stroomdoorgang door een koe:	0,000734mA
--	-------------------

Vanuit de metingen die op twee verschillende frequentiebereiken 0 tot 50 kHz en 0 tot 200 kHz zijn uitgevoerd kan worden gesteld dat bij het frequentiebereik van 0 tot 200 kilo Hertz het resultaat een fractie hoger ligt. Dit is natuurlijk logisch te verklaren omdat over een breder bereik wordt gemeten.

De toename van het spanningsaandeel wat zou kunnen lijden tot stroomdoorgang van een koe van het frequentiebereik van 0 tot 50 kilo Hertz ten opzichte van het frequentiebereik van 0 tot 200 kilo Hertz is gezien de metingen verwaarloosbaar.

Vanuit de uitgevoerde metingen is duidelijk te zien dat de aanwezigheid piekspanningen van alle frequenties worden afgezwakt door het toepassen van een "kunstkoe"

De afzwakking door het toepassen van "kunstkoe" is ongeveer een factor 2 tot 3

Voor zowel het frequentiebereik van 0 tot 50 kHz als voor 0 tot 200 kHz is de gemeten RMS stroomdoorgang die door een koe zou kunnen vloeien als gevolg van de aanwezige zwerfstroom in de grond minder dan een micro Ampere

Naast de stal zijn in de lengterichting van de stal drie extra metingen gedaan in frequentie bereiken van 0 tot 10 kHz, 0 tot 2 kHz en 0 tot 1 kHz om te beoordelen wat er eigenlijk gebeurt met de 50 Hertz die zo overduidelijk te meten is in de omgeving van de transformatoren.

Metingen naast stal in lengterichting stal met verschillende frequentie domeinen

In het frequentiebereik van 0 tot 200 kHz

Gemeten maximale RMS-spanning op 5 meter afstand	1,399 mV
Berekende spanning over een koe:	0,466 mV
Berekende stroomdoorgang door een koe:	0,000496 mA

In het frequentiebereik van 0 tot 50 kHz

Gemeten maximale RMS-spanning op 5 meter afstand	1,296 mV
Berekende spanning over een koe:	0,432 mV
Berekende stroomdoorgang door een koe:	0,000432 mA

In het frequentiebereik van 0 tot 10 kHz

Gemeten maximale RMS-spanning op 5 meter afstand	1,633 mV
Berekende spanning over een koe:	0,544 mV
Berekende stroomdoorgang door een koe:	0,000544 mA

In het frequentiebereik van 0 tot 2 kHz

Gemeten maximale RMS-spanning op 5 meter afstand	1,202 mV
Berekende spanning over een koe:	0,400 mV
Berekende stroomdoorgang door een koe:	0,000400 mA

In het frequentiebereik van 0 tot 1 kHz

Gemeten maximale RMS-spanning op 5 meter afstand	1,364 mV
Berekende spanning over een koe:	0,454 mV
Berekende stroomdoorgang door een koe:	0,000454 mA

Aan deze meting zie je dat het gemeten stapspanningen die gemeten zijn over een afstand van 5 meter in de verschillende frequentie bereiken eigenlijk niet eens zoveel afwijken.

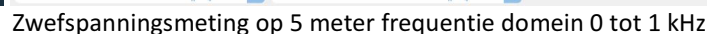
In de grafiek van 0 tot 1 kHz (1000 Hertz) [13.12.24 13.50.20](#) zie je het spanning aandeel rond de 50 Hertz duidelijk terug.

Dus schijnbaar heeft de aanwezigheid van de zwervstroompjes rond de 50 Hertz een groot aandeel in de te meten spanningen op een afstand van 5 meter ook al worden deze in een hoger frequentiebereik uitgevoerd.

Omdat deze meting maar eenmalig is uitgevoerd mag je daaruit nog geen conclusies trekken, daarvoor zou je de meting in dezelfde frequentie bereiken zoals nu is gedaan op meerdere locaties moeten herhalen.

Als je bij alle overige metingen in het frequentiebereik van zowel 0 tot 200 kHz als bij 0 tot 50 kHz kijkt zie je in de grafieken op de verticale nullijn steeds de spike van ongeveer 50 Hertz terug. Omdat het spanningsaandeel hiervan lager ligt dan van een hogere frequentie zie je dit bij de metingen niet naar voren komen.

Voor zowel het frequentiebereik van 0 tot 1 kHz, 0 tot 2 kHz, 0 tot 10 kHz, 0 tot 50 kHz als voor 0 tot 200 kHz is de gemeten RMS stroomdoorgang die door een koe zou kunnen vloeien als gevolg van de aanwezige zwervsstroom in de grond minder dan een micro Ampere



5	Elektromagnetische veldsterkte boven HS-kabel nabij trafo	max peak 0,49 μ T
---	---	-----------------------

Als je deze vergelijkt met de meting die in het veld is uitgevoerd op een afstand van 5 meter en in het frequentie domein van 0 tot 1 kHz zie je daar een gelijkenis.

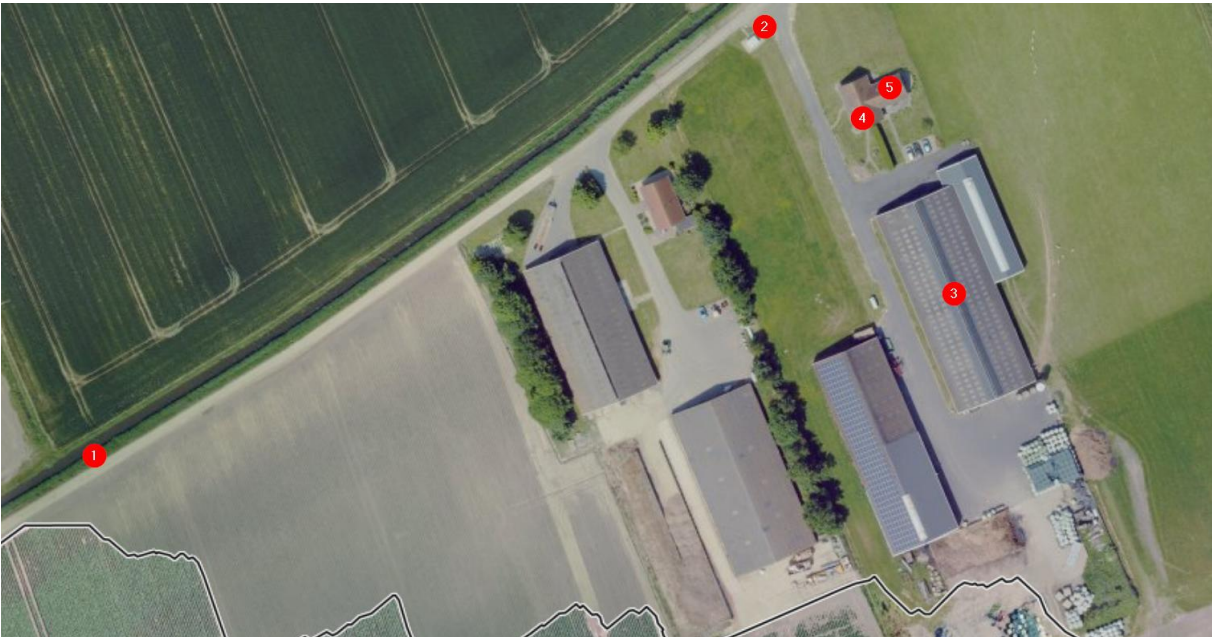
Hierbij dient de vraag te worden gesteld door welke frequenties de zwerfspanning wordt veroorzaakt

Hierop zal nader onderzoek moeten worden uitgevoerd.

Hiervoor dienen ook juist metingen in lagere frequentie domeinen te worden uitgevoerd.

4.7 Veldsterkte metingen

4.7.1 Veldsterktemetingen rondom bedrijf B



Veldsterkte metingen		
mp	Omschrijving	Veldsterkte
1	Veldsterkte meting boven hoogspanningskabel 23 kV naar windmolens	max peak 1,08 µT
2	Veldsterkte meting boven hoogspanningskabel 13 kV bij transformator	max peak 0,39 µT
3	Elektromagnetische veldsterkte in keuken Elektrische veldsterkte in stal 0 tot 400 Hertz	max peak 0,43µT max peak 7,18 V/m
4	Elektromagnetische veldsterkte in woonkamer Elektrische veldsterkte in stal 0 tot 400 Hertz	max peak 0,13 µT max peak 78,43 V/m
5	Elektromagnetische veldsterkte in stal Elektrische veldsterkte in stal 0 tot 400 Hertz	max peak 0,84 µT max peak 3,47 V/m

4.7.2 Conclusie veldsterktemetingen rondom bedrijf B

1 Veldsterkte meting boven hoogspanningskabel 23 kV naar windmolens

De gemeten elektromagnetische veldsterkte is laag.

De oorzaak hiervan is dat de kabel vrij diep ingegraven is (volgens veehouder bedrijf B zelfs op 1,30 meter diepte)

2 Veldsterkte meting boven hoogspanningskabel 13 kV bij transformator

Elektromagnetisch veld bestaat bijna uit 10% van hogere harmonische door onbalans in de HS-kabel

Het gemeten veld lijkt heel erg op die van de metingen die boven de hoogspanningskabels bij bedrijf A zijn uitgevoerd.

3 Elektromagnetische veldsterkte in keuken

Elektromagnetisch veld in de keuken is laag.

4 Elektromagnetische veldsterkte in woonkamer

Elektromagnetisch veld in de woonkamer is laag.

5 Elektromagnetische veldsterkte in stal

Elektromagnetisch veld in de stal is laag.

Onbalans van elektromagnetisch veld op midden spanningsnet

Boven de kabel van het midden spanningsnet bestaat door onbalans van dit net bijna 10% van het totale elektromagnetisch veld uit hogere harmonischen van meer dan 50 Hertz.

Dit wijst op een scheve belasting van dit net.

Of er een relatie is tussen de op de hoogspanningskabel aanwezige stroompjes van hogere harmonische en de probleemstelling van de geiten bij bedrijf B is niet te zeggen, want daarvoor moet er ook een overdracht zijn. Deze overdracht is in ieder geval niet meetbaar in de vorm van zwervstromen door de grond die een stap spanning geven waarop een geit of koe zou kunnen reageren.

Het resultaat van deze metingen is weergegeven in hoofdstuk [4.6 Metingen zwervspanningen rondom stal](#)

De uitgevoerde metingen geven geen duidelijke indicatie van de oorzaak van de problematiek.

5 Metingen zwerfspanning in verschillende configuraties met windmolens, batterijen, zonnepark en motoren RWZI aan of uit

5.1 Meting zwerfspanning bedrijf A

Voor het meten van zwerfstroom door de grond worden tussen twee in de grond aangebrachte meetsondes of twee op de grond aangebrachte meetelektroden gemeten of hier sprake is van zwerfspanningen.

De metingen worden gedaan in verschillende configuraties met zowel in als uitgeschakelde molens, batterijen, zonnepark en motoren van de RWZI

Naast de stal is een zwerfspanning meting gedaan (1)

In de stal is in de wachtruimte een zwerfspanning meting gedaan (2)

Deze meting wordt in twee verschillende richtingen uitgevoerd

Door onderzoeksbedrijf B zijn in het veld metingen op vijf meter afstand afstand gedaan.

Tijdens dit onderzoek worden ook de metingen op vijf meter afstand gedaan.

Tijdens de meting worden twee metingen gecombineerd

De eerste meting die in blauw wordt weergegeven is zonder kunstkoe zoals ook door onderzoeksbedrijf B is gemeten. De tweede meting die in rood wordt weergegeven is de stapspanning met "kunstkoe van 3000 Ohm"



Plattegrond locatie metingen

1 Zwerfspanningsmeting in veld naast stal

2 Zwerfspanningsmeting in wachtruimte in stal

5.1.1 Meting zwerfspanning in wachtruimte stal in lengterichting stal

Gemeten onderdeel	Frequentiespectrum 0 – 50 kHz			Spanningsmeting		
	Frequentie met hoogste piek in Hz	Amplitude frequentie hoogste piek in dBV	Amplitude Frequentie hoogste piek in mV	Gemeten spanning RMS in mV	Berekende spanning over koe in mV = Gemeten spanning/ 3	Berekende stroomdoorgang door koe in mA Spanning / 3000 Ohm
Stal lengterichting Windmolens uit Batterij uit Zonnepark aan 28-11 / 11.28.24	31,0860 kHz	-43,52	7,08	12,26	nvt	nvt
	48,5226 kHz	-73,55	0,22	5,512	1,837	0,00183
Stal lengterichting Windmolens uit Batterij aan Zonnepark aan 28-11 / 11.48.07	31,0860 kHz	-43,72	7,08	12,21	nvt	nvt
	49,9617 kHz	-75,38	0,18	4,125	1,375	0,001375
Stal lengterichting Windmolens aan Batterij aan Zonnepark aan 28-11 / 12.16.28	31,0860 kHz	-43,90	7,08	11,12	nvt	nvt
	44,3570 kHz	-73,84	0,22	4,031	1,343	0,00134
Stal lengterichting Windmolens aan Batterij aan Zonnepark aan Motoren RWZI aan 28-11 / 13.29.09	31,0859 kHz	-44,15	6,31	8,84	nvt	nvt
	40,0294 kHz	-67,82	0,45	1,35	0,45	0,00045
Stal lengterichting Windmolens aan Batterij aan Zonnepark uit 28-11 / 16.28.11	31,0859 kHz	-44,34	6,31	8,547	nvt	nvt
	30,0153 kHz	-64,79	0,63	1,283	0,427	0,000427

In vet rood zijn de gemeten waardes weergegeven die in relatie staan met een koe

Berekende spanning over “kunstkoe” in milli Volt

Berekende stroomdoorgang door koe in milli Ampère = Max gemeten spanning RMS/ 1000 Ohm

5.1.2 Meting zwerfspanning in wachtruimte stal in dwarsrichting stal

Gemeten onderdeel	Frequentiespectrum 0 – 50 kHz			Spanningsmeting		
	Frequentie met hoogste piek in Hz	Amplitude frequentie hoogste piek in dBV	Amplitude Frequentie hoogste piek in mV	Gemeten spanning RMS in mV	Berekende spanning over koe in mV = Gemeten spanning/ 3	Berekende stroomdoorgang door koe in mA Spanning / 3000 Ohm
Stal dwarsrichting Windmolens uit Batterij uit Zonnepark aan 28-11 / 11.32.06	49,9737 kHz	-46,61	5,01	8,902	nvt	nvt
	49,9644 kHz	-73,06	0,22	5,120	1,706	0,00170
Stal dwarsrichting Windmolens uit Batterij aan Zonnepark aan 28-11 / 11.44.21	49,9364 kHz	-47,06	4,47	8,301	nvt	nvt
	49,9820 kHz	-75,68	0,18	4,130	1,376	0,00137
Stal dwarsrichting Windmolens aan Batterij aan Zonnepark aan 28-11 / 12.21.08	49,9339 kHz	-47,05	4,47	8,590	nvt	nvt
	49,9026 kHz	-69,90	0,35	4,032	1,344	0,00134
Stal dwarsrichting Windmolens aan Batterij aan Zonnepark aan Motoren RWZI aan 28-11 / 13.24.07	31,0860 kHz	-52,61	2,51	3,312	nvt	nvt
	30,0282 kHz	-72,74	0,25	1,165	0,388	0,000388
Stal dwarsrichting Windmolens aan Batterij aan Zonnepark uit 28-11 / 16.34.48	31,0860 kHz	-52,32	2,51	3,410	nvt	nvt
	34,9812 kHz	-72,94	0,25	0,896	0,298	0,000298

In vet rood zijn de gemeten waardes weergegeven die in relatie staan met een koe

Berekende spanning over “kunstkoe” in milli Volt

Berekende stroomdoorgang door koe in milli Ampère = Max gemeten spanning RMS/ 1000 Ohm

5.1.3 Meting zwerfspanning in veld in lengterichting stal

Gemeten onderdeel	Frequentiespectrum 0 – 50 kHz			Spanningsmeting		
	Frequentie met hoogste piek in Hz	Amplitude frequentie hoogste piek in dBV	Amplitude Frequentie hoogste piek in mV	Gemeten spanning RMS in mV	Berekende spanning over koe in mV = Gemeten spanning / 3	Berekende stroomdoorgang door koe in mA Spanning / 3000 Ohm
Veld lengterichting Windmolens uit Batterij uit Zonnepark aan 28-11 / 11.08.21	49,9597 kHz	-50,71	3,16	2,318	nvt	nvt
	49,9749 kHz	-70,75	0,32	1,506	0,502	0,000502
Veld lengterichting Windmolens uit Batterij aan Zonnepark aan 28-11 / 11.48	49,9597 kHz	-59,42	1,12	2,309	nvt	nvt
	49,9750 kHz	-72,32	0,25	1,546	0,515	0,000515
Veld lengterichting Windmolens aan Batterij aan Zonnepark aan 28-11 / 12.36.54	49,9802 kHz	-48,03	3,98	5,645	nvt	nvt
	49,9806 kHz	-63,13	0,71	1,793	0,597	0,000597
Veld lengterichting Windmolens aan Batterij aan Zonnepark aan Motoren RWZI aan 28-11 / 13.07.46	49,9707 kHz	-51,08	2,82	4,683	nvt	nvt
	49,9708 kHz	-61,99	0,89	2,630	0,876	0,000876
Veld lengterichting Windmolens aan Batterij aan Zonnepark uit 28-11 / 16.47.34	34,9815 kHz	-40,80	10,0	6,306	nvt	nvt
	25,0189 kHz	-57,52	1,41	1,829	0,609	0,000609

In vet rood zijn de gemeten waardes weergegeven die in relatie staan met een koe

Berekende spanning over “kunstkoe” in milli Volt

Berekende stroomdoorgang door koe in milli Ampère = Max gemeten spanning RMS/ 1000 Ohm

5.1.4 Meting zwerfspanning in veld in dwarsrichting stal

Gemeten onderdeel	Frequentiespectrum 0 – 50 kHz			Spanningsmeting		
	Frequentie met hoogste piek in Hz	Amplitude frequentie hoogste piek in dBV	Amplitude Frequentie hoogste piek in mV	Gemeten spanning RMS in mV	Berekende spanning over koe in mV = Gemeten spanning / 3	Berekende stroomdoorgang door koe in mA Spanning / 3000 Ohm
Veld dwarsrichting Windmolens uit Batterij uit Zonnepark aan 28-11 / 11.10	38,8374 kHz	-67,41	0,45	1,91	nvt	nvt
	28,43 kHz	-78,33	0,13	1,031	0,343	0,000343
Veld dwarsrichting Windmolens uit Batterij aan Zonnepark aan 28-11 / 11.52	49,669 kHz	-62,16	0,79	1,91	nvt	nvt
	31,567 kHz	-81,76	0,09	0,651	0,216	0,000217
Veld dwarsrichting Windmolens aan Batterij aan Zonnepark aan 28-11 / 12.32.07	49,9811 kHz	-54,07	2,00	3,174	nvt	nvt
	49,9887 kHz	-69,70	0,35	1,564	0,521	0,000521
Veld dwarsrichting Windmolens aan Batterij aan Zonnepark aan Motoren RWZI aan 28-11 / 13.10	40,0334 kHz	-55,44	1,78	3,471	nvt	nvt
	40,0334 kHz	-65,92	0,56	1,428	0,476	0,000476
Veld dwarsrichting Windmolens aan Batterij aan Zonnepark uit 28-11 / 16.50.01	25,0188 kHz	-46,72	5,01	6,949	nvt	nvt
	25,0188 kHz	-57,00	1,41	2,213	0,737	0,000737

In vet rood zijn de gemeten waardes weergegeven die in relatie staan met een koe

Berekende spanning over “kunstkoe” in milli Volt

Berekende stroomdoorgang door koe in milli Ampère = Max gemeten spanning RMS/ 1000 Ohm

5.1.5 Conclusie zwerfspanningsmeting in verschillende configuraties

Naast de stal in de wachtruimte van de stal zijn stapspanningsmetingen uitgevoerd in verschillende configuraties met windmolens, batterijen, motoren RWZI en het zonnepark in- en uitgeschakeld.

Door onderzoeksbedrijf B zijn in het veld metingen op vijf meter afstand gedaan.
Tijdens dit onderzoek zijn ook de metingen op vijf meter afstand gedaan.

De metingen zijn uitgevoerd in twee richtingen.

Tijdens de meting worden twee metingen gecombineerd

De eerste meting die in blauw wordt weergegeven is zonder kunstkoe zoals ook door onderzoeksbedrijf B is gemeten. De tweede meting die in rood wordt weergegeven is de stapspanning met “kunstkoe van 3000 Ohm”

De resultaten van de metingen zijn in de tabellen weergegeven.

De maximale gemeten stapspanning die voor een koe op kan treden is gemeten in de wachtruimte van de stal dwarsrichting van de stal gemeten met de windmolens uit, de batterijen uit en het zonnepark aan.

In het frequentiebereik van 0 tot 50 kHz

Gemeten maximale RMS-spanning op 5 meter afstand	5,120 mV
--	-----------------

Berekende spanning over een koe:	1,706 mV
----------------------------------	-----------------

Berekende stroomdoorgang door een koe:	0,00170 mA
--	-------------------

Het totaalbeeld laat zien dat de gemeten spanningen in de wachtruimte in de stal iets hoger liggen dan in het veld buiten.

Vanuit de uitgevoerde metingen is duidelijk te zien dat de aanwezigheid piekspanningen van alle frequenties worden afgezwakt door het toepassen van een “kunstkoe”

De afzwakking door het toepassen van “kunstkoe” is ongeveer een factor 2 tot 3

Het afzakken van een frequentie is het beste te zien bij alle metingen die in de wachtruimte van de stal in de lengterichting van de stal zijn uitgevoerd.

5.1.1 Meting zwerfspanning in wachtruimte stal in lengterichting stal

Bij alle metingen zie je in de grafiek van het frequentiedomein zonder “kunstkoe” een grote amplitude bij de frequentie van 31,0858 kHz van ongeveer -43 dBV, hetgeen overeenkomt met een spanning van 7 mV.

Ook bij alle metingen zie je in de dezelfde grafiek van het frequentie domein met “kunstkoe” de afzwakking die door de kunstkoe wordt gedaan dat er helemaal niets terug te zien is van deze frequentie.

Met andere woorden een meting zonder gebruik te maken van “kunstkoe” geeft een heel vertekend beeld van de realiteit.

Voor het frequentiebereik van 0 tot 50 kHz is de gemeten RMS stroomdoorgang die door een koe zou kunnen vloeien als gevolg van de aanwezige zwerfstroom in de grond minder dan een micro Ampere

5.2 Meting zwerfspanning bedrijf B

Voor het meten van zwerfstroom door de grond worden tussen twee in de grond aangebrachte meetsondes of twee op de grond aangebrachte meetelektroden gemeten of hier sprake is van zwerfspanningen.

De metingen worden gedaan met zowel in als uitgeschakelde molens, batterijen en zonnepark.

Naast de stal wordt een zwerfspanning meting gedaan

In de stal wordt een zwerfspanning meting gedaan

Deze meting wordt in twee verschillende richtingen uitgevoerd

Door onderzoeksbedrijf B zijn in het veld metingen op vijf meter afstand gedaan.

Tijdens dit onderzoek worden ook de metingen op vijf meter afstand gedaan.

Tijdens de meting worden twee metingen gecombineerd

De eerste meting die in blauw wordt weergegeven is zonder kunstkoe zoals ook door onderzoeksbedrijf B is gemeten. De tweede meting die in rood wordt weergegeven is de stapspanning met "kunstkoe van 3000 Ohm"



Plattegrond locatie metingen



Meetopstelling in stal

1 Zwerfspanningsmeting in veld naast stal

2 Zwerfspanningsmeting op voerpad in stal

5.2.1 Meting zwerfspanning in stal lengterichting stal

Gemeten onderdeel	Frequentiespectrum 0 – 50 kHz			Spanningsmeting		
	Frequentie met hoogste piek in Hz	Amplitude frequentie hoogste piek in dBV	Amplitude Frequentie hoogste piek in mV	Gemeten spanning RMS in mV	Berekende spanning over koe in mV = Gemeten spanning/ 3	Berekende stroomdoorgang door koe of geit in mA Spanning / 3000 Ohm
Stal lengterichting Windmolens aan Batterij uit Zonnepark aan 28-11 / 09.26.46	49,9643 kHz	-67,16	0,45	1,996	nvt	nvt
	49,9643 kHz	-78,45	0,13	0,8873	0,295 Spanning over geit /6 0,148	0,000295
Stal lengterichting Windmolens uit Batterij uit Zonnepark aan 28-11 / 10.03.17	30,0415 kHz	-63,68	0,71	2,616	nvt	nvt
	30,0414 kHz	-76,48	0,16	1,107	0,369 Spanning over geit /6 0,1845	0,000369
Stal lengterichting Windmolens uit Batterij aan Zonnepark aan 28-11 / 10.36.55	30,0350 kHz	-61,68	0,89	3,506	nvt	nvt
	30,0350 kHz	-72,40	0,25	1,109	0,369 Spanning over geit /6 0,1848	0,000369
Stal lengterichting Windmolens aan Batterij aan Zonnepark uit 28-11 / 17.37.43	40,0096 kHz	-56,06	1,58	4,726	nvt	nvt
	49,9870 kHz	-80,57	0,10	1,194	0,398 Spanning over geit/ 6 0,199	0,000398

In vet rood zijn de gemeten waardes weergegeven die in relatie staan met een koe

Berekende spanning over “kunstkoe” in milli Volt

Berekende stroomdoorgang door koe in milli Ampère = Max gemeten spanning RMS/ 1000 Ohm

5.2.2 Meting zwerfspanning in stal dwarsrichting stal

Gemeten onderdeel	Frequentiespectrum 0 – 50 kHz			Spanningsmeting		
	Frequentie met hoogste piek in Hz	Amplitude frequentie hoogste piek in dBV	Amplitude Frequentie hoogste piek in mV	Gemeten spanning RMS in mV	Berekende spanning over koe in mV = Gemeten spanning/ 3	Berekende stroomdoorgang door koe of geit in mA Spanning / 3000 Ohm
Stal dwarsrichting Windmolens aan Batterij uit Zonnepark aan 28-11/ 09.30	49,845 kHz	-71,87	0,28	1,96	nvt	nvt
	49,845 kHz	-82,34	0,08	0,586	0,195 Spanning over geit/ 6 0,0976	0,000195
Stal dwarsrichting Windmolens uit Batterij uit Zonnepark aan 28-11 / 10.09.14	31,1425 kHz	-56,62	1,58	3,689	nvt	nvt
	31,5485 kHz	-72,12	0,25	1,560	0,52 Spanning over geit /6 0,26	0,00052
Stal dwarsrichting Windmolens uit Batterij aan Zonnepark aan 28-11 / 10.32.58	28,7257 kHz	-59,13	1,12	3,218	nvt	nvt
	49,9879 kHz	-82,32	0,08	1,330	0,4433 Spanning over geit/ 6 0,2216	0,000443
Stal dwarsrichting Windmolens aan Batterij aan Zonnepark uit 28-11 / 17.31.21	45,0132 kHz	-61,06	0,89	3,730	nvt	nvt
	49,9862 kHz	-66,70	0,50	1,579	0,526 Spanning over geit/ 6 0,2631	0,00052

In vet rood zijn de gemeten waardes weergegeven die in relatie staan met een koe

Berekende spanning over “kunstkoe” in milli Volt

Berekende stroomdoorgang door koe in milli Ampère = Max gemeten spanning RMS/ 1000 Ohm

5.2.3 Meting zwerfspanning in veld lengterichting stal

Gemeten onderdeel	Frequentiespectrum 0 – 50 kHz			Spanningsmeting		
	Frequentie met hoogste piek in Hz	Amplitude frequentie hoogste piek in dBV	Amplitude Frequentie hoogste piek in mV	Gemeten spanning RMS in mV	Berekende spanning over koe in mV = Gemeten spanning/ 3	Berekende stroomdoorgang door koe in mA Spanning / 3000 Ohm
Veld lengterichting Windmolens aan Batterij uit Zonnepark aan 28-11 / 09.06.42	49,9355 kHz	-54,06	2,00	4,619	nvt	nvt
	49,9877 kHz	-69,55	0,35	2,241	0,747	0,000747
Veld lengterichting Windmolens uit Batterij uit Zonnepark aan 28-11 / 10.20.08	30,0179 kHz	-64,46	0,63	2,202	nvt	nvt
	49,9883 kHz	-71,67	0,28	0,8311	0,277	0,000277
Veld lengterichting Windmolens uit Batterij aan Zonnepark aan 28-11 / 10.42.03	49,9792 kHz	-53,97	2,24	3,193	nvt	nvt
	49,9795 kHz	-67,98	0,45	1,484	0,494	0,000494
Veld lengterichting Windmolens aan Batterij aan Zonnepark uit 28-11 / 17.08.16	45,0158 kHz	-45,95	5,62	7,277	nvt	nvt
	49,9845 kHz	-54,79	2,00	2,909	0,969	0,000969

In vet rood zijn de gemeten waardes weergegeven die in relatie staan met een koe

Berekende spanning over “kunstkoe” in milli Volt

Berekende stroomdoorgang door koe in milli Ampère = Max gemeten spanning RMS/ 1000 Ohm

5.2.4 Meting zwerfspanning in veld dwarsrichting stal

Gemeten onderdeel	Frequentiespectrum 0 – 50 kHz			Spanningsmeting		
	Frequentie met hoogste piek in Hz	Amplitude frequentie hoogste piek in dBV	Amplitude Frequentie hoogste piek in mV	Gemeten spanning RMS in mV	Berekende spanning over koe in mV = Gemeten spanning / 3	Berekende stroomdoorgang door koe in mA Spanning / 3000 Ohm
Veld dwarsrichting Windmolens uit Batterij uit Zonnepark aan 28-11 / 09.02.00	49,9297 kHz	-49,71	3,55	5,191	nvt	nvt
	49,9902 kHz	-68,09	0,40	3,158	1,052	0,001052
Veld dwarsrichting Windmolens uit Batterij uit Zonnepark aan 28-11 10.15.41	49,9802 kHz	-57,69	1,41	2,788	nvt	nvt
	49,9888 kHz	-71,17	0,28	1,487	0,495	0,000495
Veld dwarsrichting Windmolens uit Batterij aan Zonnepark aan 28-11 / 10.45.46	49,9564 kHz	-53,18	2,24	3,595	nvt	nvt
	49,9880 kHz	-69,93	0,35	1,895	0,631	0,000631
Veld dwarsrichting Windmolens aan Batterij aan Zonnepark uit 28-11 / 17.03.05	34,9757 kHz	-50,12	3,16	7,641	nvt	nvt
	45,0188 kHz	-59,18	1,12	3,302	1,1006	0,0011

In vet rood zijn de gemeten waardes weergegeven die in relatie staan met een koe

Berekende spanning over “kunstkoe” in milli Volt

Berekende stroomdoorgang door koe in milli Ampère = Max gemeten spanning RMS/ 1000 Ohm

5.2.5 Conclusie zwerfspanningsmeting in verschillende configuraties

Naast de stal in op de voergang van de stal zijn stapspanningsmetingen uitgevoerd in verschillende configuraties met windmolens, batterijen, motoren RWZI en het zonnepark in- en uitgeschakeld.

Door onderzoeksbedrijf B zijn in het veld metingen op vijf meter afstand afstand gedaan.
Tijdens dit onderzoek zijn ook de metingen op vijf meter afstand gedaan.

De metingen zijn uitgevoerd in twee richtingen.

Tijdens de meting worden twee metingen gecombineerd

De eerste meting die in blauw wordt weergegeven is zonder kunstkoe zoals ook door onderzoeksbedrijf B is gemeten. De tweede meting die in rood wordt weergegeven is de stapspanning met “kunstkoe van 3000 Ohm”

De resultaten van de metingen zijn in de tabellen weergegeven.

De maximale gemeten stapspanning die voor een koe op kan treden is gemeten in het veld in de dwarsrichting van de stal gemeten met de windmolens uit, de batterijen uit en het zonnepark aan.

In het frequentiebereik van 0 tot 50 kHz

Gemeten maximale RMS-spanning op 5 meter afstand	3,158	mV
Berekende spanning over een koe:	1,052	mV
Berekende stroomdoorgang door een koe:	0,001052	mA

Het totaalbeeld laat zien dat de gemeten spanningen in het veld iets hoger liggen dan in de stal.

Vanuit de uitgevoerde metingen is duidelijk te zien dat de aanwezigheid piekspanningen van alle frequenties worden afgezwakt door het toepassen van een “kunstkoe”

De afzwakking door het toepassen van “kunstkoe” is ongeveer een factor 2 tot 3

Voor het frequentiebereik van 0 tot 50 kHz is de gemeten RMS stroomdoorgang die door een koe zou kunnen vloeien als gevolg van de aanwezige zwerfstroom in de grond minder dan een micro Ampere

6 Meting zwerfspanning bij transformatoren

6.1 Metingen spanning op aardingsinstallatie bij transformator bedrijf A

Voor het meten van de spanning op de aardingsinstallatie van de transformator is de ene zijde van de meting aangesloten op de aarding van de transformator en de andere zijde op een referentie pen die op een bepaalde afstand vanaf de transformator in de grond is geplaatst.

Deze meting is in drie verschillende richtingen uitgevoerd

Richting transformator burens bedrijf A

Richting windmolen nummer 5 achter het bedrijf

Richting transformator burens bedrijf A



Foto transformator bedrijf A



Locatie transformatoren

1 Transformator burens bedrijf A

2 Transformator bedrijf A

3 Transformator burens bedrijf A

Gemeten onderdeel	Frequentiespectrum 0 – 50 kHz			Spanningsmeting	
	Frequentie met hoogste piek in Hz	Amplitude frequentie hoogste piek in dBV	Amplitude Frequentie hoogste piek in mV	Gemeten spanning RMS in mV	Berekende stroomdoorgang door koe in
Spanningsmeting trafo 29-11 / 11.50.28	50 Hertz			233,5 Volt	nvt
Spanningsmeting op aarding transformator met referentie op 5 meter richting buren bedrijf A 28-11 / 15.39.22	50 Hertz	-36,41	15,85	24,94	nvt
	Frequentie boven 2,5 kHz met hoogste piek 35 kHz	-50	3,16	nvt	nvt
Spanningsmeting op aarding transformator met referentie op 10 meter richting buren bedrijf A 28-11 / 15.41.55	50 Hertz	-34,67	19,95	28,68	nvt
	Frequentie boven 2,5 kHz met hoogste piek 35 kHz	-50	3,16	nvt	nvt
Spanningsmeting op aarding transformator met referentie op 15 meter richting buren bedrijf A 28-11 / 15.44.08	50 Hertz	-34,82	19,95	35,21	nvt
	Frequentie boven 2,5 kHz met hoogste piek 10 kHz	-53	2,24	nvt	nvt
Spanningsmeting op aarding transformator met referentie op 20 meter richting buren bedrijf A 28-11 / 15.46.39	150 Hertz	-33,50	22,39	31,64	nvt
	Frequentie boven 2,5 kHz met hoogste piek 15 kHz	-55	1,78	nvt	nvt
Spanningsmeting op aarding transformator met referentie op 25 meter richting buren bedrijf A 28-11 / 16.03.42	50 Hertz	-34,04	19,95	31,81	nvt
	Frequentie boven 2,5 kHz met hoogste piek 35 kHz	-55	1,78	nvt	nvt
Spanningsmeting op aarding transformator met referentie op 30 meter richting buren bedrijf A 28-11 / 16.06.30	50 Hertz	-31,62	28,18	37,64	nvt
	Frequentie boven 2,5 kHz met hoogste piek 30 kHz	-50	3,16	nvt	nvt
Spanningsmeting op aarding transformator met referentie op 35 meter richting buren bedrijf A 28-11 / 16.11.39	150 Hertz	-31,37	28,18	39,79	nvt
	Frequentie boven 2,5 kHz met hoogste piek 37 kHz	-50	3,16	nvt	nvt
Spanningsmeting op aarding transformator met referentie op 40 meter richting buren bedrijf A 28-11 / 16.15.07	50 Hertz	-32,18	25,12	37,23	nvt
	Frequentie boven 2,5 kHz met hoogste piek 25 kHz	-47	4,47	nvt	nvt

Gemeten onderdeel	Frequentiespectrum 0 – 50 kHz			Spanningsmeting	
	Frequentie met hoogste piek in Hz	Amplitude frequentie hoogste piek in dBV	Amplitude Frequentie hoogste piek in mV	Gemeten spanning RMS in mV	Berekende stroomdoorgang door koe in
Spanningsmeting trafo 29-11/ 11.50.28	50 Hertz			233,5 Volt	nvt
Spanningsmeting op aarding transformator met referentie op 5 meter richting windmolen 5 29-11 / 09.03.36	50 Hertz	-29,18	35,48	39,40	nvt
	Frequentie boven 2,5 kHz met hoogste piek 12 kHz	-60	1,00	nvt	nvt
Spanningsmeting op aarding transformator met referentie op 10 meter richting windmolen 5 29-11 / 09.05.55	50 Hertz	-28,80	39,81	41,19	nvt
	Frequentie boven 2,5 kHz met hoogste piek 12 kHz	-63	0,71	nvt	nvt
Spanningsmeting op aarding transformator met referentie op 15 meter richting windmolen 5 29-11 / 09.08.38	50 Hertz	-26,41	50,12	51,90	nvt
	Frequentie boven 2,5 kHz met hoogste piek 7 kHz	-65	0,56	nvt	nvt
Spanningsmeting op aarding transformator met referentie op 20 meter richting windmolen 5 29-11 / 09.11.10	50 Hertz	-9,09	354,81	377	nvt
	Frequentie boven 2,5 kHz met hoogste piek 7 kHz	-63	0,71	nvt	nvt



Click melding

Op de clickmelding is loop van de laagspanningskabel te zien.

De stapspanningsmeting van 0 tot 20 meter geeft een verstoring door mogelijke invloed van elektriciteitskabels in de grond. Metingen op grotere afstand zijn niet uitgevoerd.

Gemeten onderdeel	Frequentiespectrum 0 – 50 kHz			Spanningsmeting	
	Frequentie met hoogste piek in Hz	Amplitude frequentie hoogste piek in dBV	Amplitude Frequentie hoogste piek in mV	Gemeten spanning RMS in mV	Berekende stroomdoorgang door koe in
Spanningsmeting trafo 29-11 / 11.50.28	50 Hertz			233,5 Volt	nvt
Spanningsmeting op aarding transformator met referentie op 5 meter richting burens bedrijf A 29-11 / 08.45.11	50 Hertz	-27,84	44,98	44,98	nvt
	Frequentie boven 2,5 kHz met hoogste piek 12 kHz	-60	1,00	nvt	nvt
Spanningsmeting op aarding transformator met referentie op 10 meter richting burens bedrijf A 29-11 / 08.48.08	50 Hertz	-29,25	35,48	39,32	nvt
	Frequentie boven 2,5 kHz met hoogste piek 12 kHz	-63	0,63	nvt	nvt
Spanningsmeting op aarding transformator met referentie op 15 meter richting burens bedrijf A 29-11 / 08.50.14	50 Hertz	-9,66	354,81	353,90	nvt
	Frequentie boven 2,5 kHz met hoogste piek 7 kHz	-55	1,78	nvt	nvt



Click melding

Op de clickmelding is loop van de laagspanningskabel te zien.

De stapspanningsmeting van 0 tot 15 meter geeft een verstoring door mogelijke invloed van elektriciteitskabels in de grond. Metingen op grotere afstand zijn niet uitgevoerd.

6.1.1 Conclusie metingen zwerfspanning bij transformator bedrijf A

De transformator op het erf bij van bedrijf A is voorzien van twee aardelektroden.

Tengevolge van een stroomintrede in de aardelektrode ontstaat er rondom de aardelektrode een spanning die dicht bij de aardelektrode hoog is en op grotere afstand afneemt. Dit effect wordt een spanningstrechter genoemd.

Dit effect is het beste te zien bij de meting van de transformator bedrijf A richting de transformator van de burens van bedrijf A.

Gelijk al bij de meting op een afstand van 5 meter vanaf de transformator heeft de spanning al een bepaalde waarde. Deze waarde neemt op de volgende afstanden niet met grote proporties toe. Zou je deze meting steeds op dezelfde afstanden van de transformator uitvoeren dan zou deze op grotere afstand van de transformator lineair toenemen met kleine stapjes.

Bij alle metingen is overduidelijk de grote invloed van 50 Hertz de frequentie van onze netspanning te zien.

Dus voor de stroomdoorgang van een koe moeten we bij deze frequentie ook rekening houden met de onderzoeken die vroeger zijn uitgevoerd op deze frequentie.

Omdat bij deze meting geen "kunstkoe" over de meting is geplaatst kan daarover geen uitsluitsel worden gegeven.

In de tabel is ook het spanningsaandeel van frequenties boven de 2500 Hertz opgenomen.

Dit blijkt bij alle metingen maar een klein gedeelte ten opzichte van de spanning van de hoogst gemeten frequentie van 50 Hertz te zijn.

Hierbij dient de vraag te worden gesteld door welke frequenties de gemeten spanning wordt veroorzaakt

Hierop zal nader onderzoek moeten worden uitgevoerd.

Hiervoor dienen ook juist metingen in lagere frequentie domeinen te worden uitgevoerd.

6.2 Metingen zwerfspanning bij transformator bedrijf B

Voor het meten van zwerfstroom door de grond worden tussen twee in de grond aangebrachte pennen gemeten of hier sprake is van zwerfspanningen

Deze meting wordt vanaf de transformator richting windmolen achter het bedrijf uitgevoerd

Doel van de meting is om de invloed van de stroom die door de aarding van de transformator loopt in relatie te leggen met de te meten zwerfspanningen die op verschillende afstand vanaf de transformator worden gemeten.

De metingen zijn uitgevoerd op onderlinge afstand van 5 meter



Plattegrond metingen

Gemeten onderdeel	Frequentiespectrum 0 – 50 kHz			Spanningsmeting	
	Frequentie met hoogste piek in Hz	Amplitude frequentie hoogste piek in dBV	Amplitude Frequentie hoogste piek in mV	Gemeten spanning RMS in mV	Berekende stroomdoorgang door koe in
Stapspanningsmeting op 5 - 10 meter richting molen achter bedrijf 13.12.24 14.44.47	50 Hertz	-37,87	14,13	14,37	nvt
	Frequentie boven 2,5 kHz met hoogste piek 30 kHz	-67	0,45	nvt	nvt
Stapspanningsmeting op 10 tot 15 meter richting molen achter bedrijf 13.12.24 14.47.41	50 Hertz	-46,65	5,01	5,230	nvt
	Frequentie boven 2,5 kHz met hoogste piek 20 kHz	-80	0,10	nvt	nvt

6.2.1 Conclusie metingen zwerfspanning bij transformator bedrijf B

De transformator op het erf bij bedrijf B is voorzien van twee aardelektroden.

Tengevolge van een stroomintrede in de aardelektrode ontstaat er rondom de aardelektrode een spanning die dicht bij de aardelektrode hoog is en op grotere afstand afneemt. Dit effect wordt een spanningstrechter genoemd.

Deze meting is op twee verschillende afstanden vanaf de transformator uitgevoerd waarbij duidelijk de afname van de stapspanning te zien is op een grotere afstand vanaf de transformator.

Bij beide metingen is duidelijk de grote invloed van 50 Hertz de frequentie van onze netspanning te zien.

Dus voor de stroomdoorgang van een koe moeten we bij deze frequentie ook rekening houden met de onderzoeken die vroeger zijn uitgevoerd op deze frequentie.

Omdat bij deze meting geen “kunstkoe” over de meting is geplaatst kan daarover geen uitsluitsel over de stroomdoorgang van een koe worden gegeven.

Ook al deel je de gemeten spanning zonder “kunstkoe” door een weerstand van een kunstkoe van 3000 Ohm dan is de uitgerekende stroomdoorgang door een koe nog altijd een stuk minder dan de voor een koe aangehouden gevoeligheid.

In de tabel is ook het spanningsaandeel van frequenties boven de 2500 Hertz opgenomen.

Dit blijkt bij beide metingen maar klein ten opzichte van de spanning van de hoogst gemeten frequentie van 50 Hertz te zijn.

Hierbij dient de vraag te worden gesteld door welke frequenties de gemeten zwerfspanning wordt veroorzaakt

Hierop zal nader onderzoek moeten worden uitgevoerd.

Hiervoor dienen ook juist metingen in lagere frequentie domeinen te worden uitgevoerd.

7 Conclusie

7.1 Zwerfstromen vanuit elektrische gebruikte apparatuur

Nu iets over de huidige vermogenselektronica: Om motoren energiezuinig te laten werken wordt vermogenselektronica gebruikt. Om zonnepanelen aan het net aan te sluiten is vermogenselektronica nodig. Windmolens brengen via vermogenselektronica de energie naar ons netwerk. Zelfs een moderne wasmachine heeft vermogenselektronica, maar ook de voeding van de computer. Om de energie om te vormen wordt er gebruik gemaakt van puls-breedte-modulatie (PWM), zoals ook onderzoeksbedrijf B heeft aangegeven.

Om nog efficiënter te schakelen, en de voeding voor de laptop nog kleiner te maken, wordt er veel meer storing opgewekt. Om die storingen tegen te gaan zijn filters nodig, en een nadeel van die filters is dat ze de storing via de veiligheidsaarde laten lopen. In de veehouderij wordt veel vermogenselektronica toegepast voor onder andere, vacuümpompen, waterpompen, ventilator regelingen, zonnepanelen installatie.

En verder kunnen er storingen optreden bij andere apparaten, door diezelfde zwerfstromen (= lekstromen = common mode current). De stromen komen voor in het frequentiegebied 2 kHz - 50 kHz, met de grootste piek rond 5 kHz.

In de technische wereld wordt voornamelijk gekeken naar de verstoring die vermogens elektronica op andere apparatuur uit kan oefenen. Elektromagnetische Compatibiliteit EMC of Elektromagnetische Verdraagzaamheid EMV is het vakgebied, dat elektromagnetische beïnvloeding in en tussen elektrische en elektronische componenten en systemen voorkomt en bestrijdt.

Elektromagnetische compatibiliteit (EMC) wordt meestal gedefinieerd als het vermogen van dergelijke componenten en systemen om in hun omgeving te functioneren, zonder daarbij door andere componenten en systemen, of anders door elektromagnetische straling te worden gestoord en hierbij zelf ook geen storingen in hun omgeving te veroorzaken.

Bij het gebruik van frequentie gestuurde motoren is een feit dat er een lekstroom kan ontstaan die niet via de aarde van de kabel zijn retour weg vindt maar via een andere route.

Deze "stroostromen" (=zwerfstromen) zijn net zo goed "voelbaar". We hebben als richtwaarde:

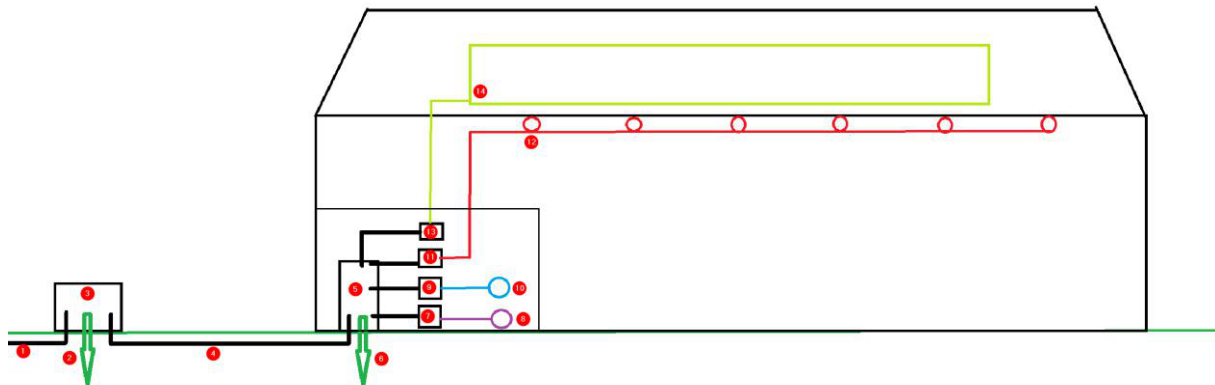
10A (dus 10000mA): normale installatie, zonder maatregelen, en storingen

1A: normale installatie met filters, beperkte storingen

Persoonlijk kom ik in melkveebedrijven inderdaad problemen tegen dat door de aanwezigheid van bepaalde apparatuur andere apparatuur wordt verstoord. Meestal gaat het hierbij om de koeherkenning systemen die niet optimaal werken wanneer er andere apparatuur aan staat. Meestal is dan door ondervinding al duidelijk welke andere apparatuur de verstoring veroorzaakt. Dit gaat dan meestal om frequentieregelaars van bronpompjes. Dit komt meestal ook mede door de aanleg van dit soort installaties waarbij niet de juiste bekabeling wordt gebruikt.

Ook na de plaatsing van zonnepanelen komen soms storingen voor bij koeherkenning systemen. De storingen kunnen ontstaan door de loop van bekabeling maar ook door eventuele lekstroompjes die in constructie delen van het bedrijf gaan lopen.

7.1.1 Zwerfstromen in relatie met koeien



Doorsnede bedrijf

- | | |
|----|------------------------------------|
| 1 | hoog spanningskabel |
| 2 | aarding transformator station |
| 3 | transformator |
| 4 | laagspanning voedingskabel bedrijf |
| 5 | verdeelinrichting bedrijf |
| 6 | aarding verdeelinrichting |
| 7 | bv frequentieregelaar waterpomp |
| 8 | waterpomp |
| 9 | bv frequentieregelaar vacuümpomp |
| 10 | motor vacuümpomp |
| 11 | bv frequentieregelaar ventilatoren |
| 12 | motoren ventilatoren |
| 13 | omvormers zonnepanelen installatie |
| 14 | zonnepanelen op dak |

In de veehouderij wordt tegenwoordig steeds meer gebruikt gemaakt van vermogenselektronica voor regelingen. Door de aanwezigheid van deze apparatuur kan verstoring op andere apparatuur optreden in een bedrijf. De vraagstelling is kan een lekstroom vanuit een onderdeel van deze vermogens elektronica ook een spanning veroorzaken in een stal waardoor er stroomdoorgang door een koe kan plaatsvinden.

Om een spanning in een stal te kunnen veroorzaken waarop een koe kan reageren moet er een stroom door een stal lopen vanaf een spanningsbron die vele malen hoger moet zijn dan de voor een koe aangenomen drempelspanning waarbij problemen kunnen optreden in het gedrag van een koe.

Een goed uitgangspunt daarbij is om naast de stroom te meten die in de aardingsinstallatie van de elektrische installatie kan lopen ook de spanning op deze aardingsinstallatie te meten die hiervan het gevolg is.

Zwerfstromen kunnen alleen lopen vanaf onderdelen die met de aardingsinstallatie zijn verbonden. Dit is de elektrische installatie, de metalen gestellen van frequentie regelaars en de metalen gestellen van motoren die door de frequentie regelaars zijn aangesloten.

Ook de spanning op deze onderdelen kan vanaf een referentie punt die buiten de invloedssfeer van de stal is aangebracht om de beoordelen of hierop een spanning aanwezig is die een spanningsverschil in een stal kan veroorzaken.

Deze spanning dient eigenlijk als een mogelijke “bron” te worden gezien voor om te bepalen of deze voldoende energie heeft om spanningsverschillen in een stal te kunnen veroorzaken.

Persoonlijk ben ik in een stal een specifieke “werkfrequentie” van vermogens elektronica nog nooit tegengekomen die een elektrische spanningstoename veroorzaakt die een stroomdoorgang door een koe zou kunnen verklaren.

7.2 Zwerfstromen door de grond

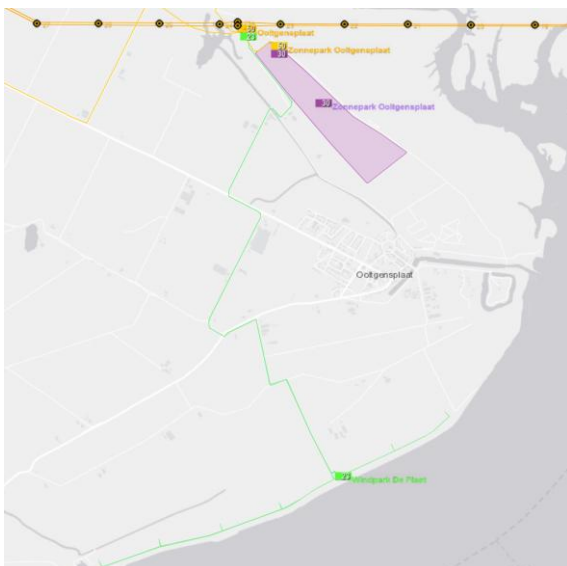
Tijdens het onderzoek zijn op diverse locaties zwerfstroom metingen uitgevoerd waarbij tussen twee pennen die op vijf meter uit elkaar in de grond zijn gestoken spanningsverschillen zijn gemeten. Een spanningsverschil in de grond ontstaat omdat er een stroompje door de grond loopt. Het spanningsverschil heeft een relatie met de grote van de stroom die door de grond loopt en de bodemgesteldheid die soortelijke bodemweerstand wordt genoemd. Deze soortelijke bodemweerstand van grond die ρ wordt genoemd wordt uitgedrukt in $\Omega \cdot m^2/m$, verkort tot $\Omega \cdot m$, dus in ohm-meter.

Om dit stroompje te laten lopen dient er een bron met spanning aanwezig te zijn. Deze bron met spanning wordt gevormd doordat het gehele hoogspanningsnet (150kV, 50kV, 23 kV en 13 kV) en laagspanningsnet (400V) via kabels aan elkaar gekoppeld zijn. Kabels die in de grond zijn gelegd zijn altijd voorzien van een metalen afscherming die zorgt voor een mechanische bescherming en aarding. Deze metalen kabel afscherming is aan weerszijden verbonden met aarding. Doordat er in de kabel op de geleiders stromen lopen wordt ook op deze afscherming een stroom geïnduceerd.

Op de plaatsen waar de kabels aangesloten zijn zoals bij het hoogspanningsverdeelstation bij het zonnepark en het hoogspanningsverdeelstation bij de windmolens en batterijen zijn de installaties ter plaatse voorzien van aardingsystemen. Deze aardingsinstallaties zijn aangebracht om bij een defect in de hoogspanningsinstallatie te voorkomen dat er voor een mens gevaarlijke stap- en aanraakspanningen kunnen ontstaan.

Omdat er stromen door de afscherming van de kabels loopt wordt bij de aardingsvoorzieningen een circuit gevormd waarbij de stromen de weg vervolgen door de grond. De intrede en uittrede van de stroompjes wordt mogelijk gemaakt door het contact van de aardingsystemen met de grond.

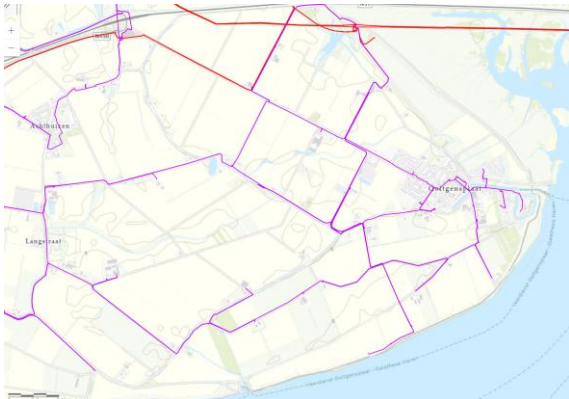
De spanningen die in de grond gemeten zijn worden eigenlijk veroorzaakt door vereffeningsstroompjes die tussen verschillende aardingsystemen van de daarop aangesloten elektrische installaties lopen.



Hoogspanningsnet 150 kV, 50kV en 23 kV

Voor de aanleg van het windmolenpark zijn twee hoogspanningskabels van 23 kV vanaf het hoogspanningsverdeelstation bij het zonnepark (150kV, 50kV, 23kV) naar het windmolen park aangelegd. Deze kabels liggen volgens de veehouder bedrijf B wel op 1,30 meter diepte ingegraven. Primair zal er tussen de aardingsinstallatie van het hoogspanningsstation bij het zonnepark en de aardingsinstallatie van de hoogspanningsaansluiting waarop de windmolens en batterijen zijn aangesloten een potentiaal verschil ontstaan waardoor er vereffeningsstroompjes (zwerfstroom) gaat lopen tussen deze twee punten.

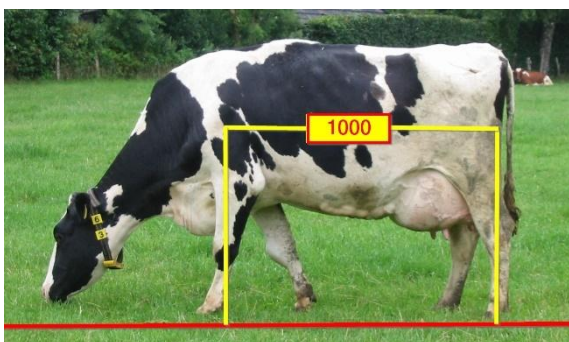
Dit wil echter nog niet zeggen dat deze vereffeningstrooppjes alleen tussen deze twee punten gaan lopen. Doordat ook het 13 kV net via de aardingsystemen een koppeling heeft met het 23 kV net is het ook mogelijk dat stroompjes vanaf het verdeelstation bij het windmolenpark/ batterijen park (23 kV) via de aarding van transformatoren die op het 13 kV net zijn aangesloten hun weg vervolgen om zo uiteindelijk weer bij het hoogspanningsstation van het zonnepark aan te komen. Zo ontstaat er als het ware een spinnenweb aan stroompjes die tussen verschillende elektriciteits aansluitingen door de grond lopen. Daarnaast is het 23 kV net bij het windmolenpark ook nog vertakt naar alle windmolens. Ook vanaf deze windmolens zullen er vereffeningstrooppjes onderling gaan lopen maar ook vanaf elke windmolen weer naar de aardingsinstallatie van het zonnepark. Ook kunnen deze stroompjes vanaf de windmolens via de aardingsinstallaties van de transformatoren die op het 13kV net zijn aangesloten lopen.



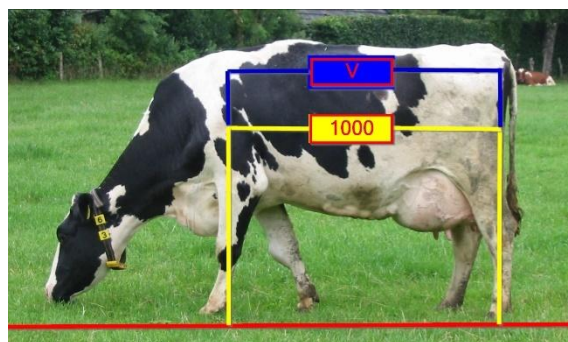
Hoogspanningsnet 13 kV

Naast de 23 kV kabels voor het transporteren van de stroom van het windmolenpark en de batterijen is in Ooltgensplaat sprake van een zeer uitgebreid 13 kV hoogspanningsnet voor de elektriciteit voorziening voor algemeen gebruik. Op dit 13 kV net zijn bv ook de transformatoren aangesloten zoals bij bedrijf A en bij bedrijf B. Bij elke transformator zal weer sprake zijn van een potentiaalverschil wat ontstaat over de aarding van de hoogspanningskabel waardoor er vereffening stroompjes door de grond gaan lopen. Deze stroompjes door de grond vormen eigenlijk weer een spinnenweb aan stroompjes over geheel Ooltgensplaat.

Nu de hamvraag natuurlijk kunnen deze stroompjes door de grond problemen veroorzaken voor mens en dier. Tijdens het onderzoek zijn metingen in het veld uitgevoerd op een afstand van 5 meter door het plaatsen van twee pennen in de grond waartussen is gemeten.



Kunstkoe met interne weerstand 1000 Ohm



Spanningsmeting over gesimuleerde koe

Wanneer een zwervstroom (rode lijn) door de grond loopt zal deze bij aanwezigheid van een koe op deze ondergrond zich opdelen door de grond en door de koe. Om te bepalen welke stroomdoorgang hierbij door de koe kan lopen dient over de meting een "kunstkoe" met een interne weerstand te worden geplaatst die een inwendige weerstand van een koe simuleert. Hierbij wordt de spanning over de "kunstkoe" gemeten en kan de stroom die door een koe kan lopen worden uitgerekend. Omdat de metingen in het veld op een afstand van 5 meter zijn uitgevoerd is over de meting een weerstand geplaatst van 3000 Ohm (3×1000 Ohm)

Voor een mens is ook bepaald dat deze een inwendige weerstand bezit van 1000 Ohm. Voor het meten van stapspanningen voor een mens dient deze op een afstand van 1 meter te worden gedaan. Voor de juistheid van de meting om de stapspanning voor een mens te bepalen zou over de meting op 5 meter afstand dus eigenlijk een weerstand van 5000 Ohm geplaatst moeten worden.

De uitkomst vanuit de metingen met een weerstand van 3000 Ohm geeft echter wel een indicatie of de stroomdoorgang door een mens door de aanwezigheid van zwerfstroompjes in de grond een gevaar voor de mensheid zou kunnen zijn.

Tijdens het onderzoek zijn metingen uitgevoerd die verwoord zijn in de hoofdstukken van dit rapport.

3 Metingen op het bedrijf A

[3.7 Metingen zwerfspanningen rondom stal](#)

4 Metingen op het bedrijf B

[4.6 Metingen zwerfspanningen rondom](#)

5 Metingen zwerfspanning in verschillende configuraties met windmolens, batterijen, zonnepark en motoren RWZI aan of uit

5.1 Meting zwerfspanning bedrijf A

[5.1.3 Meting zwerfspanning in veld in lengterichting stal](#)

[5.1.4 Meting zwerfspanning in veld in dwarsrichting stal](#)

5.2 Meting zwerfspanning bedrijf B

[5.2.3 Meting zwerfspanning in veld lengterichting stal](#)

[5.2.4 Meting zwerfspanning in veld dwarsrichting stal](#)

Deze metingen zijn uitgevoerd op verschillende tijdstippen waardoor aangenomen mag worden dat deze voldoende data bevatten om een conclusie te mogen trekken.

Voor zowel het frequentiebereik van 0 tot 50 kHz als voor 0 tot 200 kHz is de gemeten RMS stroomdoorgang die door een koe zou kunnen vloeien als gevolg van de aanwezige zwerfstroom in de grond minder dan een micro Ampere

Voor een koe is als stapspanning aangehouden dat de 5 meter wordt gedeeld door 3.

Voor een mens geldt dat de spanning die op 5 meter gemeten is zelfs gedeeld dient te worden door 5

Dus voor een mens zal de stroomdoorgang door het lichaam nog lager uitvallen.

De voor een mens aangehouden 1000 Ohm geldt ook nog eens als deze op blote voeten op de grond staat.

Het grote voordeel van deze stroompjes is dat er een verdeling van stroompjes plaatsvindt door de aanwezigheid van veel aardingsinstallaties van hoogspanningsinstallaties waar een stroom kan in of uit treden. Hierdoor wordt de eigenlijke hoofdstroom verdeeld in heel veel kleine stroompjes.

7.2.1 Zwerfstromen door de grond in relatie met frequentie

Tijdens dit onderzoek zijn zwerf spanning metingen op diverse locaties gedaan door op vijf meter uit elkaar twee pennen in de grond te steken. Doordat aan van der Heide gevraagd is om een second opinion te geven op de metingen die door onderzoeksbedrijf B zijn uitgevoerd zijn ook deze metingen voornamelijk uitgevoerd in het frequentiedomein van 0 tot 200 kilo Hertz. Bij de metingen die op vier plaatsen rondom bedrijf A en bedrijf B zijn uitgevoerd zijn zowel metingen uitgevoerd in het frequentiedomein van 0 tot 50 kHz als van 0 tot 200 kHz.

3 Metingen op het bedrijf A

[3.7 Metingen zwerfspanningen rondom stal](#)

4 Metingen op het bedrijf B

[4.6 Metingen zwerfspanningen rondom stal](#)

De uitkomst van de metingen laten zien dat er eigenlijk weinig verschil in de uitkomst te zien is of er nu gemeten wordt in het frequentiegebied van 0 tot 50 kHz of tussen 0 en 200 kHz.

Bij de meting die van 0 tot 200 kHz waarbij over een breder frequentie bereik wordt gemeten zou je een in het resultaat eigenlijk ook een hogere uitkomst verwachten. Dit blijkt in de praktijk echter het geval niet te zijn. Hierdoor kan gesteld worden dat de aanwezige frequenties in een hoger frequentiedomein weinig bijdragen aan de stroomdoorgang die door een mens of dier kan lopen

Tijdens het meten van zwerfspanningen naast de stal bij bedrijf B zijn aanvullende metingen gedaan in verschillende frequentiedomeinen 0 tot 200 kHz, 0 tot 50 kHz, maar ook op 0 tot 10 kHz, 0 tot 2 kHz en 0 tot 1 kHz. Bij metingen die dicht bij de transformatoren zijn uitgevoerd zie je overduidelijk een groot aandeel van onze netfrequentie van 50 Hertz. Wanneer je de metingen van 0 tot 200 kHz uitvoert zie je dit eigenlijk niet duidelijk terug in de grafieken.

2.4 Metingen bij verschillende interne weerstanden koe en bij verschillende frequentiedomeinen

[2.4.3 Meting stapspanning bij verschillende frequentiedomeinen](#)

De meting in het frequentie domein van 0 tot 10 kHz, 0 tot 2 kHz en 0 tot 1 kHz die bij bedrijf B als aanvullende metingen zijn uitgevoerd geven in de uitkomst van de gemeten maximale RMS-spanning bijna dezelfde waarde. Dus mogelijk wordt zelfs de stroomdoorgang van een zwerfstroom door de grond die door een mens of dier kan gaan lopen hoofdzakelijk bepaald door onze netfrequentie van 50 Hertz en een aantal hogere harmonischen tot deze 1000 Hertz. Dit zou op zich ook weer vrij logisch zijn want de grootste stromen die over de kabels van het hoogspanningsnet lopen is natuurlijk onze 50 Hertz.

Omdat deze meting maar eenmalig is uitgevoerd mag je daaruit nog geen conclusies trekken, daarvoor zou je de meting in dezelfde frequentie bereiken zoals nu is gedaan op meerdere locaties moeten herhalen.

6 Meting zwerfspanning bij transformatoren

6.2 Metingen zwerfspanning bij transformator bedrijf B

[6.2.1 Conclusie metingen zwerfspanning bij transformator bedrijf B](#)

Bij bedrijf B zijn twee stapspanningsmetingen bij de transformator uitgevoerd.

Bij beide metingen is te zien dat de toename van een stroomdoorgang door hogere frequenties ten opzichte van de frequentie van 50 Hertz die de grootste spanning veroorzaakt bijna nihil is.

Hierbij dient de vraag te worden gesteld door welke frequenties de zwerfspanning wordt veroorzaakt

Hierop zal nader onderzoek moeten worden uitgevoerd.

Hiervoor dienen ook juist metingen in lagere frequentie domeinen te worden uitgevoerd.

7.2.2 Zwerfstromen door de grond in relatie met RWZI

Wat is het gevolg dat een motor op een RWZI op een paar kilometer aan of uitstaat.

Op de RWZI zijn motoren aanwezig waarvan de grootste motor een vermogen heeft van 5,5 kW.

Deze motoren worden door het geautomatiseerde systeem aan- en uitgezet.

Dit aan en uit zetten kan dus op willekeurige momenten plaatsvinden.

Om deze motor te laten lopen zal een stroom uit het laagspanningsnet worden gebruikt.

Deze stroom zal ook door het hoogspanningsnet geleverd moeten worden.

De verhouding van de stroom die in het laagspanningsnet gaat lopen ten opzichte van die in het

hoogspanningsnet is bij benadering $13500 / 400 = 32,5$. Omdat deze stroomverandering in het

hoogspanningsnet plaatsvindt maakt dit ten opzichte van het totale transport van stromen bijna niets uit.

Doordat dit hoogspanningsnet gekoppeld is met andere transformatoren wordt tussen deze transformatoren via de kabel en aarde een circuit gemaakt waar de vereffeningstroompjes in gaan lopen.

Voor de aansturing van de frequentie gestuurde motoren op de RWZI zal deze met een specifieke werk frequentie op de frequentie regelaar worden aangestuurd die op de bekabeling tussen de frequentie regelaar en de motor terug te vinden kan zijn.

Deze specifieke werk frequentie zal zelfs terug te vinden zijn op het elektriciteit net. Vanuit dit elektriciteit net zijn de beschreven zwerfstroompjes door de grond weer meetbaar. Dat in de zwerfstroom die door de grond loopt deze frequentie ook weer herkenbaar is dan ook verklaarbaar.

Dat deze bij de RWZI gebruikte frequentie voor de aansturing van de motoren ook bij bedrijf A terug te vinden is dan ook verklaarbaar.

Of het wel of niet draaien van de motoren een relatie heeft met het feit dat meerdere personen die in bed liggen en op hetzelfde tijdstip wakker worden is daarmee uiteraard niet mee vastgesteld.

Om meerdere mensen die in bed liggen op hetzelfde moment wakker te krijgen moet er ook nog een reden zijn waardoor dit feit plaatsvindt.

Vanzelfsprekend liggen al deze mensen niet met een draad aan de teen in bed te slapen waardoor het wakker worden **NIET** als elektrisch verschijnsel mag worden beschouwd.

Wat de overdracht voor het gelijktijdig wakker worden wel is zal nader onderzocht moeten worden.

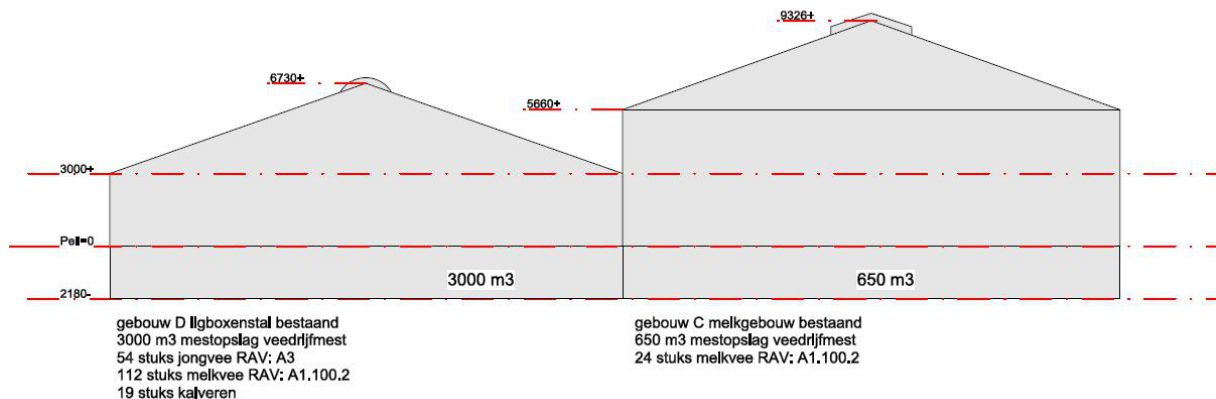
7.2.3 Zwerfstromen door de grond in relatie met windmolens

Voor de aansturing van de windmolens en batterijen wordt gebruik gemaakt van vermogens elektronica. De aansturing van deze vermogenselektronica wordt uitgevoerd met een specifieke werk frequenties. Deze specifieke werk frequentie of frequenties zullen in het hoogspanning elektriciteit net weer herkenbaar zijn. Doordat dit hoogspanningsnet via de kabels en aardingsinstallatie bij het hoogspanningsverdeelstation en de aardingsinstallaties bij de molens een circuit vormen zal er tussen deze punten een vereffeningsstroompje gaan lopen. Dit vereffeningsstroompjes hebben we zwerfstroom genoemd.

Deze specifieke werk frequentie zal zelfs terug te vinden zijn op het elektriciteit net. Vanuit dit elektriciteit net zijn de beschreven zwerfstroompjes door de grond weer meetbaar. Dat in de zwerfstroom die door de grond loopt deze frequentie ook weer herkenbaar is dan ook verklaarbaar.

Dat deze bij de windmolens gebruikte frequentie voor de aansturing van vermogenselektronica bij bedrijf A terug te vinden is dan ook verklaarbaar.

7.2.4 Zwerfstromen die door de grond lopen in relatie met een stal



Doorsnede van de stal op tekening bedrijf A

De vraag is wat gebeurd er met de zwerfstroompjes die in het veld in de grond lopen wanneer deze door een stal gaan lopen.

De stapspanning die ontstaat wordt bepaald door de soortelijke weerstand van de ondergrond. In een stal wordt deze bepaald door de aanwezigheid van beton waarin betonijzer is verwerkt.

In een stal moet je om dit te kunnen beoordelen kijken op welke wijze een stal gebouwd wordt. Voor de mestopslag worden onder een stal mestkelders geplaatst. Om beton extra stevigheid te geven wordt in het beton wapening aangebracht in de vorm van betonijzer. Matten betonijzer worden altijd een gedeelte over elkaar heen gelegd om een overlap te krijgen voor de sterkte. Om te voorkomen dat een keldervloer kapot zou kunnen raken door de opwaartse druk van de waterstand worden in deze vloer soms meerdere lagen wapeningsijzer aangebracht. Vanuit de keldervloer worden verticale wanden gemaakt waarop de roostervloeren, ligboxvloeren en de voergang weer op komen te liggen.

Bij stroomdoorgang door beton zal de stroom zich dus ook hoofdzakelijk door deze wapening verplaatsen. Om te beoordelen of het mogelijk is of een stroompje van buitenaf een spanningsverhoging op een betonvloer kan geven moet je eigenlijk de elektrische weerstand van betonwapening weten.

Soortelijke weerstand ρ of resistiviteit is de eigenschap van een materiaal om een elektrische stroom te weerstaan. De eenheid waarin de soortelijke weerstand van een materiaal wordt uitgedrukt in $\Omega \cdot m^2/m$, verkort tot $\Omega \cdot m$, dus in ohm-meter. Het materiaal van een geleider heeft een lage soortelijke weerstand, het materiaal van een elektrische isolator daarentegen een hoge soortelijke weerstand.

Betonijzer heeft een soortelijke weerstand (Rho) van 1×10^{-7} ohm-meter

De elektrische weerstand van een lengte betonijzer is

Weerstand = Doorsnede x lengte x soortelijke weerstand

Soortelijke weerstand van diverse geleiders per meter en sectie

De berekende weerstand van 1 meter 8 mm betonijzer is 0,00194 Ohm

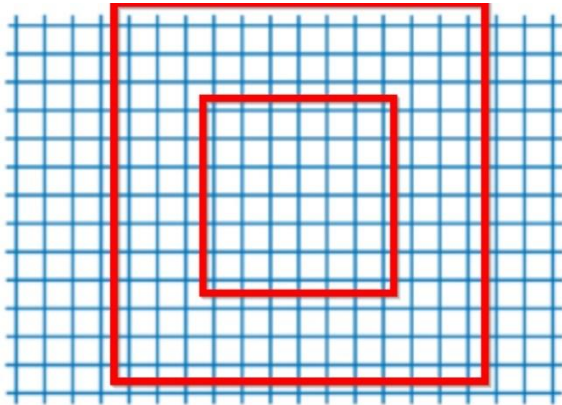
De berekende weerstand van 2 meter 8 mm betonijzer is 0,00388 Ohm

De berekende weerstand van 1 meter 10 mm betonijzer is 0,001386 Ohm

De berekende weerstand van 2 meter 10 mm betonijzer is 0,002771 Ohm

De berekende weerstand van 1 meter 12 mm betonijzer is 0,000858 Ohm

De berekende weerstand van 2 meter 12 mm betonijzer is 0,001715 Ohm



Mat betonijzer

Een mat betonijzer heeft wat in de bouw gebruikt wordt heeft meestal mazen van 15 x 15 cm.
De langs en dwars staven zijn op elk kruispunt met elkaar verbonden door middel van lasverbindingen.

Bereken je de elektrische weerstand in de lengterichting of dwarsrichting van een stuk betonvloer met wapening waar een koe op zou kunnen staan heeft dit altijd 2 meter/ 15 cm = ongeveer 13 dwarsstaven. Voor de elektrische weerstand die een betonmat heeft geeft dit bij benadering dat de weerstand die een lengte betonstaaf heeft op 2 meter heeft gedeeld mag worden door 13.
De weerstand van een staaf van 2 meter 8 mm betonijzer is 0,00388/ aantal dwarsstaven op 2 meter (13) = de onderlinge weerstand van een ijzeren wapeningsmat op 2 meter 0.000298 ohm.

Als deze weerstand van een betonnet op een afstand van 2 meter bekend is kun je berekenen welke stroom ervoor nodig zou zijn om hier een spanningsverhoging op te krijgen van 100 milli volt (0,1 Volt)

De stroom is de spanning gedeeld door de weerstand

Stroom	=	Spanning	:	Weerstand	
Stroom	=	0,1 Volt	:	0,000298 Ohm	= 3355 Amp

Naast het feit dat er een stroom doorgang door het beton plaats moet vinden moet de stroombron ook in staat zijn om het benodigde spanningsverschil over een lengte betonvloer te plaatsen.

Deze stroomdoorgang geldt echter niet alleen voor de stromen van buiten de stal maar ook voor stromen die in de stal aanwezig zijn.

Een stal mag eigenlijk als één groot equipotentiaalvlak worden beschouwd die stromen verdeeld waardoor spanningsopbouw word voorkomen.

7.3 Onverklaarbare gebeurtenissen op bedrijf A

Tijdens het onderzoek bij bedrijf A zijn er veel dingen besproken die in relatie staan met de bedrijfsvoering. Daaronder zijn ook dingen besproken die als onverklaarbaar mogen worden bestempeld.

Uiteraard dienen ook deze punten te worden behandeld als onderdeel van het onderzoek. Het geeft voor de bewoners mogelijk ook het idee dat ze niet gehoord worden in hun klachten. Wanneer je alle verhalen van de familie aan hoort zou je bijna gaan denken dat het er spookt.

Op het bedrijf zijn inmiddels in 20 jaar al meer dan 1000 adviseurs geweest. Was het probleem simpel geweest dan was dit allang opgelost geweest.

7.3.1 Bij vorige eigenaren op bedrijf ook slechte resultaten op bedrijf

Tijdens het onderzoek is met de familie van bedrijf A maar ook met andere betrokkenen gesproken waarbij aangegeven is dat op deze locatie ook bij de vorige eigenaren de bedrijfsresultaten niet denderend waren. Natuurlijk kan de bedrijfsvoering van verschillende eigenaren niet met elkaar vergeleken worden. Zelf maak ik deze situaties vaker mee dat op bepaalde bedrijven ondanks alle inspanningen die ook maar worden gedaan de resultaten niet verbeteren. Vanzelfsprekend kan een oorzaak de aanwezigheid van zwerfstromen zijn.

Om voor zwerfstromen de uitgangspunten te bepalen waar dit onderzoek eigenlijk ook op gericht is dien je naast een bedrijf waar het niet goed loopt, referentie metingen te doen op het bedrijf waar wel goede resultaten zijn.

7.3.2 Locaties in de stal die door koeien worden gemeden

Koeien gaan soms helemaal niet liggen in een gedeelte ligboxen langs de muur aan de zijde van de woning. Soms gaan de koeien allemaal achter in de stal staan. Soms gaan de koeien allemaal voorin de stal staan.

7.3.3 Koeien staan soms in scheve lijn door stal

Soms gaan de koeien een gedeelte van de stal in een scheve lijn dwars over de stal vermijden.

7.3.4 Koeien staan in scheve lijn in wachtruimte

Koeien willen niet graag voorin de wachtruimte staan bij de doorgang naar de melkstal. In de wachtruimte staan ze het liefst in een scheve lijn en het liefst dicht bij de muur naast het weiland.

7.3.5 Koeien staan soms allemaal met kop in dezelfde richting in wachtruimte

Koeien staan soms allemaal met de kop dezelfde kant op te wachten in de wachtruimte.

7.3.6 Koeien willen soms moeilijk in carrousel komen

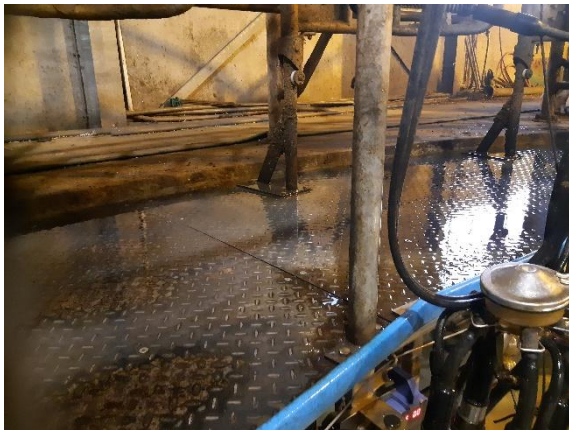
Koeien willen soms slecht in de carrousel komen. Vanuit de uitgevoerde metingen kan worden gesteld dat er een spanning aanwezig is tussen de constructie van de koeherkenning en de roostervloer. Dit zou een verklaring kunnen zijn dat koeien een aversie hebben om door de koeherkenning te lopen. Dit zou ook kunnen verklaren dat er verbetering opgetreden is na het aanbrengen van de regeltransformator op de netvoeding van het koeherkenning systeem. Vreemd genoeg is dit gedrag niet altijd hetzelfde. Op de momenten dat het melken beter loopt komen de koeien ook beter in de melkstal.

7.3.7 Koeien reageren op eerste kwart carousel ander dan op overig gedeelte

Wanneer het bij het melken slecht loopt valt het op dat dit in het eerste kwart van de carousel slechter is dan op de rest van de carousel.

7.3.8 Koeien zijn op bepaalde momenten lastig in melkstal

Het melken kent grote variaties. De ene keer loopt het beter dan de andere keer. Door veehouder van bedrijf A is aangegeven dat het melken op een bepaald tijdstip compleet kan veranderen. Vanaf dat moment worden de koeien heel erg lastig.



Metalen vloer carousel



Metalen vloer carousel

Daarnaast is het voor mij technisch ook niet te verklaren dat er op deze carousel een zwerfstroomdoorgang door een koe plaats kan vinden waardoor dit gedrag te verklaren is.

7.3.9 Koeien trekken op deze momenten melk op in melkstal

Op het moment dat de koeien lastig worden in de melkstal trekken ze ook compleet de melk op en geven bijna geen melk meer. Door de veehouder van bedrijf A is aangegeven dat het melken op een bepaald tijdstip compleet kan veranderen. Vanaf dat moment worden de koeien heel erg lastig. Naast het feit dat ze lastig worden trekken ze op dat moment ook compleet de melk op. Zijn de koeien later weer in de stal dan laten ze de melk uitlekken. Dus er moet een trigger zijn waarom de koeien op een bepaald moment lastig zijn en de melk optrekken.

7.3.10 Momenten dat koeien lastig zijn in carousel moet veehouder soms overgeven

Het is voorgekomen dat op bepaalde momenten dat de koeien lastig zijn dat zowel veehouder van bedrijf A als zijn zoon om de beurt moeten overgeven. Op andere momenten doen alle spieren pijn tijdens het melken.

7.3.11 Koeien worden in goede conditie aangekocht en storten op bedrijf A in elkaar

Van koeien die in goede conditie en met een goede melkgift van elders worden aangekocht stort de melkgift binnen een paar maand compleet in elkaar. Blijkbaar speelt de locatie hierin een rol.

7.3.12 Kalversterfte in iglo op de hoek van de stal

Op de hoek van de stal zijn steeds op dezelfde plaats op onverklaarbare redenen mogelijk wel 50 kalveren gestorven. Omdat dit toevallig de plaats is die het dichtste bij de transformator is zijn daar tijdens dit onderzoek veldsterkte metingen uitgevoerd. De invloed vanaf de transformator voor elektrische velden blijft beperkt tot de naaste omgeving van de transformator. Op de hoek van de stal zijn helemaal geen elektrische voorzieningen aanwezig. Ook zwerfstromen kunnen niet toevallig aanwezig zijn bij deze iglo en niet bij de iglo ernaast.

7.3.13 Gedrag 3 kalveren in iglo dicht bij woonhuis

Door de veehouder bedrijf A werd een filmpje gestuurd waar drie kalveren in de iglo's die het dichtste bij het huis staan alle drie vreemd maar wel hetzelfde gedrag vertoonden. Doordat dit bij alle drie hetzelfde is valt dit natuurlijk op.

7.3.14 Alle kalfjes in iglo's staan op bepaalde momenten te loeien

Door de veehouder bedrijf A en zijn vrouw werd aangegeven dat alle kalfjes op een bepaalde avond allemaal onverklaarbaar stonden te loeien zonder aantoonbare oorzaak.

7.3.15 Twee hondjes die soms gelijktijdig braken in huis

Op momenten dat het melken soms extreem slecht verloopt gaan de twee hondjes in huis op hetzelfde moment braken. Wanneer dit bij 1 hondje het geval zou zijn valt dit niet op, nu het met twee hondjes op hetzelfde moment gebeurd is dit zeer opmerkelijk.

7.3.16 Mensen in huis moeten overgeven

Op het moment dat de hondjes in huis gaan overgeven vindt ditzelfde soms plaats bij mensen die in huis aanwezig zijn.

7.3.17 Mensen in huis die moeten overgeven wanneer ze het huis verlaten

Een zoon des huizes moet soms overgeven op het moment dat hij het huis verlaat en naar de stal gaat.

7.3.18 Mensen in huis hoofdpijn, spierpijn

Mensen in huis hebben soms ontzettend hoofdpijn, en alle spieren doen pijn.

7.3.19 Mensen in zelfde huis op zelfde momenten wakker

Opvallend is dat de mensen in het huis op bepaalde momenten allemaal op hetzelfde moment wakker worden. Dit is in een app bijgehouden en dit blijkt ook zelf bij mensen in het dorp op hetzelfde tijdstip te gebeuren. Het feit dat dit voor iedereen op hetzelfde moment gebeurd is op zich al uniek. Maar dan moet er natuurlijk ook een vorm van overdracht zijn waardoor dit gebeurd.

7.3.20 Mensen die zich niet prettig voelen in huis

Tijdens het onderzoek heb ik met verschillende mensen gesproken die bij bedrijf A over de vloer komen. Deze voelen zich niet prettig in huis, waar met name de plaats gelijk na binnenkomst door de deur in de keuken op de stoel naast de deur als onprettigst wordt omschreven.

7.3.21 Mijn eigen ervaring tijdens het onderzoek

Tijdens het onderzoek zat ik samen met veehouder van bedrijf A aan een bakje koffie op deze omschreven plaats aan de tafel.

Ik kreeg hierbij ook duidelijk het gevoel dat ik moest overgeven.

Persoonlijk ben ikzelf niet zo gevoelig voor dit soort omstandigheden.

Heb dit zelf ook nog nooit eerder zo gevoeld.

Ook de dagen dat ik op het bedrijf bezig ben geweest had ik voor mijzelf het idee van duizeligheid en dat ik gewoon niet logisch na kon denken.

7.3.22 Vriend van kinderen in rolstoel met implantaten die huis weer uitvlucht

Een vriend van de kinderen die in een rolstoel zit heeft metalen implantaten in zijn ledematen.

Op bepaalde moment als hij op visite komt kan hij niet in het huis zijn.

Hij ontvlucht het huis dan gelijk weer door weer te vertrekken.

7.3.23 Mensen voelen verandering in middenspanningsnet

Door veehouder bedrijf A is aangegeven dat er tijdens het voorgaande onderzoek door Stedin een paar keer wijzigingen zijn aangebracht in de hoogspanningsleidingen door de transformator op het bedrijf via een andere route te voorzien van de netvoeding. Door veehouder bedrijf A is aangegeven dat hij elke keer kon voelen dat er een wijziging had plaatsgevonden zonder dit van tevoren te weten.

Bij navraag bleek er dan inderdaad een wijziging te hebben plaatsgevonden.

7.3.24 Veel defecte apparatuur

In het bedrijf ging altijd veel apparatuur defect. Sinds de netspanning op de transformator door Stedin is verlaagd en de filters en scheidingstransformator door onderzoeksbedrijf B zijn geplaatst is dit minder geworden. Vanzelfsprekend kan apparatuur defect raken door de netspanning die voor de aanpassing van de spanning op de transformator door Stedin aan de hoge kant was. Maar ook door de aanwezigheid van hogere harmonischen op de netspanning kan ongewenste warmteontwikkeling plaatsvinden.

7.3.25 Defecte elektronica in huurtrekker

Door veehouder bedrijf A was een huurtrekker op het bedrijf in gebruik. De elektronica hiervan raakte hiervan binnen zeer korte tijd defect. Op dat moment werd de trekker vervangen door een andere trekker waarbij ook weer hetzelfde gebeurde.

7.3.26 Slechte ontvangst mobieltjes

Op de locatie is zeer slechte ontvangst van mobiele telefoontjes.

7.3.27 Mensen die zich niet prettig voelen in de stal op de locatie van de vijzel vanaf de silo's

In de stal is door meerdere personen aangegeven dat ze zich niet prettig voelen op het voerpad in de omgeving van de vijzel die vanaf de silo's naar de voerboxen loopt. Hierbij is het voorgekomen dat de werkzaamheden door dit gevoel zelfs niet uitgevoerd konden worden.

7.3.28 Koeien draaien op bepaalde momenten met staarten

Tijdens het onderzoek heb ik filmpjes van veehouder bedrijf A ontvangen waarbij de koeien die zowel aan het voerhek staan als de koeien die in de ligboxen liggen allemaal met de staarten draaien. De koeien vertoonden dit gedrag door de hele stal. Vanzelfsprekend wordt er bij een dergelijk gedrag in eerste instantie gewezen naar zwerfstromen.

Omdat dit met alle koeien op hetzelfde moment door de hele stal gebeurt moet er ook op elk punt van de stal een spanning verschil aanwezig zijn waardoor dit veroorzaakt kan worden. Om dit mogelijk te maken dient de bron van waaruit dit spanningsverschil kan ontstaan ontzettend veel hoger zijn dan de als drempelspanning aangehouden spanning waarop een koe een reactie zou kunnen geven. Deze drempelspanning is dan ook nog eens een aangenomen spanning van waaraf een reactie van koeien kan beginnen. Gezien de reactie van de koeien dan zou een aanwezig spanningsverschil vele malen hoger moeten zijn dan de aangenomen drempelspanning.

Tijdens de gebeurtenissen dat de koeien dit gedrag vertoonden duurde dit ongeveer een half uurtje waarna de rust weer terugkeerde. Op de momenten dat dit in de stal gebeurde waren ook de koeien in de melkstal niet te melken en stonden veehouder van bedrijf A en zijn zoon in de carrousel over te geven. Tijdens deze gebeurtenis moesten de hondjes in huis overgeven en voelde iedereen zich in huis misselijk.

7.3.29 Koeien lepelen met drinken van water

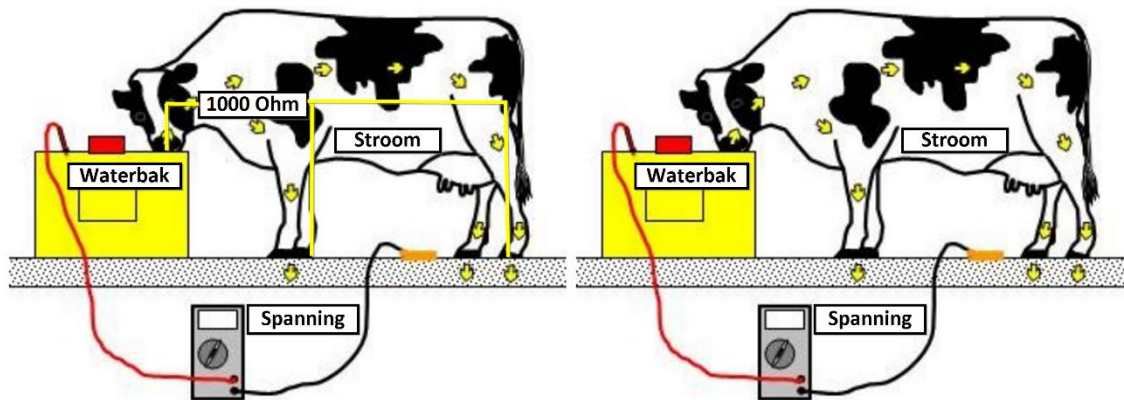
Bepaalde koeien drinken bij de waterbakken het water niet op door de mond in het water te plaatsen maar gaan daarbij met de tong in het water staan te lepelen.

Als mens zijnde willen we dit natuurlijk verklaren.

Bij dit verschijnsel lijkt het er net op of het water brand.

Natuurlijk zegt ons verstand dat dit niet mogelijk is.

De eerste gedachte die dan bij iedereen op komt is "Elektrische spanning"



Koe met interne weerstand 1000 Ohm

Spanningsmeting op waterbak

Om te kunnen bepalen welke stroomdoorgang bij het drinken van water door een koe uit een waterbak plaats kan vinden is de enige methode om dit te doen met een "kunstkoe" die de inwendige weerstand van een koe simuleert. Gebruik je deze kunstkoe niet dan meet je alleen "stoorsignalen"

Bij het meten gebeurt dit meestal vanaf het referentiepunt de vloer.

Dit is ook de realiteit bij een stroomdoorgang door een koe omdat deze ook op de roostervloer staat.

Bij metingen in de stal tussen de verschillende door een koe aanraakbare metalen delen dient een "kunstkoe" te worden gebruikt met een inwendige weerstand van 1000 Ohm.

7.3.30 Koeien drinken niet uit waterbakken

Op 30 december 2024 kreeg ik een filmpje van veehouder bedrijf A waarbij de koeien zelfs niet eens drinken wanneer ze bij de waterbak staan. Het lijkt erop dat ze liever geen water willen drinken dan ook de mond maar in het water in de waterbak te willen zetten. Op dat moment was onderzoeksbedrijf B druk aan het meten. Bij het meten wordt door hem de ene pen in het water gehangen en de andere verbonden met een metalen plaat op de vloer.

Doordat ten opzichte van het referentie vlak de roostervloer wordt gemeten krijg je bij een meting zonder dat deze is voorzien van een "kunstkoe" alleen maar stoorsignalen te zien. Deze stoorsignalen zijn voornamelijk de spanningspiekjes van elke frequentie die op de roostervloer staat. Als uitkomst van deze metingen gaf veehouder bedrijf A aan dat bij alle waterbakken dezelfde frequentie te meten was. Deze bleek bij de kunststof waterbakken zelfs nog hoger te liggen. Wanneer overal dezelfde frequentie op de roostervloer staat die als referentie voor de meting wordt gebruikt is dit vrij logisch natuurlijk. De vraag die dan gesteld moet worden wat de bijdrage van deze frequenties is aan de stroomdoorgang die door een koe plaats kan vinden.

Om te kunnen meten welke stroomdoorgang er door een koe plaats kan vinden dient altijd met een “kunstkoe” te worden gemeten. Om te bepalen of een bepaalde frequentie ook bijdraagt aan de stroomdoorgang van een koe is heel simpel om ook een meting uit te voeren op een lager frequentie domein waarin deze frequentie niet meer zit.

Tijdens het onderzoek zijn metingen uitgevoerd op de waterbakken bij het tweede bedrijf van bedrijf A naast het bedrijf B.

In de grafieken van de metingen op de twee waterbakken is een mooi voorbeeld te zien dat bij beide metingen minstens 15 x dezelfde frequenties met hogere amplitudes in het frequentie domein te zien is.

3 Metingen op het bedrijf A

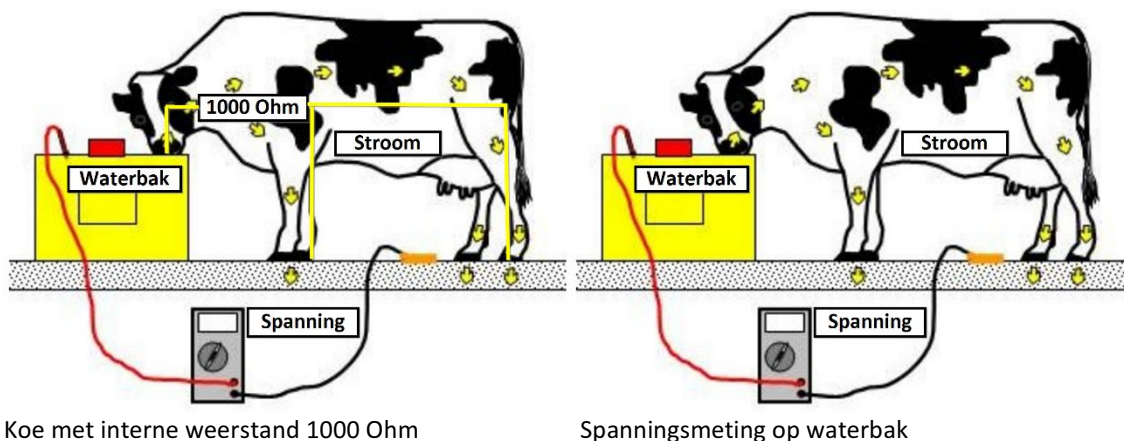
3.3.3 Meting aanraakspanningen waterbakken 2e bedrijf van bedrijf A

Meting 1 waterbak in het midden van de stal/ roostervloer [13.12.24 11.25.18](#)

Meting 2 waterbak vooraan in de stal/ roostervloer [13.12.24 11.31.25](#)

Bij het drinken van water uit een bak wordt de stroom die door een koe kan lopen beperkt door de geleidbaarheid van water zelf maar ook door de inwendige weerstand van een koe.

Aangezien zoet water zelf een hoge soortelijke weerstand heeft die veel groter is dan de inwendige weerstand van een koe zal dit een stroomdoorgang door een koe verminderen.



Koe met interne weerstand 1000 Ohm

Spanningsmeting op waterbak

7.3.31 Verandering koeien na het plaatsen van het netfilter op de elektrische installatie

Nadat door onderzoeksbedrijf B het netfilter op de elektrische installatie geplaatst is er verbetering opgetreden bij de koeien. Door veehouder bedrijf A is aangegeven dat na het plaatsen van een filter op de frequentie gestuurde motor de koeien die altijd lastig waren op het eerste kwart van de carrousel en met name boven de aandrijfmotor dit na het plaatsen van dit filter niet meer waren.

Technisch gezien kan ik hiervoor absoluut geen verklaring voor geven.

Om bij deze metalen carrousel een zwerfstroompjes door een koe te laten lopen is bijna onmogelijk.

Dat de reactie op een bepaald gedeelte van de carrousel dan anders is dan op het overige gedeelte is niet te verklaren.

7.3.32 Koeien hebben grote verandering laten zien na plaatsing scheidingstransformator

Na het plaatsen van het de scheidingstransformator hebben de koeien de grootste verandering laten zien.

De mensen in huis voelen zich na het plaatsen van de scheidingstransformator anders in huis

Bij de koe zou je nog kunnen denken aan afname van zwerfstroompjes

Bij een mens in huis is dit technisch gezien niet te verklaren.

7.3.33 Mensen voelen zich sinds plaatsing scheidingstransformator beter in huis

Na het plaatsen van het de scheidingstransformator hebben de koeien de grootste verandering laten zien.

De mensen in huis voelen zich na het plaatsen van de scheidingstransformator anders in huis

Bij de koe zou je nog kunnen denken aan afname van zwerfstroompjes

Bij een mens in huis is dit technisch gezien niet te verklaren.

De grote vraag is en blijft welke verandering er door het plaatsen van de scheidingstransformator plaats heeft gevonden om dit gevoel van de mensen te veranderen.

7.3.34 Schapen in weiland

Door veehouder bedrijf A is aangegeven dat de schapen in het weiland aan de overkant van de straat maar ook in het weiland naast de stal verder van het bedrijf af lopen wanneer het met de koeien op het bedrijf ook minder goed loopt.

7.3.35 NVWA

Tijdens het onderzoek is aangegeven dat er door het NVWA (Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit) verwaarlozing van het vee ten laste is gelegd omdat het bedrijf niet goed is omgegaan met de hoefproblemen van de koeien. Persoonlijk heb ik tijdens het onderzoek gezien met welke passie de veehouder maar ook zijn gezin met de dieren bezig zijn. Dat er problemen op het bedrijf aanwezig zijn is overduidelijk. Mijn ervaring is dat er soms op bepaalde bedrijven hoefproblemen aanwezig zijn vanuit het lig gedrag van koeien. Liggen koeien niet genoeg dan zijn ze vanzelfsprekend meer op de been en krijgen de hoeven meer te verduren. Het ene kan een gevolg zijn van het andere. Het is dan ook moeilijk om uit dat cirkeltje te komen.

Op het bedrijf A zijn in de loop van jaren meer dan 1000 adviseurs geweest. Dit geeft aan dat de veehouder er alles maar dan ook alles aan doet om het probleem boven water te krijgen. Persoonlijk vind ik het ontzettend jammer dat een overheid instantie hiervoor geen begrip heeft den alleen kijkt naar de omstandigheden maar geen idee heeft van de daadwerkelijke problemen.

Advies

Mogelijk kan een rechtbank worden overtuigd van het feit dat er achter de schermen van alles wordt gedaan om boven water te krijgen waarom de bedrijfsvoering op dit bedrijf maar niet wil lukken.

Bepaalde dingen heb je nu eenmaal niet in de hand. Veehouder bedrijf A geeft daarbij ook aan dat er al zoveel in het bedrijf gedaan is om het koe comfort voor het liggen van de koeien in de boxen optimaal te maken.

Mogelijk kan de rechtbank ervan worden overtuigd om in ieder geval de uitspraak te verschuiven totdat de werkelijke oorzaak van de problemen op het bedrijf bekend zijn.

Mogelijk kan dit rapport daaraan meewerken.

7.4 Problemen op het bedrijf B

7.4.1 Vleesvee

Vanaf 1997 is op het bedrijf B vleesvee gemest en zoogkoeien gehouden. Omdat de resultaten van het vleesvee eigenlijk nooit was wat het zou moeten zijn is uiteindelijk de stekker er uitgetrokken. In 2016 is uiteindelijk de keuze gevallen om met een geitenbedrijf te beginnen.

7.4.2 De geiten zijn gestrest

De geiten op het bedrijf B komen eigenlijk nooit aan de resultaten vergeleken met andere geitenbedrijven. Veel onverklaarbare ziektes en vooral geiten die aan de schijterij raken zonder enige vorm van oorzaak te kunnen vinden. Ook bij bedrijf B zijn heel veel specialisten over de vloer geweest op het gebied van voeding en gezondheid van de dieren. De geiten hebben volgens veehouder bedrijf B te weinig weerstand. En alle pogingen om daar maar verbetering in te krijgen lukt gewoon niet.

7.4.3 Mensen in huis klachten over spierpijn

Door veehouder bedrijf B wordt aangegeven dat ze in het gezin kampen met spierpijn. De spieren blijven maar gespannen staan. Dit komt voor bij zijn vrouw, moeder en ook bij de twee kinderen. Eigenlijk lijkt dit heel erg op de situatie bij bedrijf A.

7.4.4 Conditie jonge geiten slechter dan in voorgaande jaren

De conditie van de jonggeboren geitjes die nog maar een maand of twee oud zijn is dit jaar eigenlijk nog slechter te noemen dan de voorgaande jaren.

7.4.5 Metingen op bedrijf door onderzoeksbedrijf B

Door onderzoeksbedrijf B zijn bij het bedrijf B metingen uitgevoerd.

Hier werd dan ook een netfilter voor de elektrische installatie geadviseerd.

Door de veehouder van bedrijf B is de keuze gemaakt hier niet verder op in te gaan.

8 Beoordeling reeds uitgevoerde onderzoeken

Aan van der Heide is gevraagd om een second opinion uit te voeren op de in eerder stadium uitgevoerde metingen door onderzoeksbedrijf B. Onderdeel van het onderzoek is om de metingen die door hem zijn uitgevoerd te herhalen en een beoordeling te doen op het door hem gedane onderzoek.

8.1 De invloed van lekstroombronnen op rundvee

Door onderzoeksbedrijf B is het rapport “De invloed van lekstroombronnen op rundvee” geschreven als onderzoek voorstel vanuit de metingen die door hem zijn uitgevoerd bij het bedrijf A.

Om dit rapport te beoordelen is niet op elk omschreven onderwerp ingegaan.

De onderwerpen die betrekking hebben op dit onderzoek zijn er uitgelicht.

Inleiding

Uitgangspunt in de probleemstelling is het uitgangspunt dat stroomdoorgang door een koe problemen kan geven. Vanuit zijn ervaring geeft hij aan dat er reactie op kan treden bij koeien op elektrische verschijnselen in het frequentiegebied tussen 2,5 kHz en 150 kHz. Van dit omschreven frequentiegebied wordt in elektrotechnische normen geen aandacht besteed.

Omdat er in de aanhef alleen wordt gesproken over “mijn ervaring” ontstaat bij mij het idee dat we gelijk bij aflevering 2 van een serie aangekomen zijn. Als inleiding had het niet misstaan om de opgedane ervaring weer te geven zodat dit voor een ieder duidelijk is. Waarom de genoemde frequentie gebieden. En vanuit welke ervaring.

Een jaar of tien geleden ben ik de heer van het onderzoeksbedrijf B voor het eerst tegengekomen in Boerdonk bij één van zijn eerste bedrijven waar hij een netfilter had geplaatst en filters op frequentie gestuurd installaties.

Het grote verschil in metingen tussen hem en mij is het feit dat hij stroommetingen doet in de meterkast bij de elektrische hoofdverdelinrichting van een bedrijf en vanuit zijn filosofie een bedrijf saneert door de plaatsen van netfilters. Vanuit zijn filosofie kunnen er in een stal stromen gaan lopen waardoor reactie van een koe op kan treden. Ik ben in het verleden wel eens bij een lezing van hem aanwezig geweest waarin hij aangaf dat de stromen in een stal niet te meten zijn.

Bij onderzoeken die door mij worden uitgevoerd vindt het begin van de metingen ook plaats in de meterkast bij de hoofdverdelinrichting maar worden de in een stal metingen op spanningsgebied uitgevoerd.

Er kan geen stroomdoorgang door een koe plaatsvinden zonder dat er een spanning aanwezig is.

Vreemd genoeg zijn er door mij nog nooit spanningen gemeten in de door hem genoemde frequentiegebieden waarvan aangenomen mag worden dat dit een stroomdoorgang door een koe kan veroorzaken die een reactie zou kunnen veroorzaken.

Daarnaast ben ik ook bij een groot aantal bedrijven geweest waar door hem een netfilter geplaatst is die later ook weer verwijderd is omdat er geen effect te merken is.

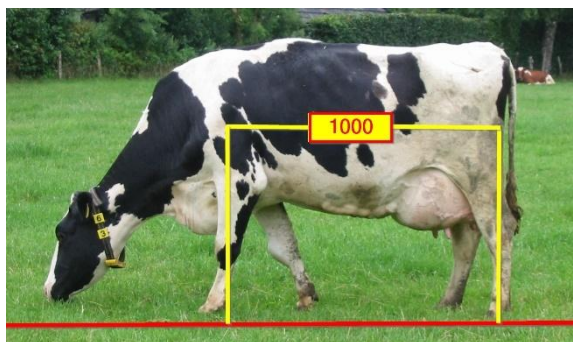
De werking van het netfilter is mij duidelijk, maar de uitwerking op de koeien heb ikzelf nog nooit een antwoord op kunnen vinden.

Uitgangspunt voor dit onderzoeksvoorstel zou moeten zijn dat onderzoeksbedrijf B middels aantoonbare metingen aan toont dat er stroomdoorgang door een koe plaatsvindt in het door zijn genoemde frequentiegebied.

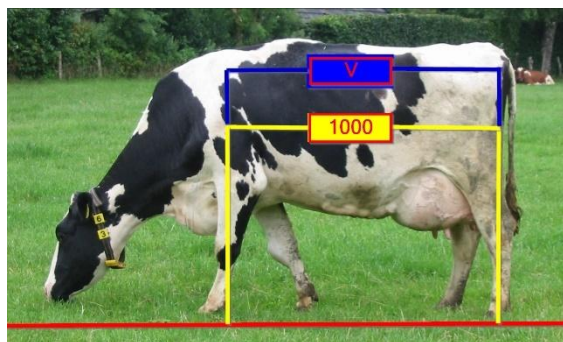
Door onderzoeksbedrijf B zijn spanning metingen in het veld uitgevoerd om frequenties aan te tonen. Om vanuit die metingen een stroomdoorgang door een koe te kunnen bepalen is niet mogelijk.

Om een stroomdoorgang door een koe te kunnen bepalen dient er bij een meting een “kunstkoe” te worden gebruikt die de inwendige weerstand van een koe simuleert. Wanneer deze over de meting wordt geplaatst kan eenvoudig de stroomdoorgang door een koe worden uitgerekend.

“Kunstkoe”



Kunstkoe met interne weerstand 1000 Ohm



Spanningsmeting over gesimuleerde koe

Wanneer een zwerfstroom (rode lijn) door de grond of door de betonvloer van een stal loopt zal deze bij aanwezigheid van een koe op deze ondergrond zich opdelen door de grond en door de koe. Om te bepalen welke stroomdoorgang hierbij door de koe kan lopen dient over de meting een “kunstkoe” met een interne weerstand te worden geplaatst die een inwendige weerstand van een koe simuleert. Hierbij kan de spanning over de “kunstkoe” worden gemeten en kan de stroom die door een koe kan lopen worden uitgerekend.

Conclusie

Nadat de netfilters door onderzoeksbedrijf B op de elektrische installatie is geplaatst en zelfs een scheidingstransformator in de elektrische installatie is geplaatst is er een lichte verbetering opgetreden bij de dieren.

Omdat hij geen oorzaken meer ziet van problemen in het bedrijf zelf is zijn redenatie dat het dan vanaf buiten het bedrijf moet komen.

Als mogelijke oorzaken wordt daarbij verwezen naar de windmolens, rioolwaterzuivering en midden-spanningsaarding.

Bij hem zijn spectraal componenten in de omgeving van de windmolen gemeten die ook terug te vinden zijn bij metingen in de waterbakken op het bedrijf A.

Daarmee is er volgens hem een verband aangetoond tussen de bron en de gevolgen van deze stromen.

Ook is er door hem een correlatie aangetoond tussen windsnelheid en het productieniveau van de koeien.

Tijdens het onderzoek door mij zijn metingen op vier plaatsen rondom het bedrijf A en bedrijf B gedaan

3 Metingen op het bedrijf A

3.7 Metingen zwerfspanningen rondom stal

Om discussie hierover te voorkomen zijn de door mij uitgevoerde metingen dubbel uitgevoerd.

Een eerste meting op dezelfde wijze als ook door onderzoeksbedrijf B is uitgevoerd.

De tweede meting door over de meting een "kunstkoe" te plaatsen zodat de stroomdoorgang door een koe uitgerekend kan worden.

Vanuit de metingen kan worden gesteld dat er in het veld geen spanning van meer dan 1 milli Volt over een koe kan komen te staan en dat de stroomdoorgang dus minder dan een micro Ampère is.

4 Metingen op het bedrijf B

4.6 Metingen zwerfspanningen rondom stal

Om discussie hierover te voorkomen zijn de door mij uitgevoerde metingen dubbel uitgevoerd.

Een eerste meting op dezelfde wijze als ook door onderzoeksbedrijf B is uitgevoerd.

De tweede meting door over de meting een "kunstkoe" te plaatsen zodat de stroomdoorgang door een koe uitgerekend kan worden.

Vanuit de metingen kan worden gesteld dat er in het veld geen spanning van meer dan 1 milli Volt over een koe kan komen te staan en dat de stroomdoorgang dus minder dan een micro Ampère is.

Tijdens het door mij uitgevoerde onderzoek zijn metingen bij bedrijf A en B uitgevoerd in het veld en in de stal zwerfspanning metingen uitgevoerd in verschillende configuraties met windmolens, batterijen, zonnepark en motoren RWZI aan of uit.

5 Metingen zwerfspanning in verschillende configuraties met windmolens, batterijen, zonnepark en motoren RWZI aan of uit

5.1 Meting zwerfspanning bedrijf A

[5.1.3 Meting zwerfspanning in veld in lengterichting stal](#)

[5.1.4 Meting zwerfspanning in veld in dwarsrichting stal](#)

Om discussie hierover te voorkomen zijn de door mij uitgevoerde metingen dubbel uitgevoerd.

Een eerste meting op dezelfde wijze als ook door onderzoeksbedrijf B is uitgevoerd.

De tweede meting door over de meting een "kunstkoe" te plaatsen zodat de stroomdoorgang door een koe uitgerekend kan worden.

Vanuit de metingen kan worden gesteld dat er in het veld geen spanning van meer dan 1 milli Volt over een koe kan komen te staan en dat de stroomdoorgang dus minder dan een micro Ampère is.

5 Metingen zwerfspanning in verschillende configuraties met windmolens, batterijen, zonnepark en motoren RWZI aan of uit

5.2 Meting zwerfspanning bedrijf B

[5.2.3 Meting zwerfspanning in veld lengterichting stal](#)

[5.2.4 Meting zwerfspanning in veld dwarsrichting stal](#)

Om discussie hierover te voorkomen zijn de door mij uitgevoerde metingen dubbel uitgevoerd.

Een eerste meting op dezelfde wijze als ook door onderzoeksbedrijf B is uitgevoerd.

De tweede meting door over de meting een "kunstkoe" te plaatsen zodat de stroomdoorgang door een koe uitgerekend kan worden.

Voor het frequentiebereik van 0 tot 50 kHz is de gemeten RMS stroomdoorgang die door een koe zou kunnen vloeien als gevolg van de aanwezige zwerfstroom in de grond minder dan een micro Ampere

In dit rapport is door mij in de conclusie de verklaring gegeven over de zwerfstroompjes die in de grond lopen en de relatie van de aanwezige spectraal componenten die zowel bij de RWZI als de windmolens maar ook bij het bedrijf A te meten zijn.

7 Conclusie

[7.2 Zwerfstromen door de grond](#)

[7.2.1 Zwerfstromen door de grond in relatie met frequentie](#)

[7.2.2 Zwerfstromen door de grond in relatie met RWZI](#)

[7.2.3 Zwerfstromen door de grond in relatie met windmolens](#)

[7.2.4 Zwerfstromen die door de grond lopen in relatie met een stal](#)

1 Onderzoeksvoorstel

Door onderzoeksbedrijf B is een onderzoeksvoorstel voorgesteld om de invloed van zwerfstromen in kaart te brengen. Hij verwijst hier met name naar het frequentiegebied tussen 2,5 kHz en 150 kHz.

Tijdens het door onderzoeksbedrijf B uitgevoerde metingen worden deze voornamelijk uitgevoerd in het frequentiespectrum van 0 tot 5 Mhz. Tijdens het onderzoek zijn door mij bij de zwerfspanningsmeting bij bedrijf B naast de stal ook eenmalig metingen uitgevoerd met lagere frequentie domeinen.

De omschrijving hiervan is omschreven in

7 Conclusie

7.2 Zwerfstromen door de grond

7.2.1 Zwerfstromen door de grond in relatie met frequentie

Vanuit deze eenmalig uitgevoerd meting bleek dat de stroomdoorgang van een koe in het veld hoofdzakelijk bepaald te worden door de aanwezigheid van 50 Hertz.

Doordat deze meting maar eenmalig is uitgevoerd mag daaraan nog geen conclusie worden verbonden maar dient hierop nader onderzoek te worden uitgevoerd.

Advies

Het onderzoeksvoorstel van onderzoeksbedrijf B was om de grens te vinden voor de gevoeligheid van een koe bij verschillende frequenties. Doordat in Nederland geen dierproeven mogen worden uitgevoerd kun je de vraagstelling ook omdraaien. Door welke frequenties wordt een stroomdoorgang door een koe verhoogd.

Dit is te bepalen welke spanningsverandering er plaatsvindt bij het meten op verschillende frequentie domeinen. Door metingen uit te voeren op 0 tot 1 kHz, 0 tot 2 kHz, 0 tot 5 kHz, 0 tot 10 kHz, 0 tot 20 kHz, 0 tot 50 kHz, 0 tot 100 kHz, 0 tot 200 kHz, 0 tot 500 kHz, 0 tot 1 Mhz, 0 tot 2 Mhz en 0 tot 5Mhz krijg je een duidelijkheid beeld over frequenties of deze juist wel of juist een te verwaarlozen aandeel hebben in een stroom die door een koe kan lopen.

Als je daarbij dan bv een ondergrens zou bepalen voor de sterkte van een signaal van een frequentie die door een koe zou kunnen lopen van bv -60 dBV wat overeenkomt met 1 milli volt heb je naar mijn mening een goed uitgangspunt.

Een spanning van 1 milli volt veroorzaakt bij een koe een stroomdoorgang van 1 micro Ampère
Wanneer je de grote van een koe daarin ook nog eens betreft geeft de amplitude van de meting die op 5 meter uitgevoerd wordt een stroomdoorgang aan die een factor 3 lager is dus 0,33 micro Ampère
Hetgeen te verwaarlozen is voor een stroomdoorgang door een koe.

Om de juiste meting te doen dient te worden vastgelegd dit te doen met een "kunstkoe" met een inwendige weerstand van 1000 Ohm. Indien op grotere afstanden wordt gemeten moet de inwendige weerstand hierop worden aangepast.

2.10 Driepuntsmeting

Door onderzoeksbedrijf B zijn metingen in het veld uitgevoerd om de aanwezigheid van frequenties aan te tonen en zelfs te berekenen vanuit welke richting een frequentie de grootste amplitude heeft.

Deze wijze van metingen geeft alleen inzicht welke stoorsignalen van bepaalde frequenties in de grond aanwezig zijn zonder een relatie met een koe aan te tonen.

Met deze meting kan geen relatie met een stroomdoorgang door een koe worden bepaald.

Om een relatie met een koe te bepalen dient over een meting altijd een "kunstkoe" aanwezig te zijn.

5.5.2 RWZI

Door onderzoeksbedrijf B is een relatie gevonden tussen de hoeveelheid neerslag en een reactie in de veestapel. Hierop zijn door hem metingen uitgevoerd bij de RWZI. Hier zijn door hem de frequenties gevonden waarmee de frequentie regelaars ter plaatse aangestuurd worden. Doordat deze zelfde frequenties ook terug zijn gevonden bij bedrijf A en het feit dat meerdere mensen in huis op hetzelfde moment wakker worden wordt daarbij door hem gewezen naar de RWZI

In dit rapport is door mij in de conclusie de verklaring gegeven over de zwerfstroompjes die in de grond lopen en de relatie van de aanwezige spectraal componenten die zowel bij de RWZI als de windmolens maar ook bij het bedrijf A te meten zijn.

7 Conclusie

[7.2 Zwerfstromen door de grond](#)

[7.2.1 Zwerfstromen door de grond in relatie met frequentie](#)

[7.2.2 Zwerfstromen door de grond in relatie met RWZI](#)

[7.2.3 Zwerfstromen door de grond in relatie met windmolens](#)

[7.2.4 Zwerfstromen die door de grond lopen in relatie met een stal](#)

Over het feit dat meerdere mensen in huis op hetzelfde moment wakker worden is door mij nader omschreven

[7.3.19 Mensen in zelfde huis op zelfde momenten wakker](#)

7 Metingen

7.1 Metingen windmolens

Bij de windmolens zijn door onderzoeksbedrijf B metingen uitgevoerd tussen elke twee windmolens in. De meetwaardes zijn niet bepaald uit de windmolenmetingen, omdat de 50 Hertz component in enkele gevallen overheersend is.

De metingen die uitgevoerd zijn geven een beeld van de aanwezige spanningen van elke frequentie in het frequentiespectrum en geven een beeld van de spanning die tussen de twee pennen gemeten is over de grond.

Deze metingen geven echter wel de realiteit van het stroompje wat er door de grond loopt aan.

Om een stroomdoorgang door een koe te kunnen bepalen dient er bij een meting een "kunstkoe" te worden gebruikt die de inwendige weerstand van een koe simuleert. Wanneer deze over de meting wordt geplaatst kan eenvoudig de stroomdoorgang door een koe worden uitgerekend.

Met deze meting kan geen relatie met een stroomdoorgang door een koe worden bepaald.

In de grafieken zie je zowel in het tijdsdomein als in het frequentiedomein op de 0 as de duidelijke aanwezigheid van de frequentie van ons elektriciteitsnet.

7.2 Metingen locatie bedrijf A

Door onderzoeksbedrijf B zijn metingen uitgevoerd tussen de transformator bij het bedrijf richting windmolens. Door hem zijn de metingen uitgevoerd met de windmolens aan en uit en ook nadat er mechanisch onderhoud aan de windmolens was uitgevoerd.

De metingen die uitgevoerd zijn geven een beeld van de aanwezige spanningen van elke frequentie in het frequentiespectrum en geven een beeld van de spanning die tussen de twee pennen gemeten is over de grond.

Om een stroomdoorgang door een koe te kunnen bepalen dient er bij een meting een "kunstkoe" te worden gebruikt die de inwendige weerstand van een koe simuleert. Wanneer deze over de meting wordt geplaatst kan eenvoudig de stroomdoorgang door een koe worden uitgerekend.

Met deze meting kan geen relatie met een stroomdoorgang door een koe worden bepaald.

7.3 Metingen locatie burens bedrijf A

Door onderzoeksbedrijf B zijn metingen uitgevoerd tussen de transformator bij het bedrijf richting windmolens. Door hem zijn de metingen uitgevoerd met de windmolens aan en uit en ook nadat er mechanisch onderhoud aan de windmolens was uitgevoerd.

De metingen die uitgevoerd zijn geven een beeld van de aanwezige spanningen van elke frequentie in het frequentiespectrum en geven een beeld van de spanning die tussen de twee pennen gemeten is over de grond.

Om een stroomdoorgang door een koe te kunnen bepalen dient er bij een meting een "kunstkoe" te worden gebruikt die de inwendige weerstand van een koe simuleert. Wanneer deze over de meting wordt geplaatst kan eenvoudig de stroomdoorgang door een koe worden uitgerekend.

Met deze meting kan geen relatie met een stroomdoorgang door een koe worden bepaald.

7.4 Metingen transformatoren

Door onderzoeksbedrijf B zijn metingen uitgevoerd tussen bij de transformatoren bedrijf A en bij de burens aan beide zijden.

Door hem zijn de metingen uitgevoerd met de windmolens aan en uit en ook nadat er mechanisch onderhoud aan de windmolens was uitgevoerd.

De metingen die uitgevoerd zijn geven een beeld van de aanwezige spanningen van elke frequentie in het frequentiespectrum en geven een beeld van de spanning die tussen de twee pennen gemeten is over de grond.

Om een stroomdoorgang door een koe te kunnen bepalen dient er bij een meting een "kunstkoe" te worden gebruikt die de inwendige weerstand van een koe simuleert. Wanneer deze over de meting wordt geplaatst kan eenvoudig de stroomdoorgang door een koe worden uitgerekend.

Met deze meting kan geen relatie met een stroomdoorgang door een koe worden bepaald.

8 Detail uitwerkingen metingen

8.1 Details metingen externe bronnen

Door onderzoeksbedrijf B zijn door hem een groot aantal herkenbare frequenties in het frequentiespectrum genoemd. Zoals door hem aangegeven zijn van veel componenten in het spectrum de bron te herhalen.

Waar het bij deze frequenties in principe om gaat hoe komen de frequenties die in dit geval niet bij de windmolens zijn gebruikt toch in Ooltgensplaat terecht en welke invloed kan dit hebben op de stroomdoorgang van koeien.

Deze frequenties worden via ons elektriciteit net getransporteerd.

Dit is eigenlijk de clou van het hele onderzoek.

Alle hogere frequenties die maar deel uitmaken van ons elektriciteit net zorgen voor een zwerfstroompje (vereffeningsstroompjes) door de grond tussen aardingssystemen van het elektriciteit net.

In dit rapport is door mij in de conclusie de verklaring gegeven over de zwerfstroompjes die in de grond lopen en de relatie van de aanwezige spectraal componenten welke door onderzoeksbedrijf B zijn omschreven als externe bronnen.

7 Conclusie

7.2 Zwerfstromen door de grond

7.2.1 Zwerfstromen door de grond in relatie met frequentie

7.2.2 Zwerfstromen door de grond in relatie met RWZI

7.2.3 Zwerfstromen door de grond in relatie met windmolens

7.2.4 Zwerfstromen die door de grond lopen in relatie met een stal

8.2 Details metingen windmolens

Door onderzoeksbedrijf B is een compleet onderzoek verricht naar de bij de windmolens gebruikte frequenties. Hierbij zijn complexe berekeningen gemaakt van de commutator frequentie waarvan in het frequentiespectrum (figuur 8.4) te zien is dat deze een amplitude bezit van $-90 \text{ dBV} = 0,03 \text{ mV}$ heeft.

In dit rapport is door mij in de conclusie de verklaring gegeven over de zwerfstroompjes die in de grond lopen en de relatie van de aanwezige spectraal componenten welke door onderzoeksbedrijf B zijn omschreven als externe bronnen.

7 Conclusie

[7.2 Zwerfstromen door de grond](#)

[7.2.1 Zwerfstromen door de grond in relatie met frequentie](#)

[7.2.2 Zwerfstromen door de grond in relatie met RWZI](#)

[7.2.3 Zwerfstromen door de grond in relatie met windmolens](#)

[7.2.4 Zwerfstromen die door de grond lopen in relatie met een stal](#)

9 Spectraal componenten

9.1 Uitwerking windmolens

Door onderzoeksbedrijf B is een compleet onderzoek verricht naar de bij de windmolens gebruikte frequenties. Hier zijn complexe berekeningen uitgevoerd op bepaalde frequenties waarvan de amplitude in het frequentiespectrum (figuur 9.1) zelfs minder dan $-100 \text{ dBV} = 0,01 \text{ mV}$ is.

In dezelfde grafiek is ook de frequentie van 50 Hertz te zien met een amplitude van $-44 \text{ dBV} = 6,31 \text{ mV}$ waar geen aandacht aan wordt besteed.

In dit rapport is door mij in de conclusie de verklaring gegeven over de zwerfstroompjes die in de grond lopen en de relatie van de aanwezige spectraal componenten welke door onderzoeksbedrijf B zijn omschreven als externe bronnen.

7 Conclusie

[7.2 Zwerfstromen door de grond](#)

[7.2.1 Zwerfstromen door de grond in relatie met frequentie](#)

[7.2.2 Zwerfstromen door de grond in relatie met RWZI](#)

[7.2.3 Zwerfstromen door de grond in relatie met windmolens](#)

[7.2.4 Zwerfstromen die door de grond lopen in relatie met een stal](#)

9.2 Uitwerking locatie bedrijf A

Door onderzoeksbedrijf B is een compleet onderzoek verricht naar de bij de windmolens gebruikte frequenties.

In dit rapport is door mij in de conclusie de verklaring gegeven over de zwerfstroompjes die in de grond lopen en de relatie van de aanwezige spectraal componenten welke door onderzoeksbedrijf B zijn omschreven als externe bronnen.

7 Conclusie

[7.2 Zwerfstromen door de grond](#)

[7.2.1 Zwerfstromen door de grond in relatie met frequentie](#)

[7.2.2 Zwerfstromen door de grond in relatie met RWZI](#)

[7.2.3 Zwerfstromen door de grond in relatie met windmolens](#)

[7.2.4 Zwerfstromen die door de grond lopen in relatie met een stal](#)

9.3 Uitwerking meetwaardes referentie componenten

Door onderzoeksbedrijf B is een compleet onderzoek verricht naar de bij de windmolens gebruikte frequenties.

In dit rapport is door mij in de conclusie de verklaring gegeven over de zwerfstroompjes die in de grond lopen en de relatie van de aanwezige spectraal componenten welke door onderzoeksbedrijf B zijn omschreven als externe bronnen.

7 Conclusie

[7.2 Zwerfstromen door de grond](#)

[7.2.1 Zwerfstromen door de grond in relatie met frequentie](#)

[7.2.2 Zwerfstromen door de grond in relatie met RWZI](#)

[7.2.3 Zwerfstromen door de grond in relatie met windmolens](#)

[7.2.4 Zwerfstromen die door de grond lopen in relatie met een stal](#)

12 Drinkwatervoorziening

Door onderzoeksbedrijf B is 1 meting gedaan in de stal tussen de roostervloer en het water in de drinkbak.

De metingen die uitgevoerd zijn geven een beeld van de aanwezige spanningen van elke frequentie in het frequentiespectrum en geven een beeld van de spanning op het water ten opzichte van de roostervloer.

Om een stroomdoorgang door een koe te kunnen bepalen dient er bij een meting een "kunstkoe" te worden gebruikt die de inwendige weerstand van een koe simuleert. Wanneer deze over de meting wordt geplaatst kan eenvoudig de stroomdoorgang door een koe worden uitgerekend.

Met deze meting kan geen relatie met een stroomdoorgang door een koe worden bepaald.

De metingen aan de drinkwatervoorzieningen zijn door mij omschreven in de conclusie

7 Conclusie

7.3 Onverklaarbare gebeurtenissen op bedrijf A

7.3.30 Koeien drinken niet uit waterbakken

14 Oorspronkelijke situatie

Door onderzoeksbedrijf B zijn op het bedrijf A maatregelen getroffen om verbetering in de situatie tot stand te brengen. Als één van de eerste maatregelen is een netfilter geplaatst.

14.1 Common Mode metingen

Door onderzoeksbedrijf B zijn netmetingen uitgevoerd op de elektrische installatie. Hierbij worden de door hem met name de werkfrequentie van de zonnepanelen uitgewerkt en getoond.

Vanuit deze metingen en zijn filosofie wordt het netfilter geplaatst.

Waar het naar mijn idee om de spanning die door de aanwezige common mode stromen op de aardingsinstallatie worden gezet voldoende vermogen hebben om spanning in een stal te genereren waarop een koe zou kunnen reageren.

Persoonlijk ben ik de spanningen die vanuit de door onderzoeksbedrijf B beredeneerde common mode stromen nog nooit tegengekomen in een stal.

Daarom heb ik de uitwerking van de door hem geplaatste filters bij een bedrijf ook nog nooit kunnen verklaren. Om de uitwerking qua spanningen en de stromen in de stal te beoordelen zou Door onderzoeksbedrijf B daar juist een aanvullend onderzoek naar moeten verrichten. Dan kan ook pas worden beoordeeld welke stroomdoorgang door een koe door het plaatsen van het netfilter wordt verminderd.

14.2 Net na plaatsing filter

Voor en na plaatsing van het netfilter zijn metingen uitgevoerd om met name in het frequentiespectrum de afname van common mode stromen te laten zien.

14.3 Power Quality metingen

Power quality metingen worden uitgevoerd om de beoordelen of de netkwaliteit voldoet aan de daarvoor gestelde eisen.

14.4 Nul-aarde spanning

Tijdens het onderzoek is door onderzoeksbedrijf B een meting gedaan tussen de nul en aarde. Hiervan zijn de metingen weergegeven in grafieken.

Het positieve van deze meting is dat er een spanning tussen nul en aarde te meten is hetgeen niet duidt op een nul-aarde fout.

16 Koe data

In het rapport zijn in een tabel de uitgevoerde acties omschreven om verbetering in de bedrijfsresultaten te verkrijgen.

Door onderzoeksbedrijf B zijn uitwerkingen gedaan door relaties te leggen tussen bepaalde natuurlijke omstandigheden en de melkgift van koeien.

Hierover kan door mij geen oordeel over worden gegeven.

8.2 Rapport spanningskwaliteit RWZI

Door Stedin is een spanningskwaliteit meting uitgevoerd bij de RWZI op aardelektrode overdrachtspunt MSR 107008018.

Vanuit een meting op het gebied van spanningskwaliteit kunnen geen gegevens worden herleid op het gebied van zwerfspanningen in relatie met stroomdoorgang door vee.

8.3 Rapport spanningskwaliteit bedrijf A

Door Stedin is een spanningskwaliteit meting uitgevoerd bij aardelektrode van de stal en aardelektrode MSR 107008031

Vanuit een meting op het gebied van spanningskwaliteit kunnen geen gegevens worden herleid op het gebied van zwerfspanningen in relatie met stroomdoorgang door vee.

8.4 Rapport spanningskwaliteit bedrijf A

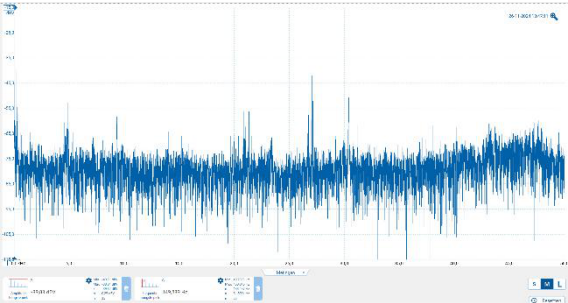
Door Stedin is een spanningskwaliteit meting uitgevoerd bij HAK/ overdrachtspunt klant, MSR 107008031

Vanuit een meting op het gebied van spanningskwaliteit kunnen geen gegevens worden herleid op het gebied van zwerfspanningen in relatie met stroomdoorgang door vee.

Bijlages metingen

Van de metingen kan met de picoscoop tegelijk een grafiek worden getoond van frequentiedomein en van het tijdsdomein.

Frequentiedomein



Aanpassen naar dBv

Het frequentiespectrum geeft aan welke frequenties aanwezig zijn en met welke sterkte.
Met de meter kan de frequentie aan met de hoogste gemeten piekspanning worden getoond.
Van deze frequentie met de hoogst gemeten piekspanning wordt de amplitude (Spanning) getoond.
De weergave van deze amplitude van de hoogste piek wordt in dBV aangegeven.

De dBV waarde die in de grafiek wordt getoond kan volgens onderstaande tabel worden uitgedrukt in een spanning in milli Volts (mV).

Omrekentabel dBV naar relatieve spanning in milli Volts							
dBV	Spanning mV	dBV	Spanning mV	dBV	Spanning mV	dBV	Spanning mV
-1	891,25	-26	50,12	-51	2,82	-76	0,16
-2	794,33	-27	44,67	-52	2,51	-77	0,14
-3	707,95	-28	39,81	-53	2,24	-78	0,13
-4	630,96	-29	35,48	-54	2,00	-79	0,11
-5	562,34	-30	31,62	-55	1,78	-80	0,10
-6	501,19	-31	28,18	-56	1,58	-81	0,09
-7	446,68	-32	25,12	-57	1,41	-82	0,08
-8	398,11	-33	22,39	-58	1,26	-83	0,07
-9	354,81	-34	19,95	-59	1,12	-84	0,06
-10	316,23	-35	17,78	-60	1,00	-85	0,06
-11	281,84	-36	15,85	-61	0,89	-86	0,05
-12	251,19	-37	14,13	-62	0,79	-87	0,04
-13	223,87	-38	12,59	-63	0,71	-88	0,04
-14	199,53	-39	11,22	-64	0,63	-89	0,04
-15	177,83	-40	10,00	-65	0,56	-90	0,03
-16	158,49	-41	8,91	-66	0,50	-91	0,03
-17	141,25	-42	7,94	-67	0,45	-92	0,03
-18	125,89	-43	7,08	-68	0,40	-93	0,02
-19	112,20	-44	6,31	-69	0,35	-94	0,02
-20	100,00	-45	5,62	-70	0,32	-95	0,02
-21	89,13	-46	5,01	-71	0,28	-96	0,02
-22	79,43	-47	4,47	-72	0,25	-97	0,01
-23	70,79	-48	3,98	-73	0,22	-98	0,01
-24	63,10	-49	3,55	-74	0,20	-99	0,01
-25	56,23	-50	3,16	-75	0,18	-100	0,01

Tijddomein

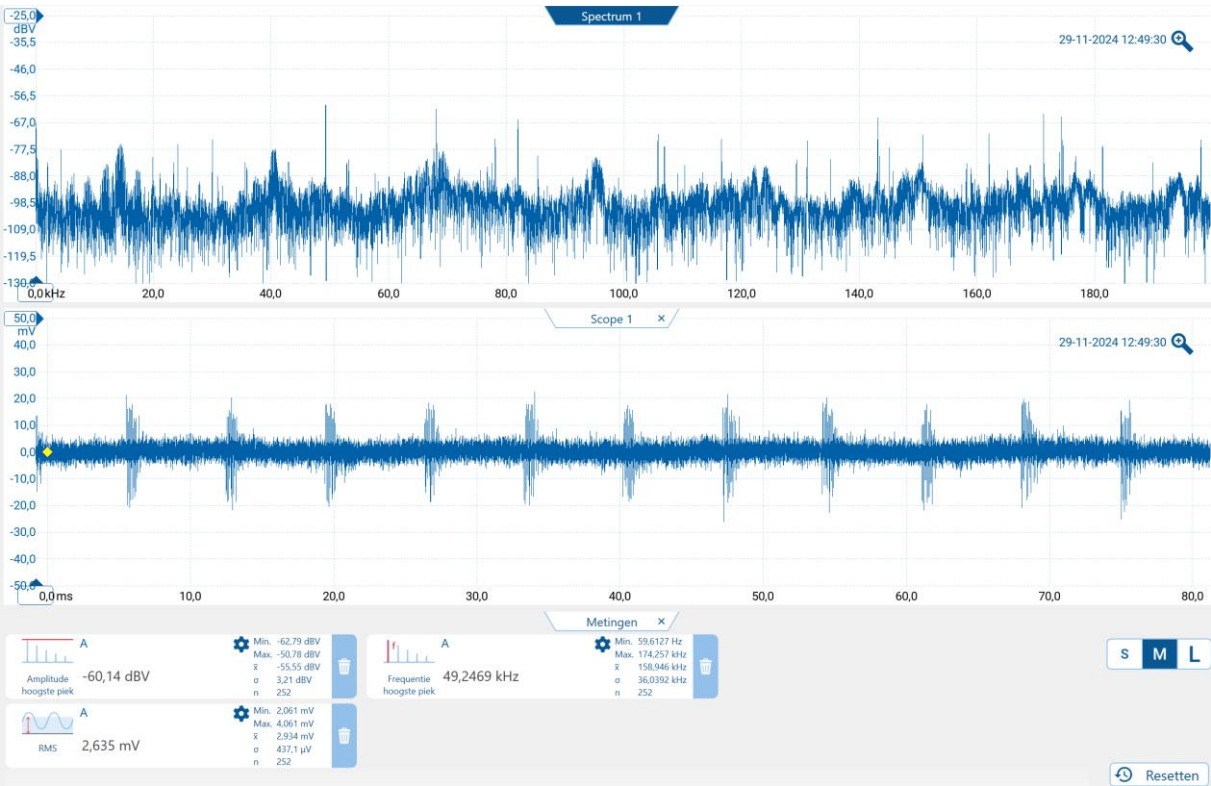


Tijddomein

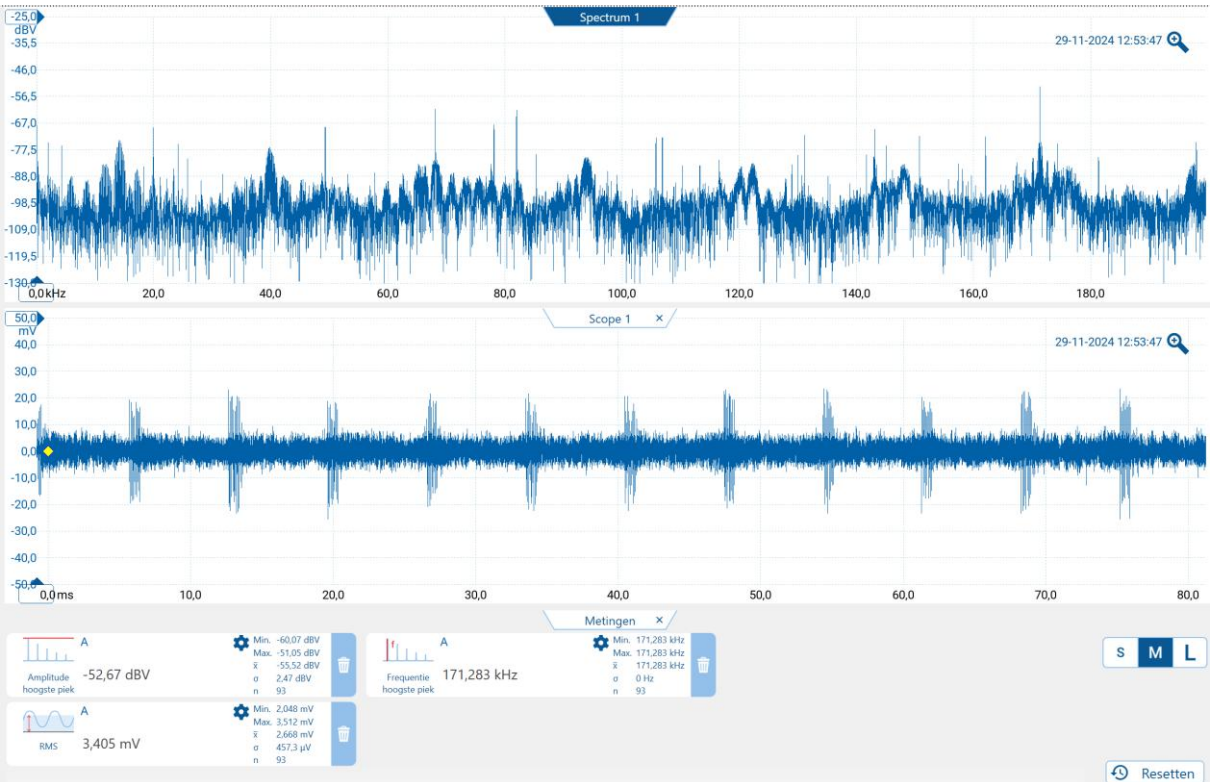
Vanuit de meting die in het tijdsdomein (scope) is uitgevoerd geeft de meter de bijbehorende RMS-spanning aan. De metingen in dit rapport zijn allemaal aangegeven als de maximale RMS-waarde die de meter aangeeft.

Bijlage 2.4 Uitkomst metingen bij verschillende interne weerstanden koe

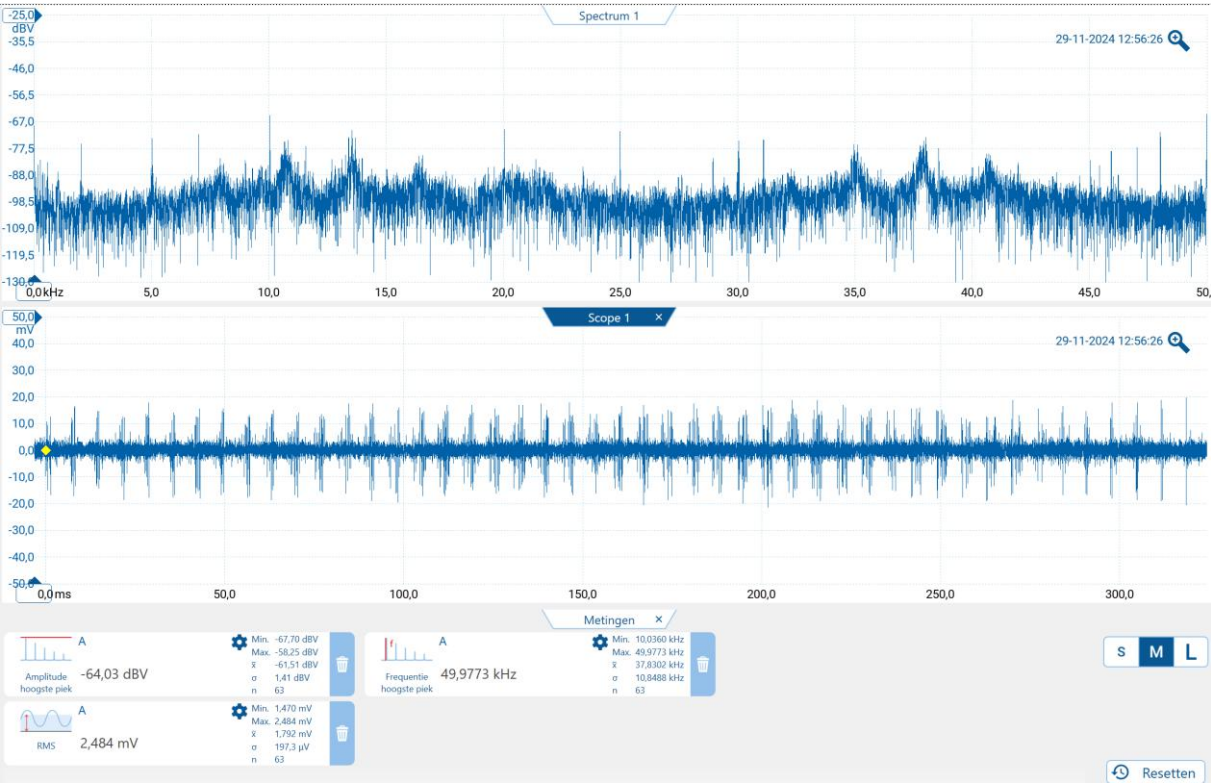
Gemeten stapspanning op 5 meter afstand zonder “kunstkoe” frequentiedomein 0 tot 200 kHz



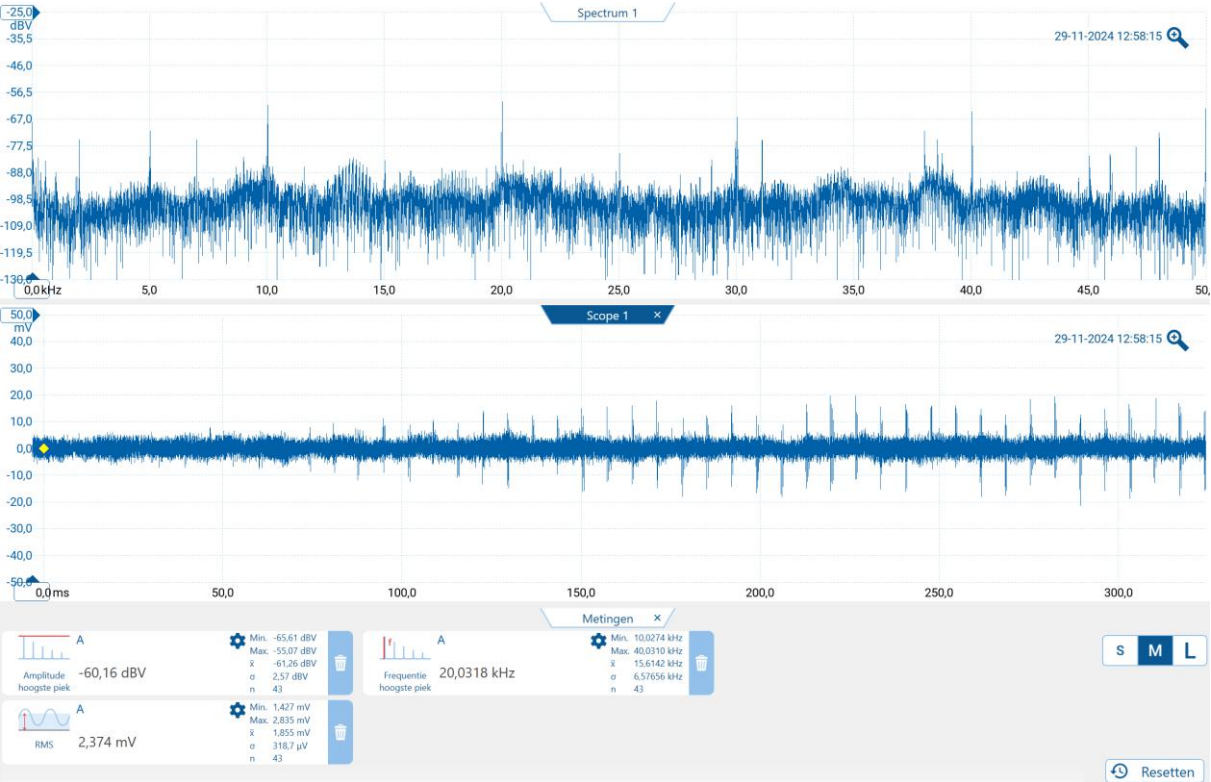
Gemeten stapspanning op 5 meter afstand met “kunstkoe 3000 Ohm” frequentiedomein 0 tot 200 kHz



Gemeten stapspanning op 5 meter afstand met “kunstkoel” 3000 Ohm frequentiedomein 0 tot 50 kHz



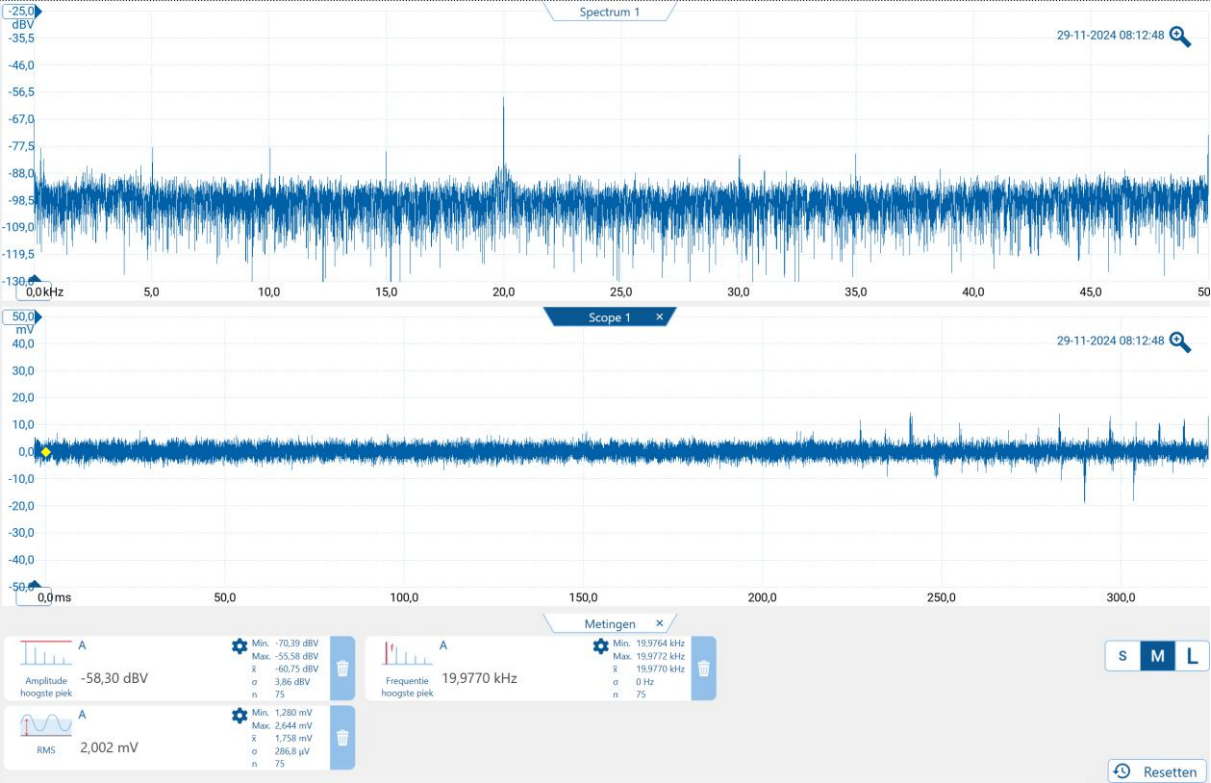
Gemeten stapspanning op 5 meter afstand met “kunstkoel” 1500 Ohm frequentiedomein 0 tot 50 kHz



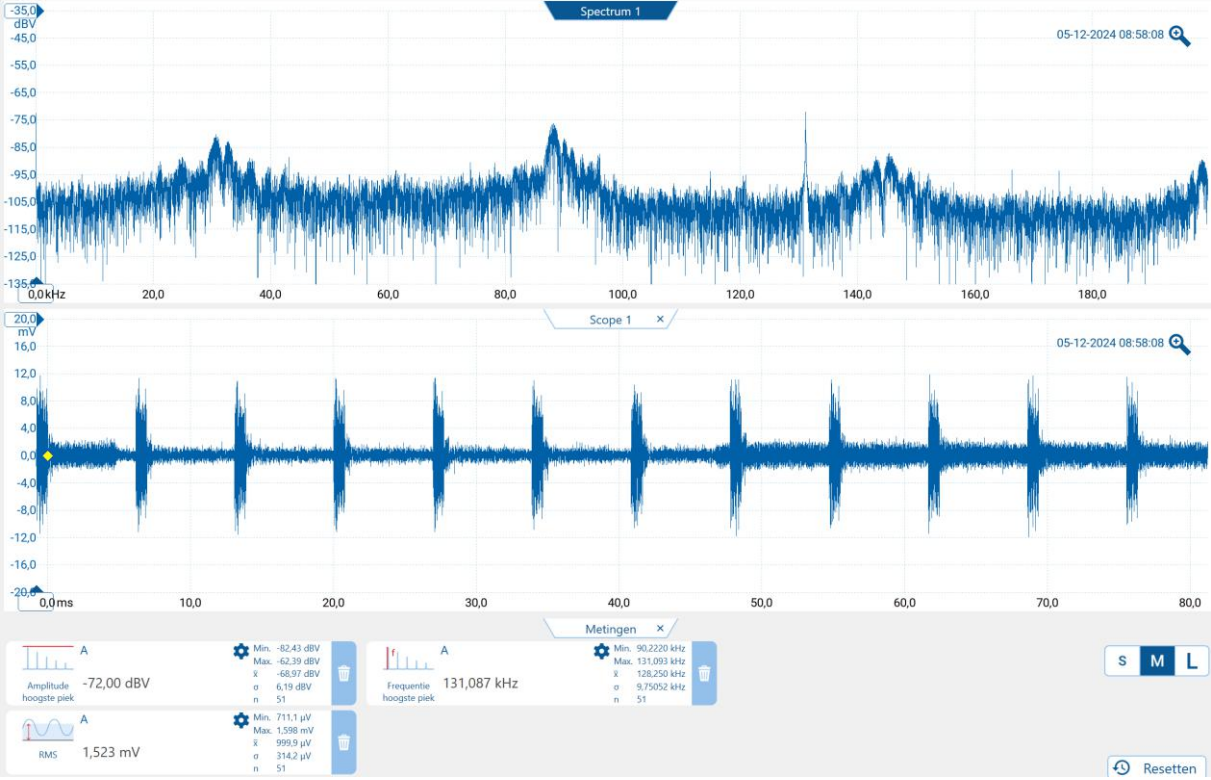
Bijlage 3 Metingen zwerfspanningen bedrijf A

Bijlage 3.1 Carrousel De Laval
Bijlage 3.1.1 Meting aanraakspanningen in carrousel

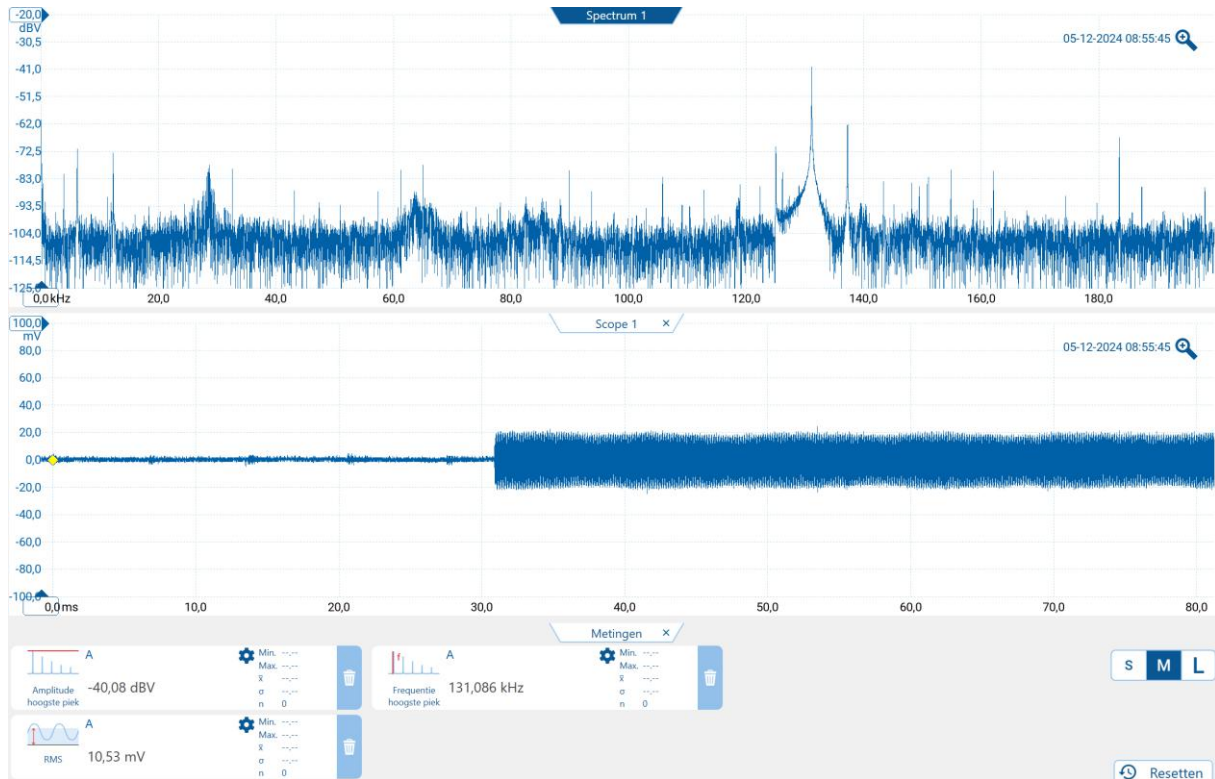
Spanningsmeting tussen frame carrousel / metalen vloer carrousel



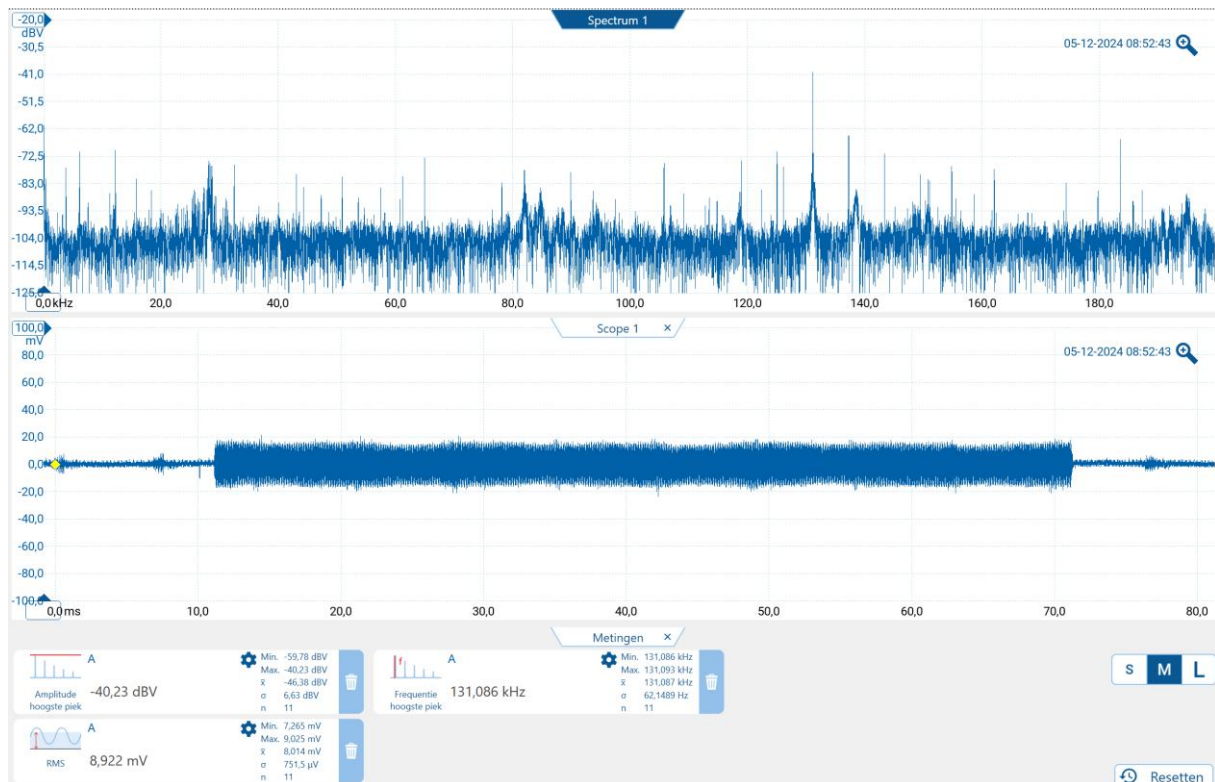
Spanningsmeting tussen frame carrousel / metalen vloer carrousel



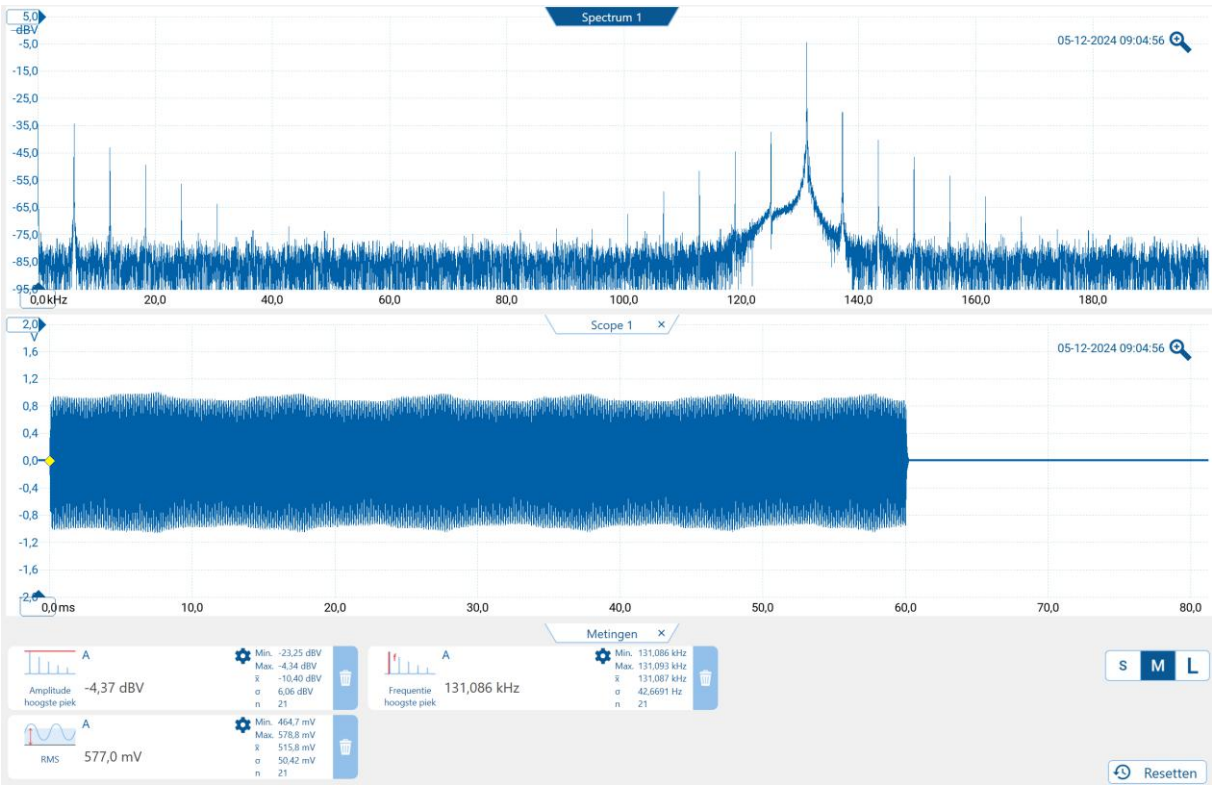
Spanningsmeting tussen frame carrousel / constructie buitenring



Spanningsmeting tussen metalen vloer carrousel / betonvloer bij ingang carrousel

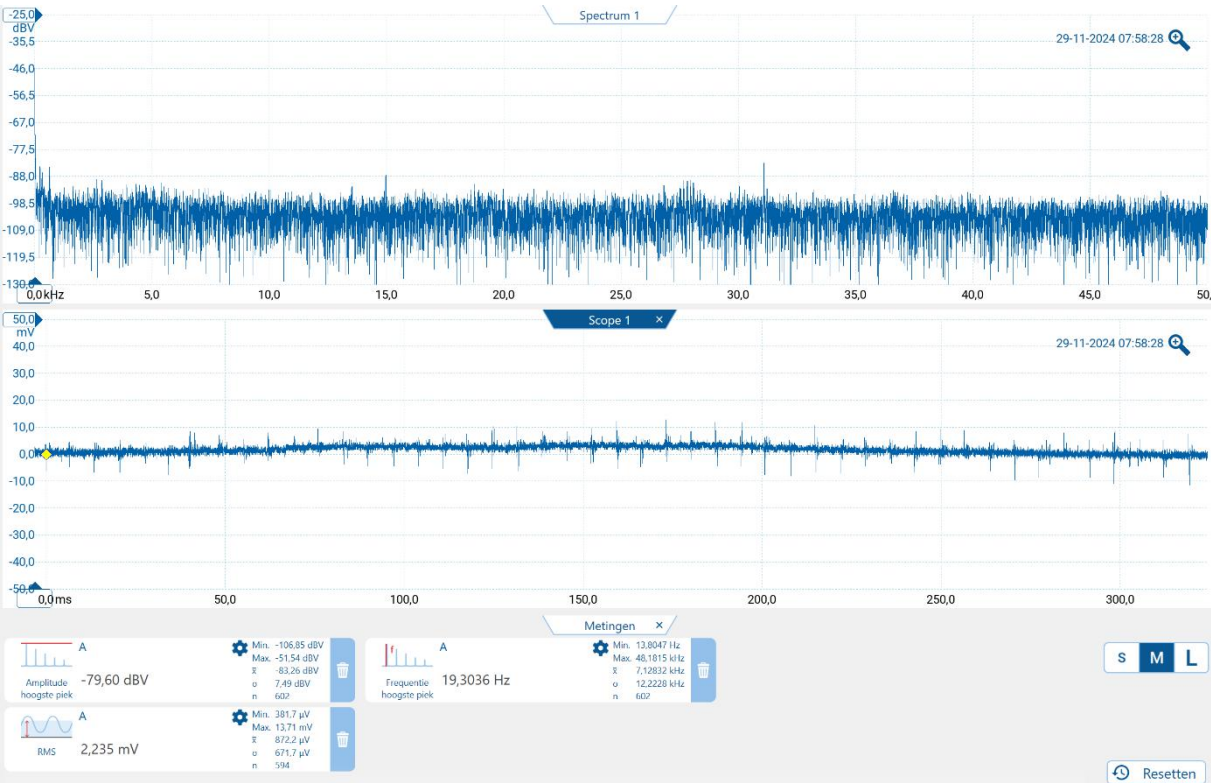


Spanningsmeting tussen constructie koeherkenning / roostervloer

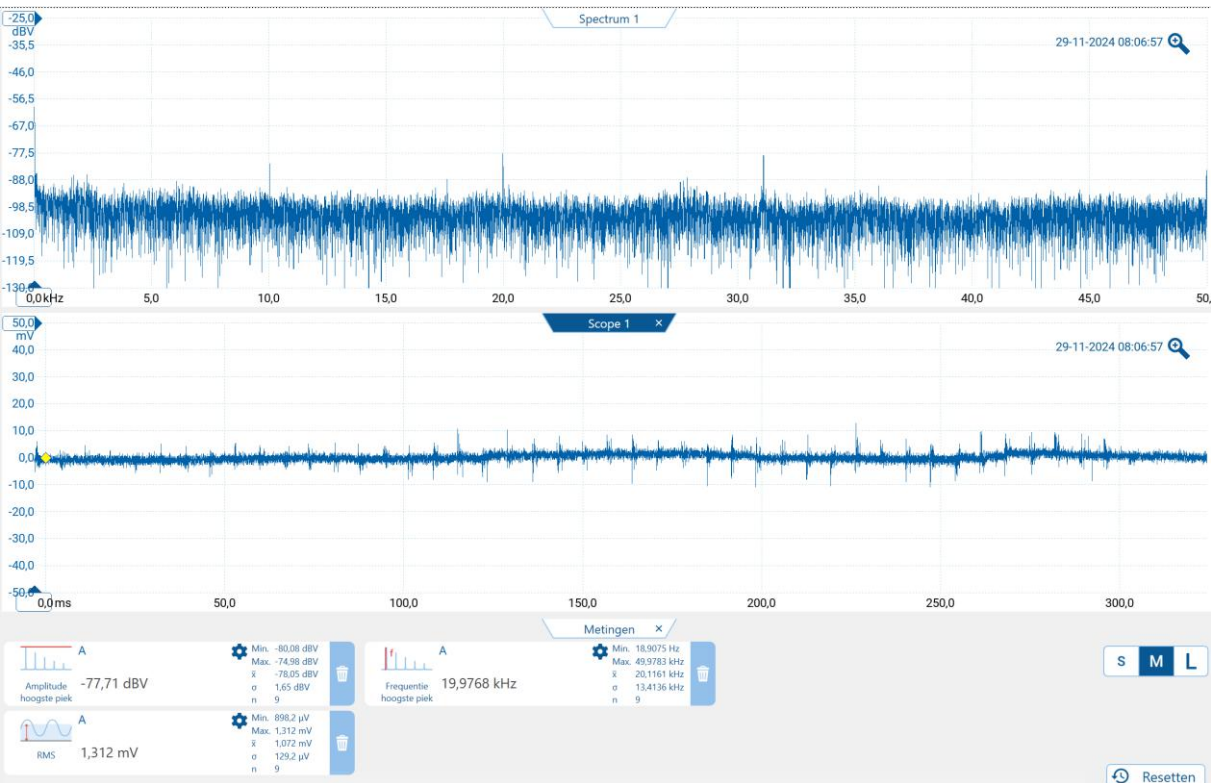


Bijlage 3.1.3 Metingen afname systeem met melkmeters

Spanningsmeting tussen frame carrousel / melkstel aan koe op stand 19



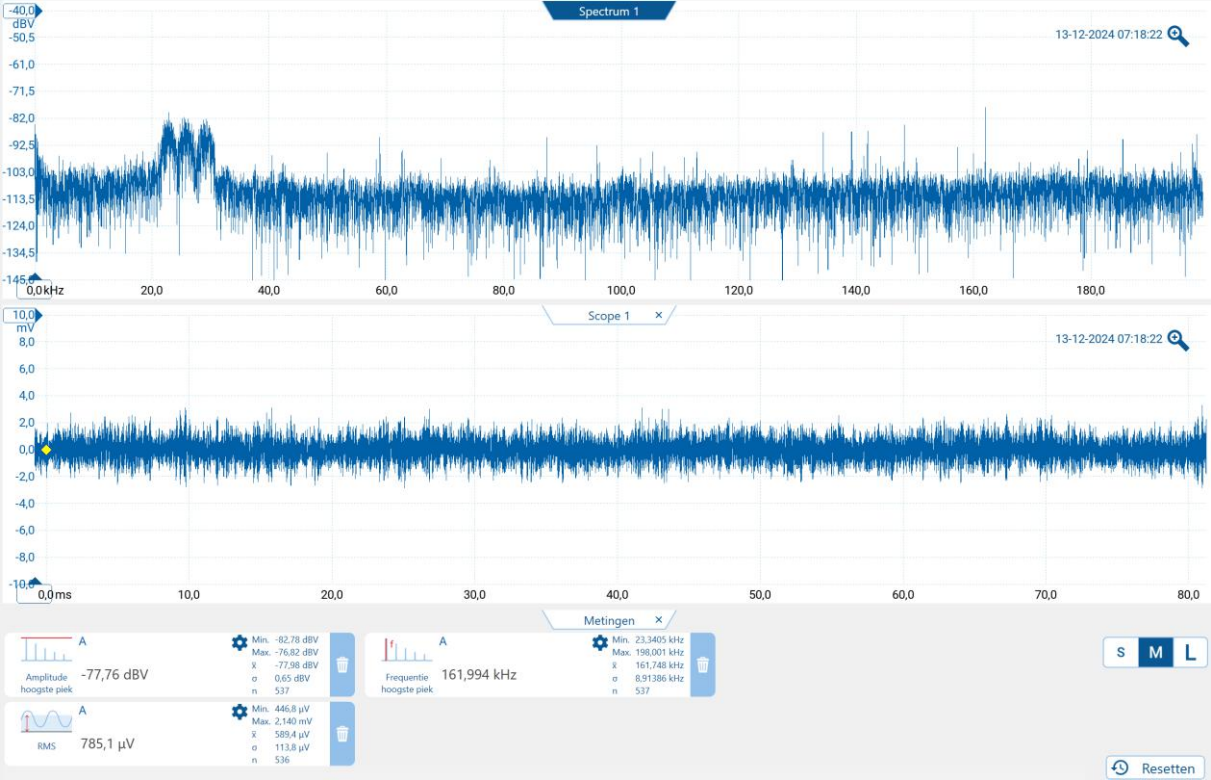
Spanningsmeting tussen frame carrousel / melkstel aan koe op stand 2



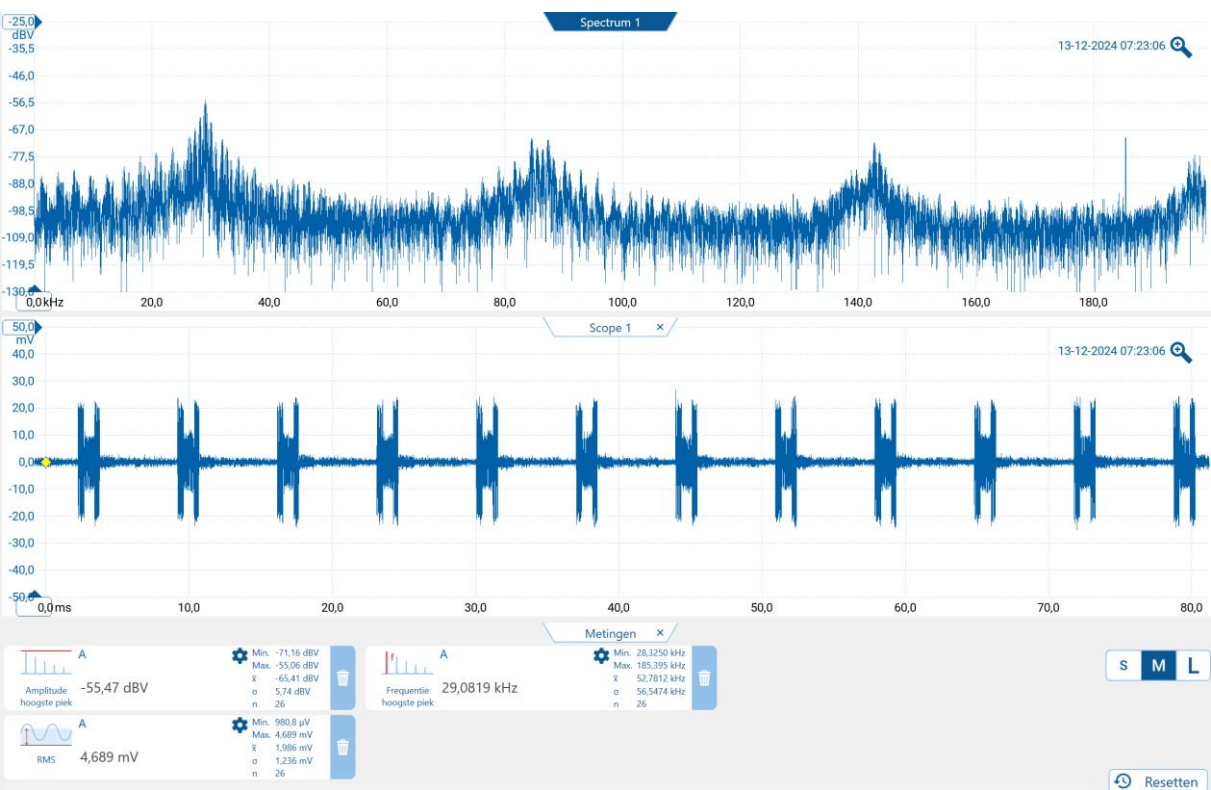
Bijlage 3.3 Stal

Bijlage 3.3.1 Meting aanraakspanningen stal

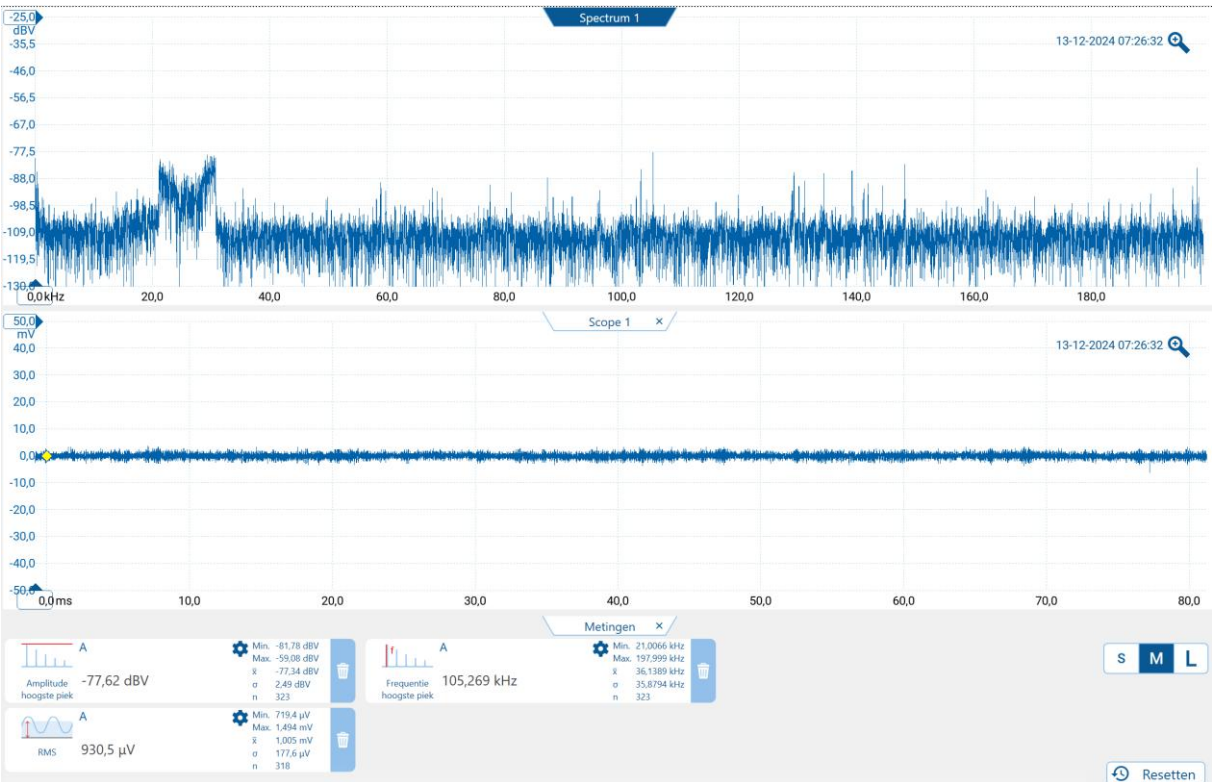
1 Spanningsmeting tussen voerhek /roostervloer



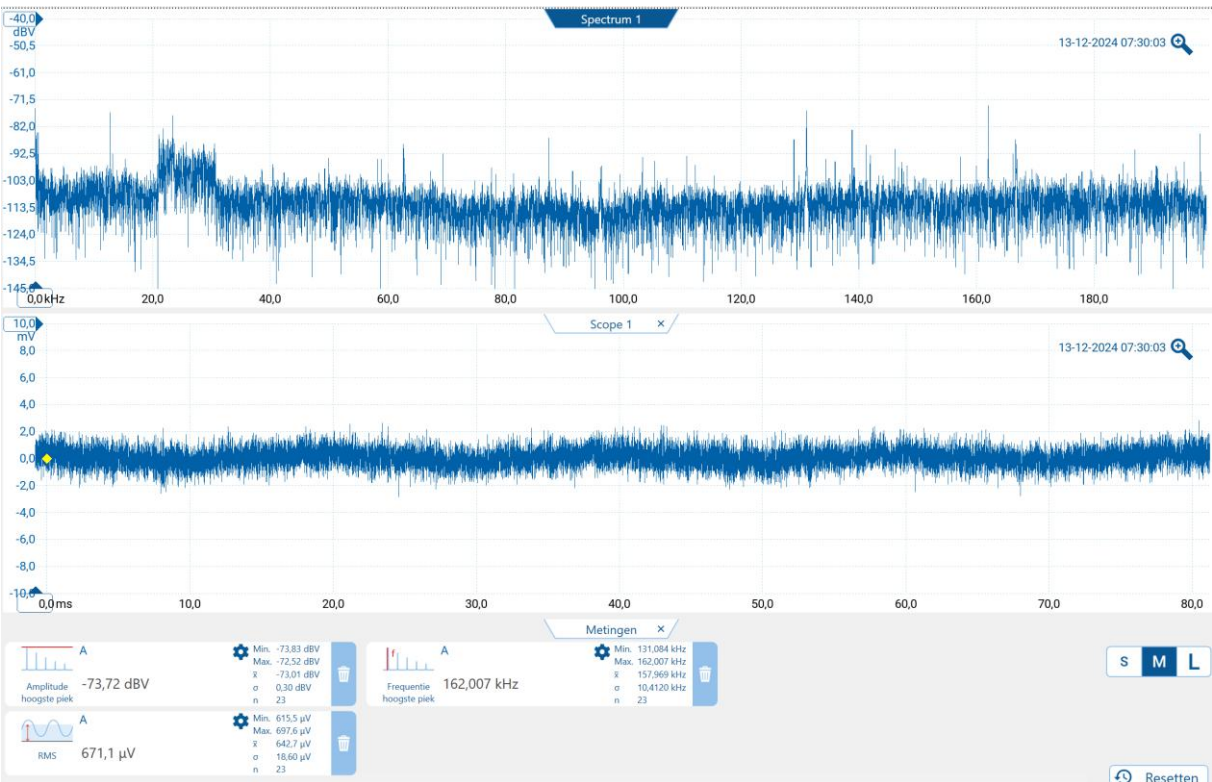
2 Spanningsmeting tussen Ligbox /roostervloer



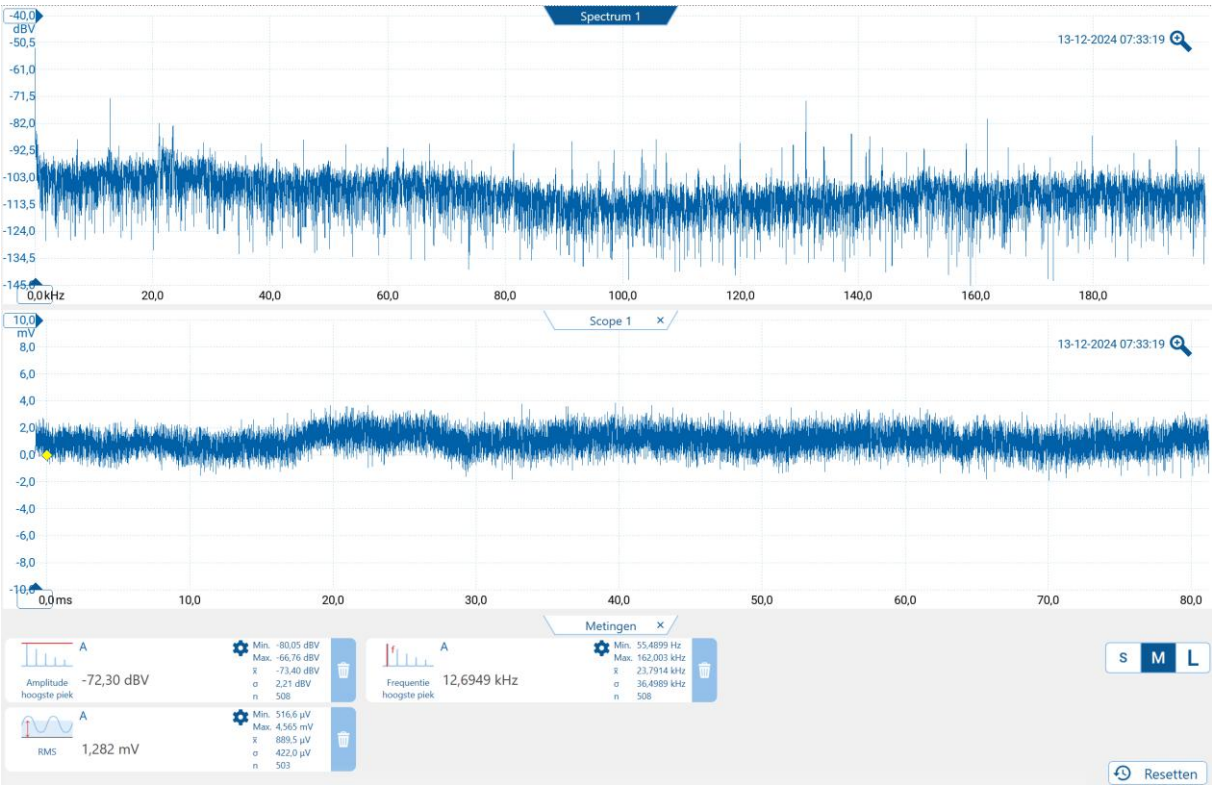
3 Spanningsmeting tussen drinkbak /roostervloer



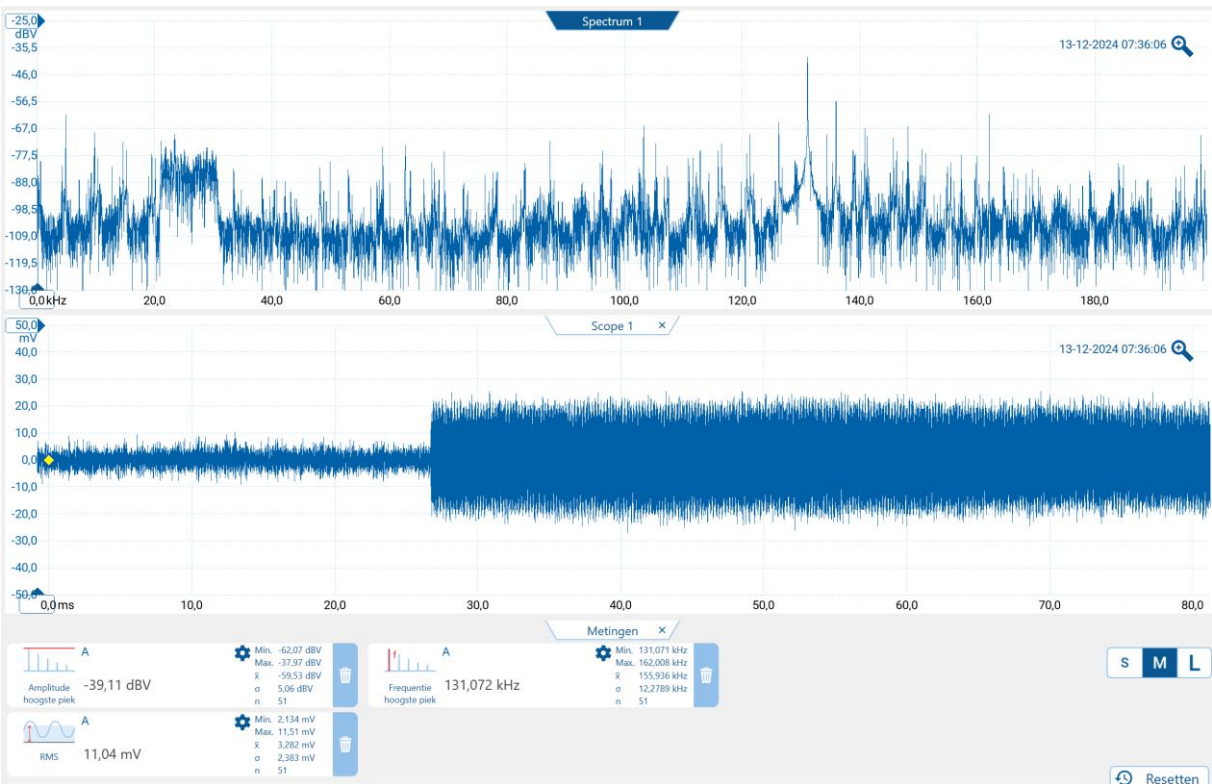
4 Spanningsmeting tussen drinkbak /roostervloer



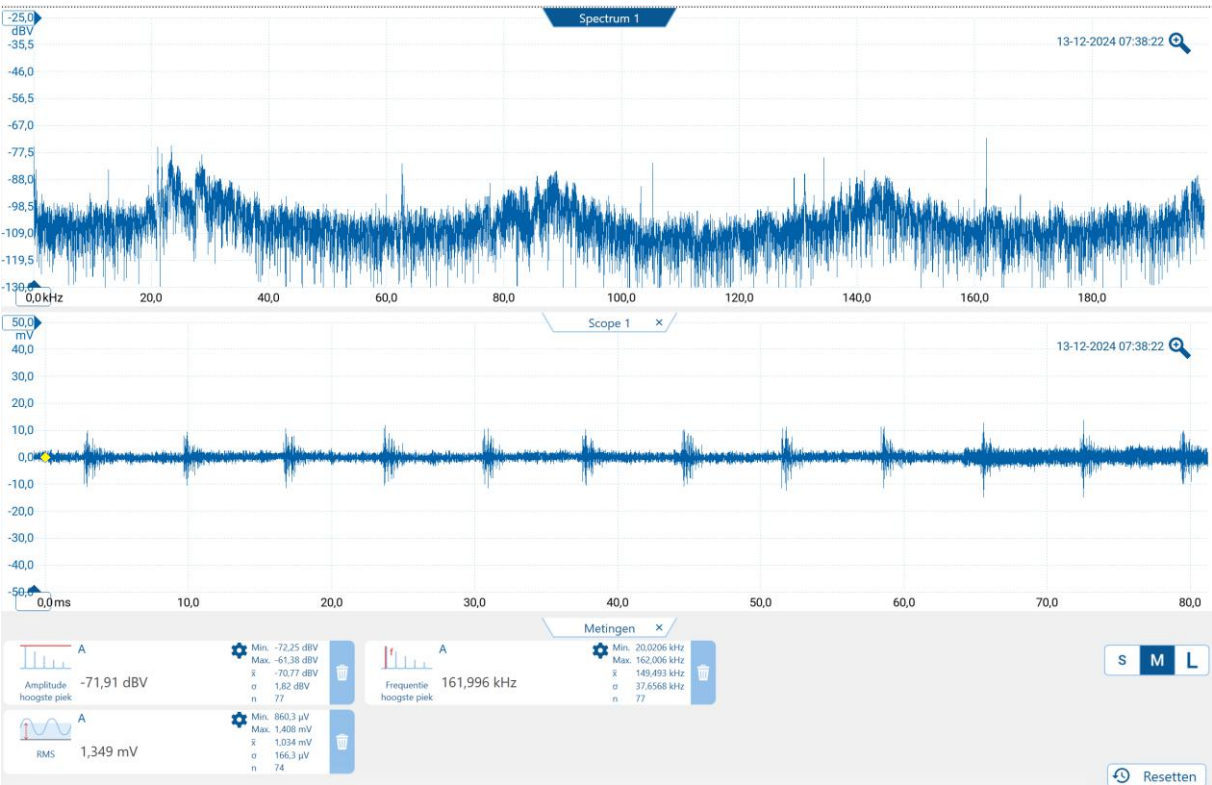
5 Spanningsmeting tussen voerhek /roostervloer



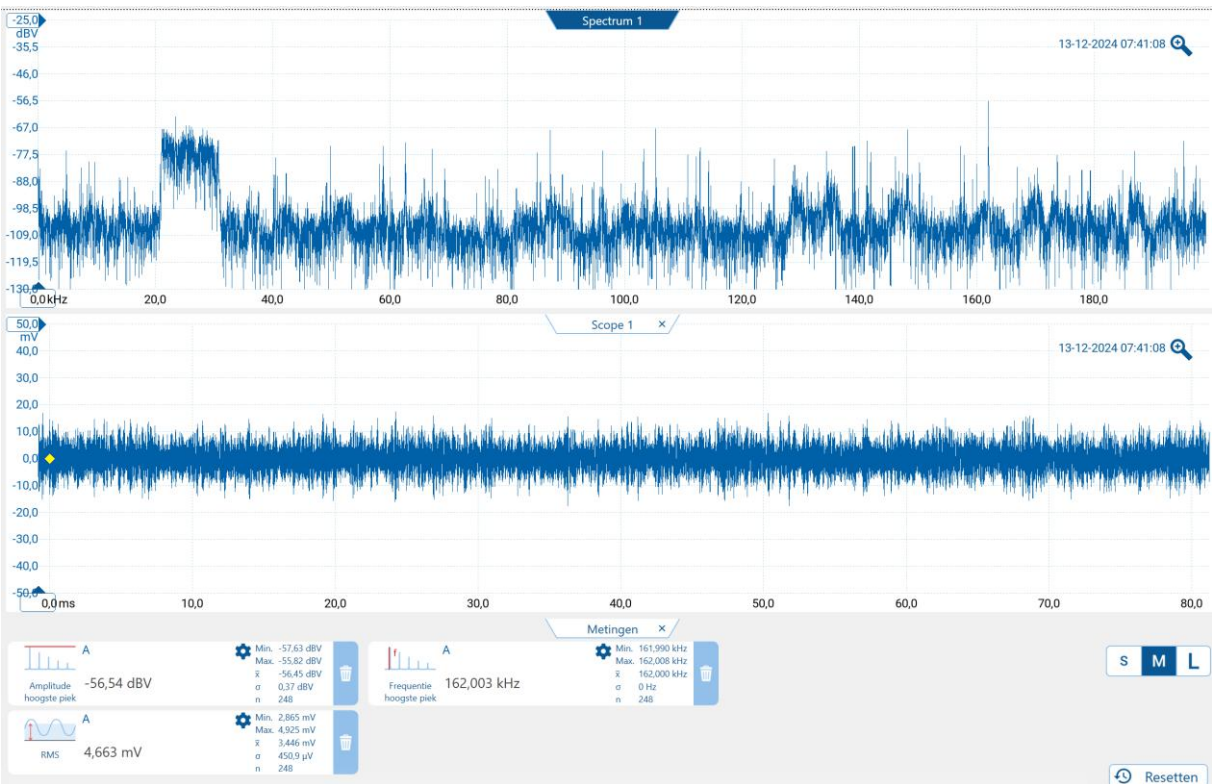
6 Spanningsmeting tussen voerbox /roostervloer



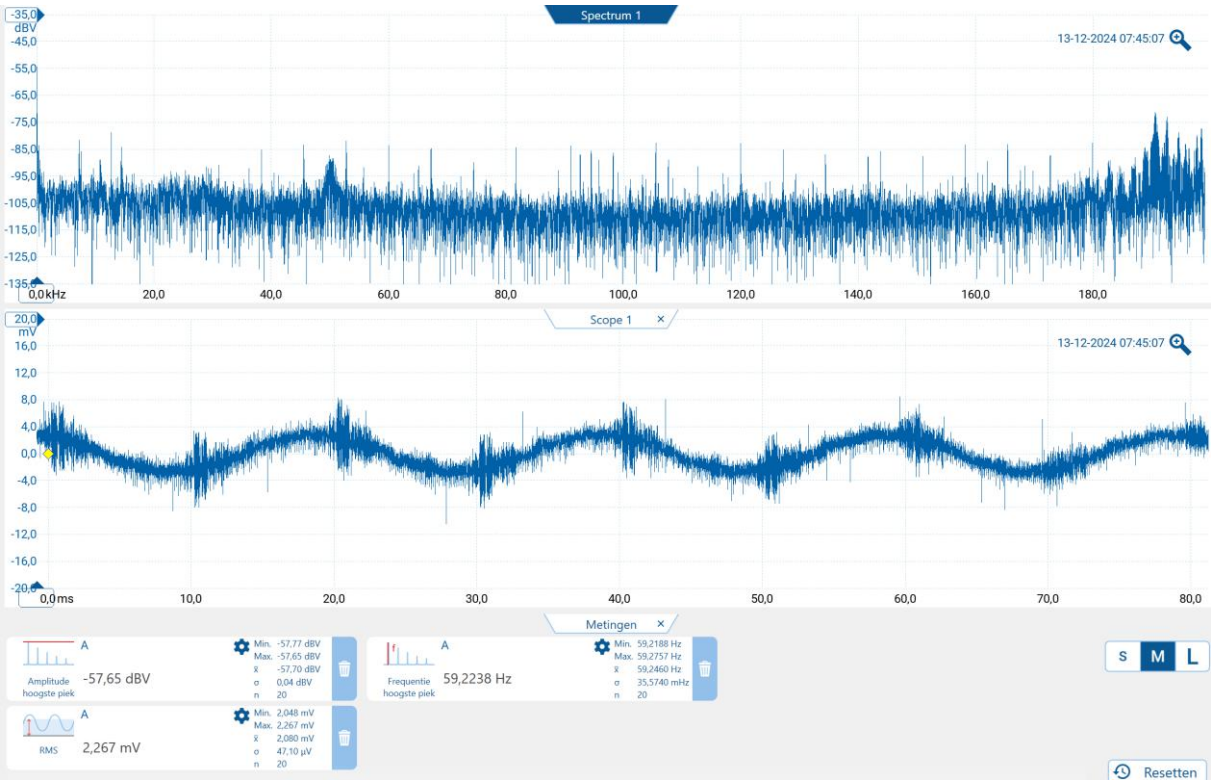
7 Spanningsmeting tussen drinkbak /roostervloer



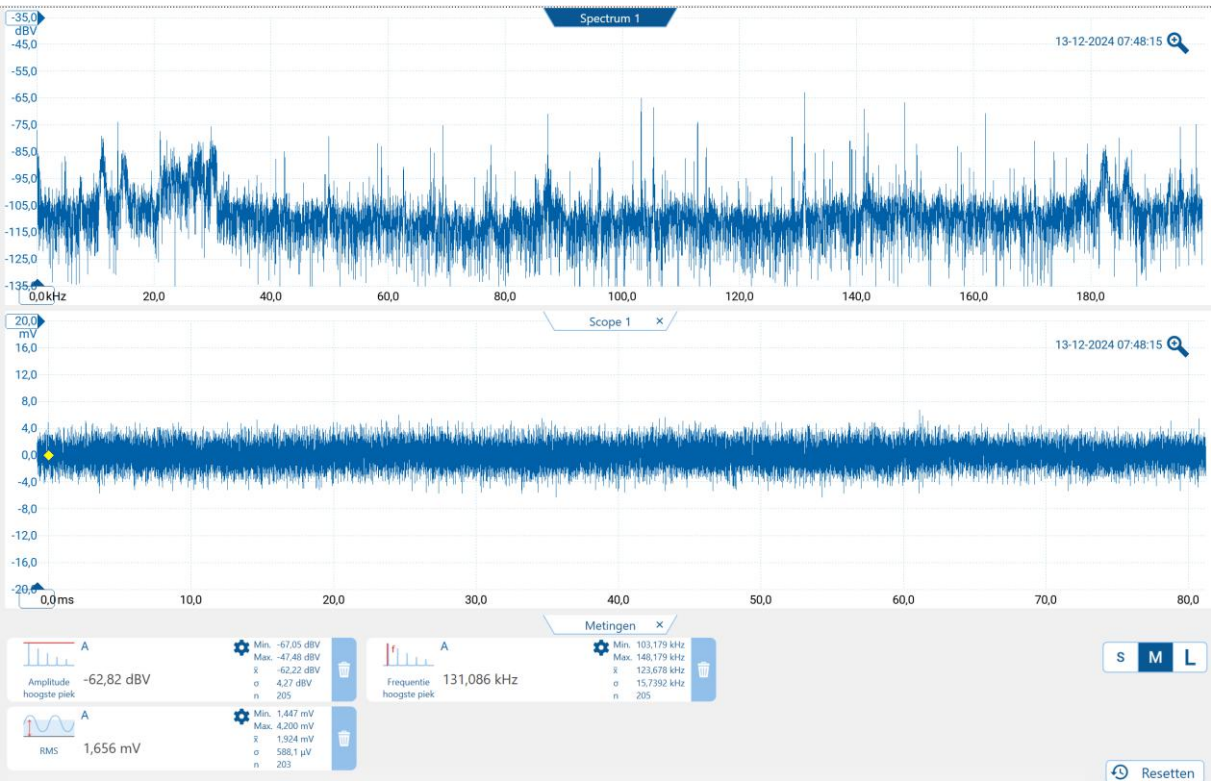
8 Spanningsmeting tussen ligbox /roostervloer



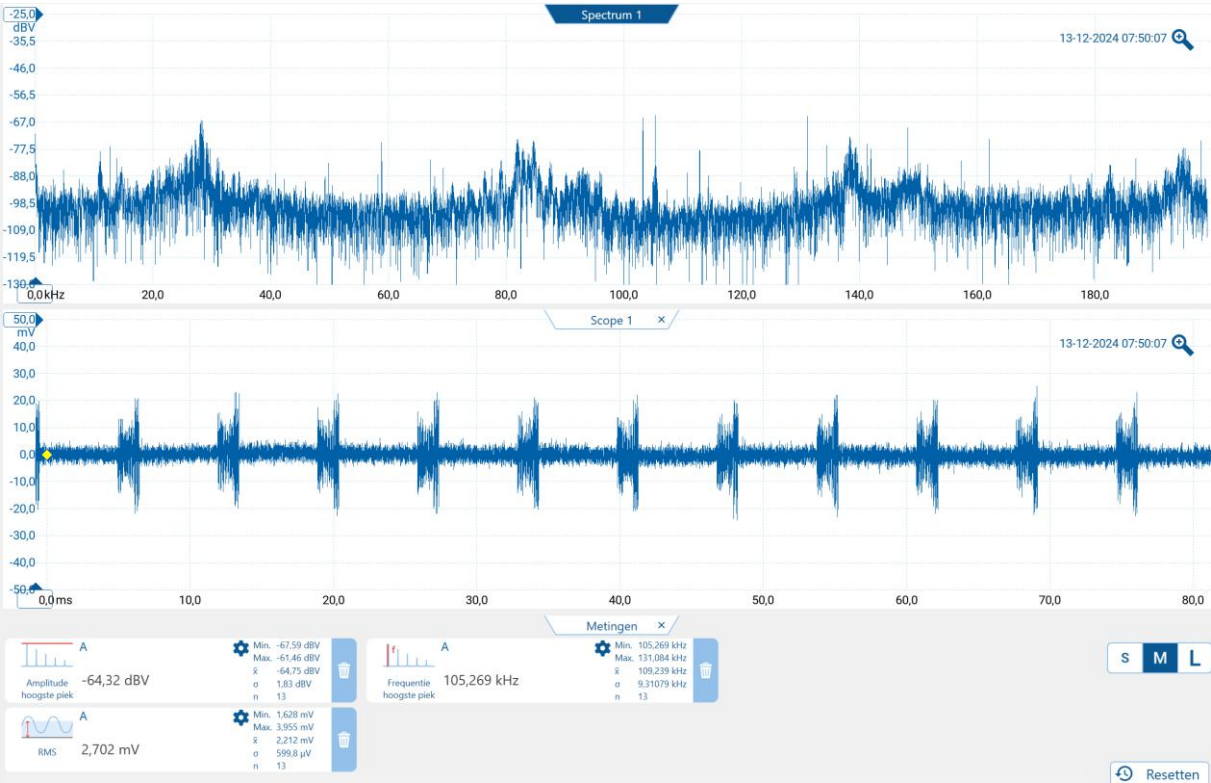
9 Spanningsmeting tussen waterbak /roostervloer



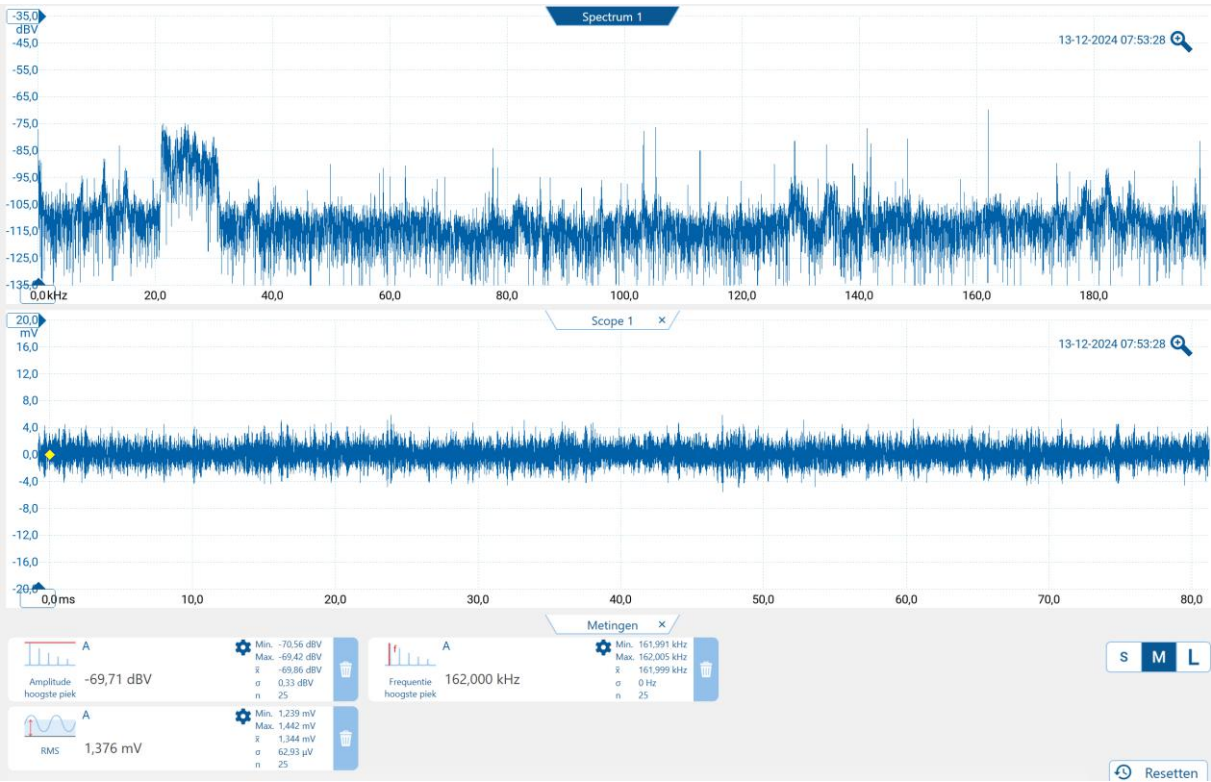
10 Spanningsmeting tussen waterbak /roostervloer



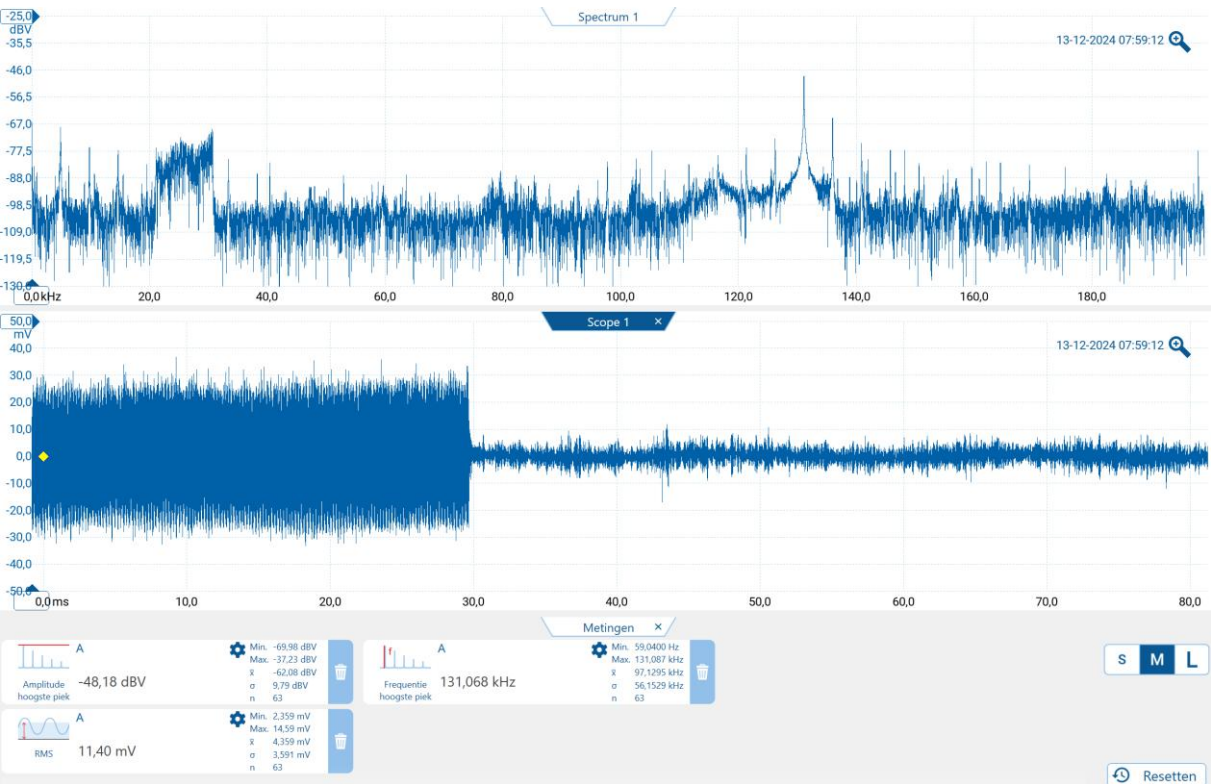
11 Spanningsmeting tussen ligbox /roostervloer



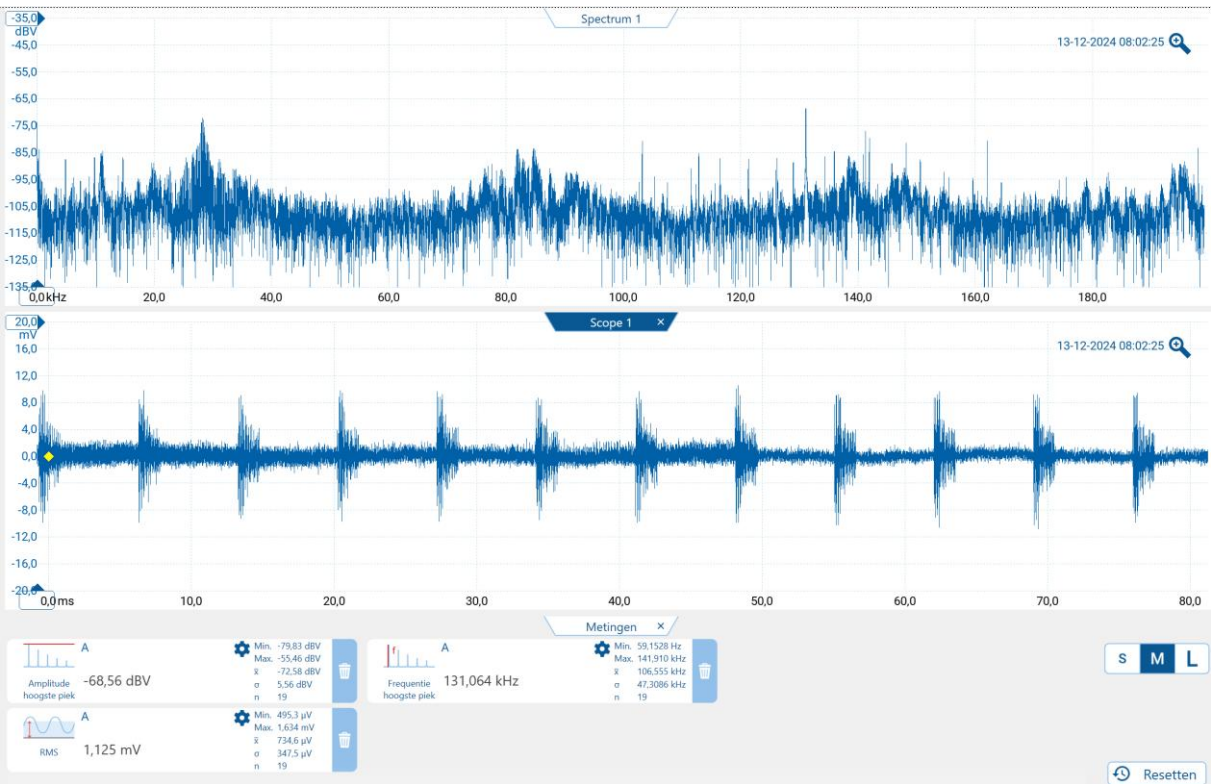
12 Spanningsmeting tussen voerhek /roostervloer



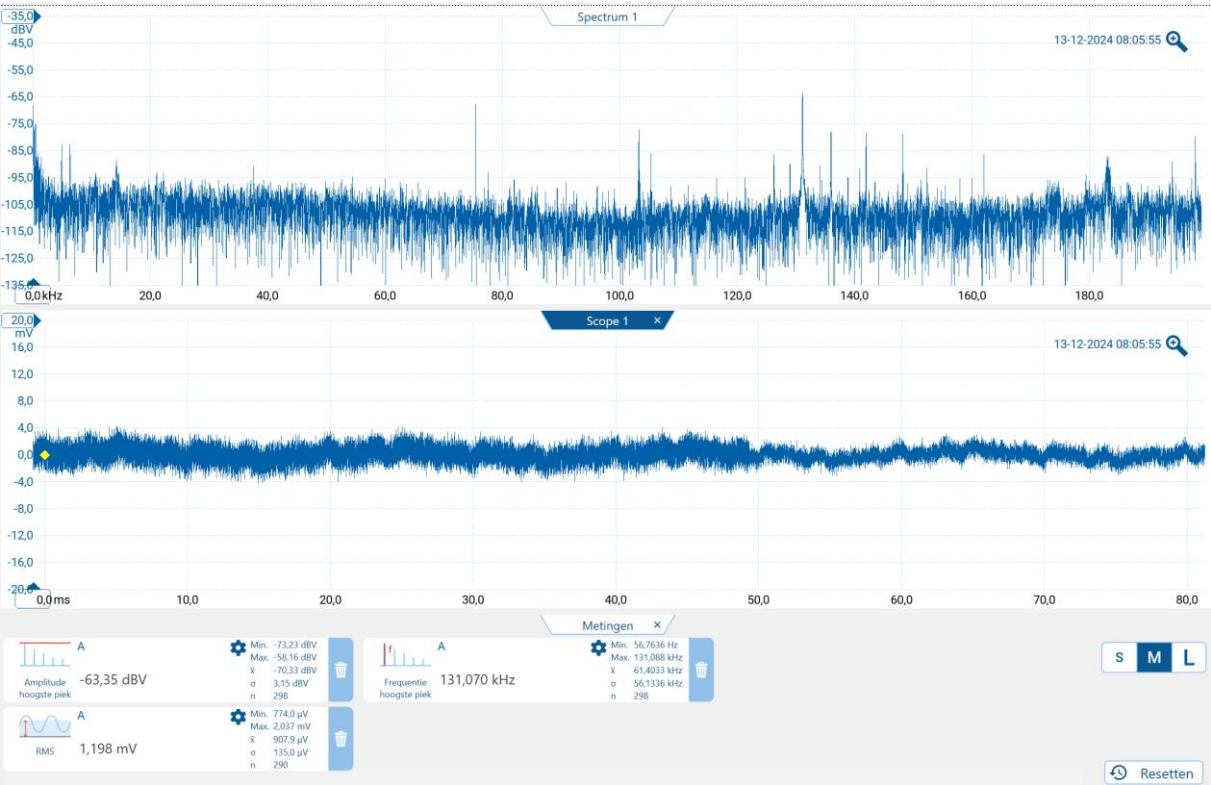
13 Spanningsmeting tussen voerbox /roostervloer



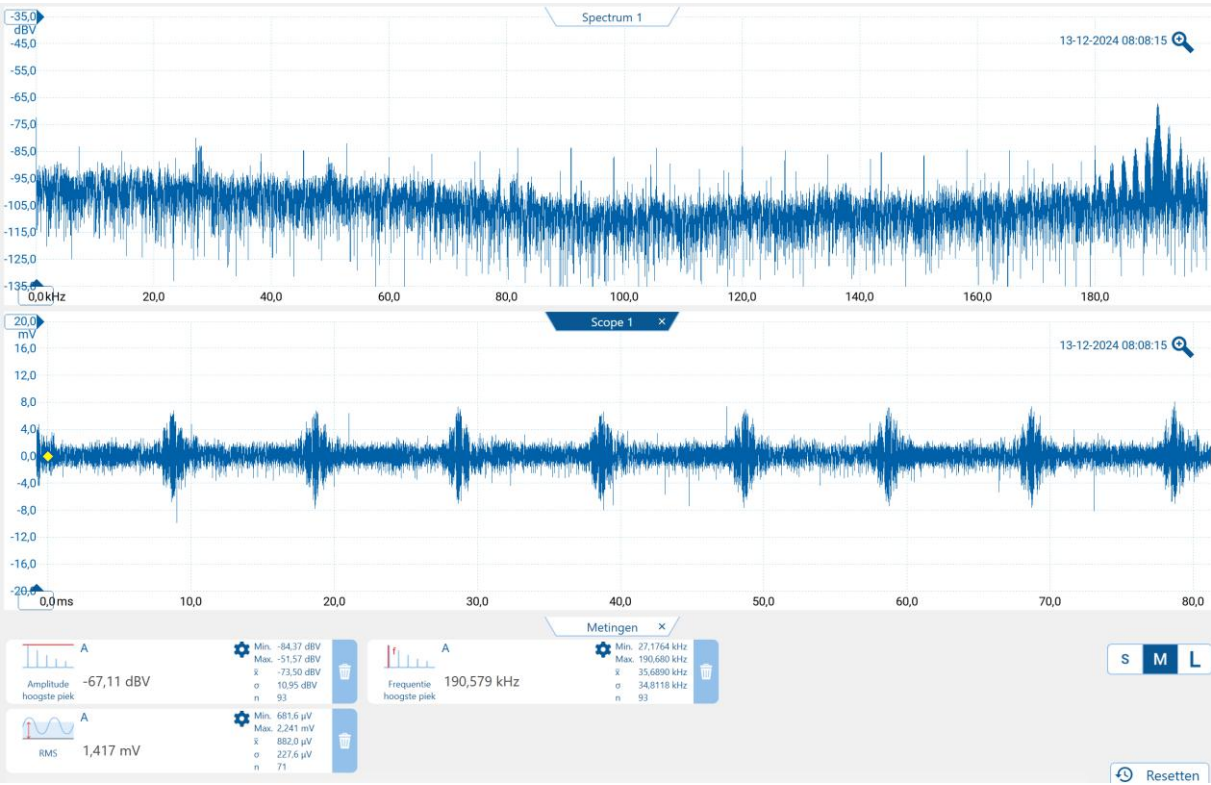
14 Spanningsmeting tussen waterbak /roostervloer



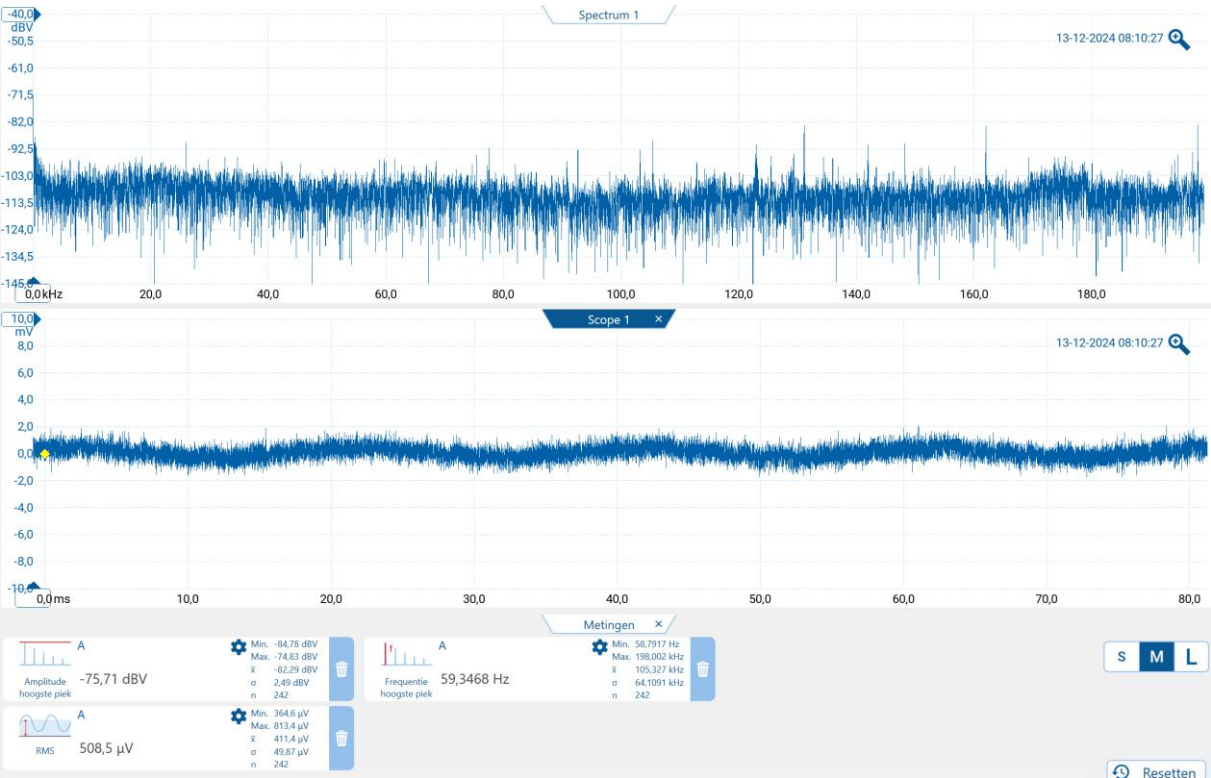
15 Spanningsmeting tussen ligbox en waterbak /roostervloer



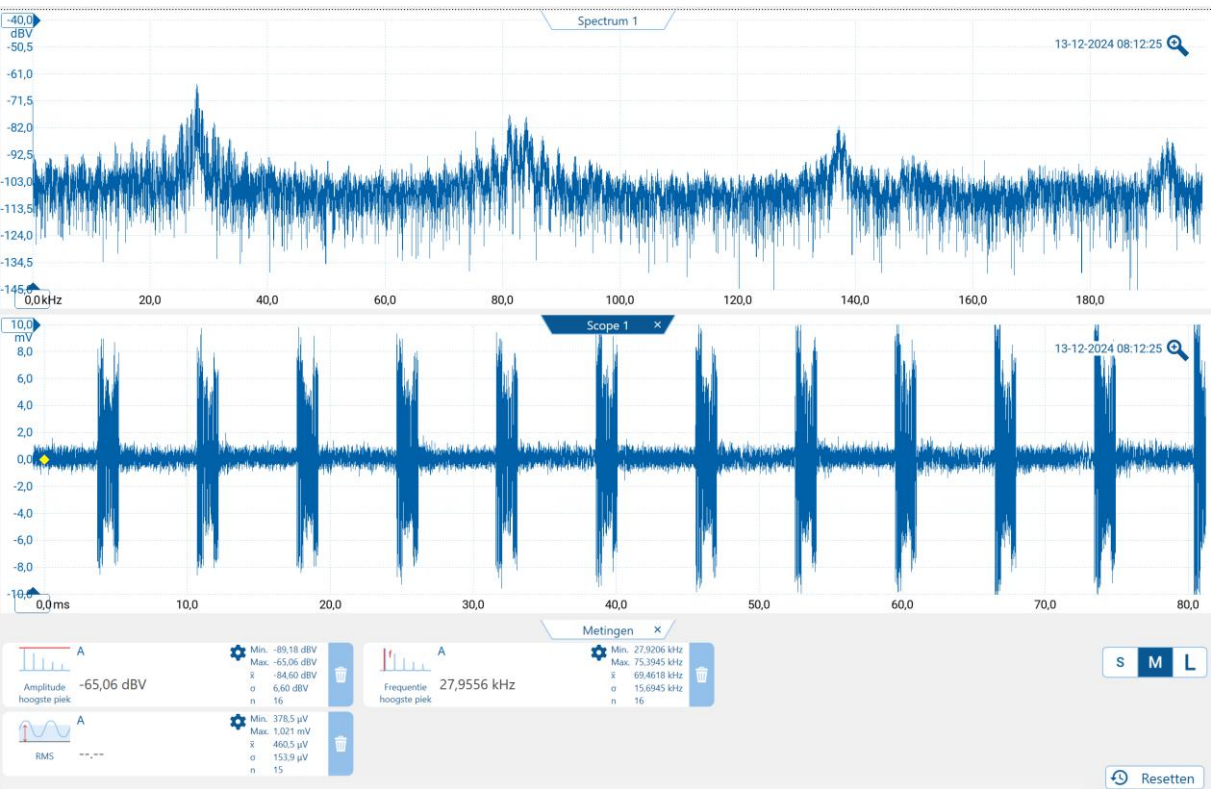
16 Spanningsmeting tussen ligbox /roostervloer



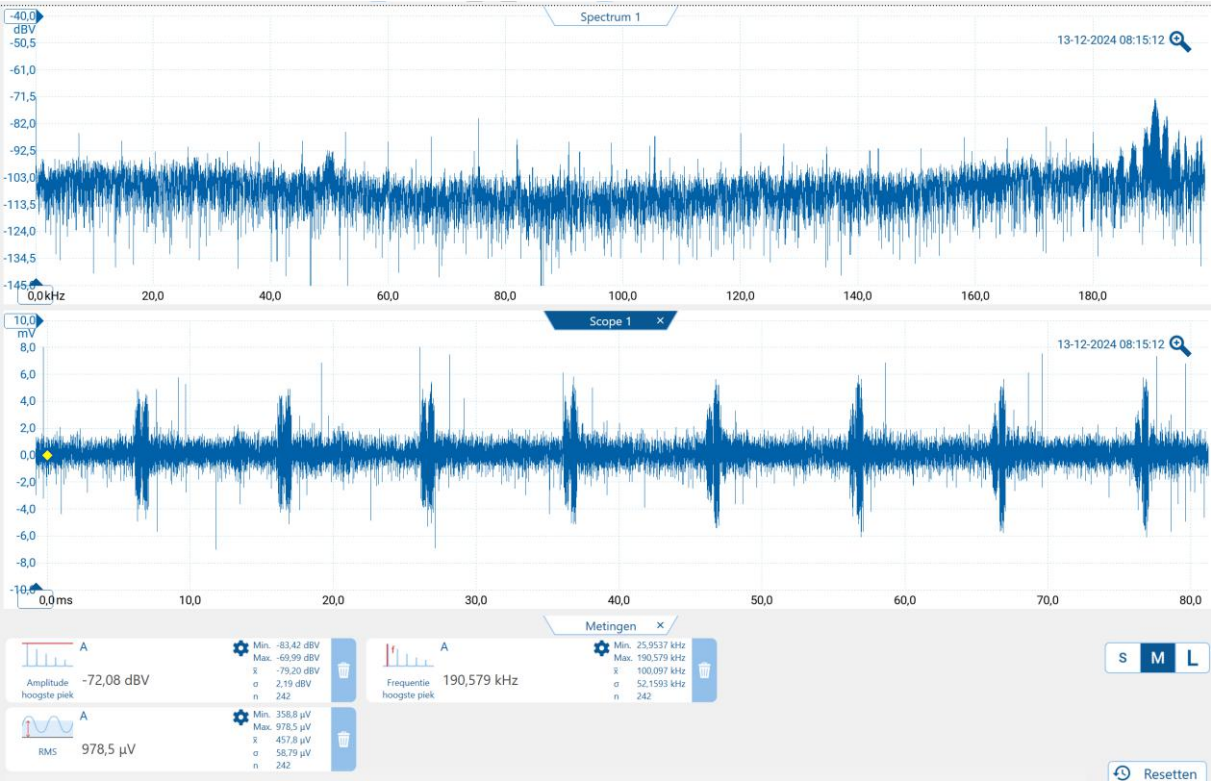
17 Spanningsmeting tussen voerhek / roostervloer



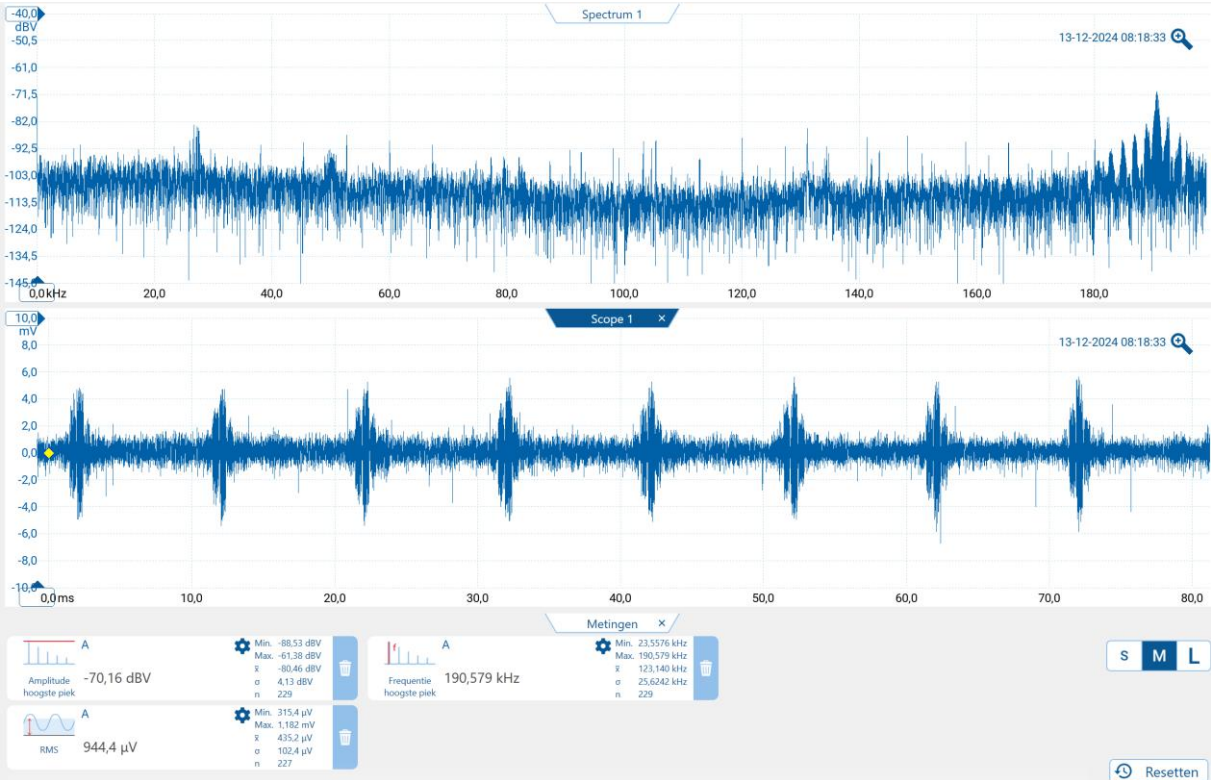
18 Spanningsmeting tussen waterbak / roostervloer



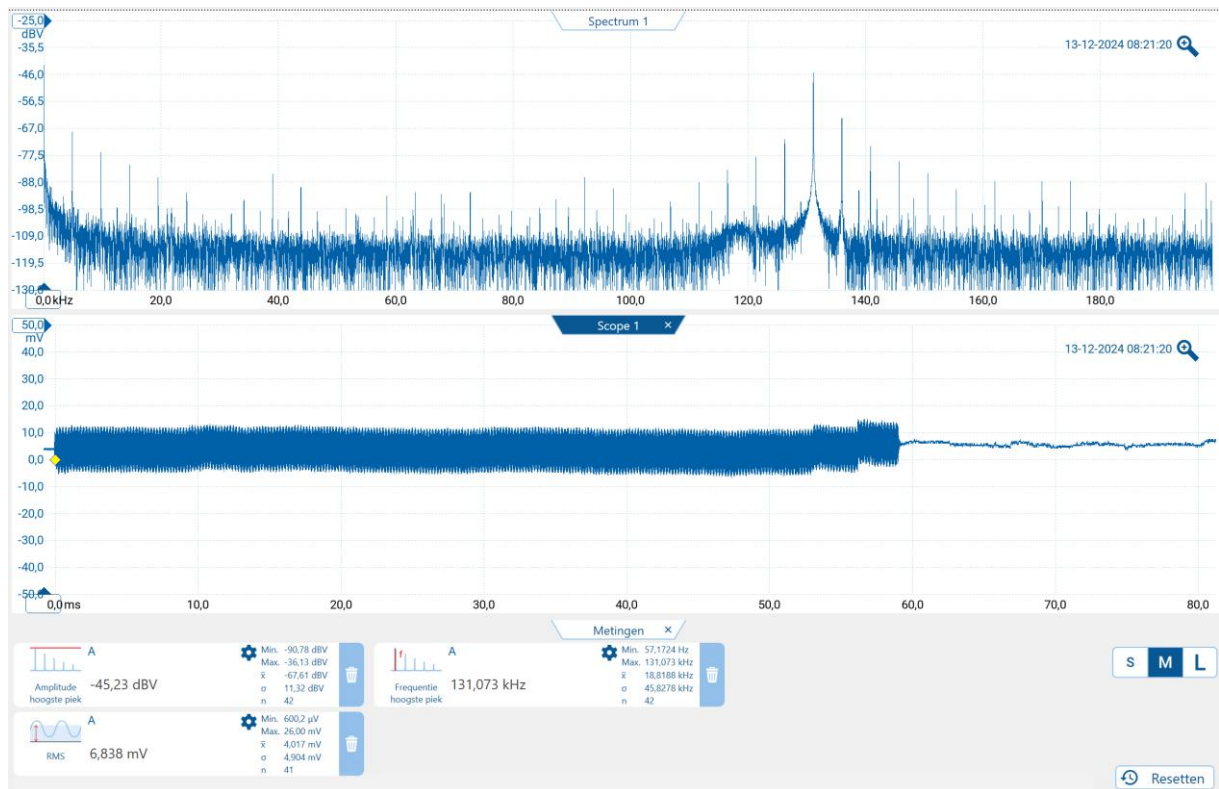
19 Spanningsmeting tussen ligbox /roostervloer



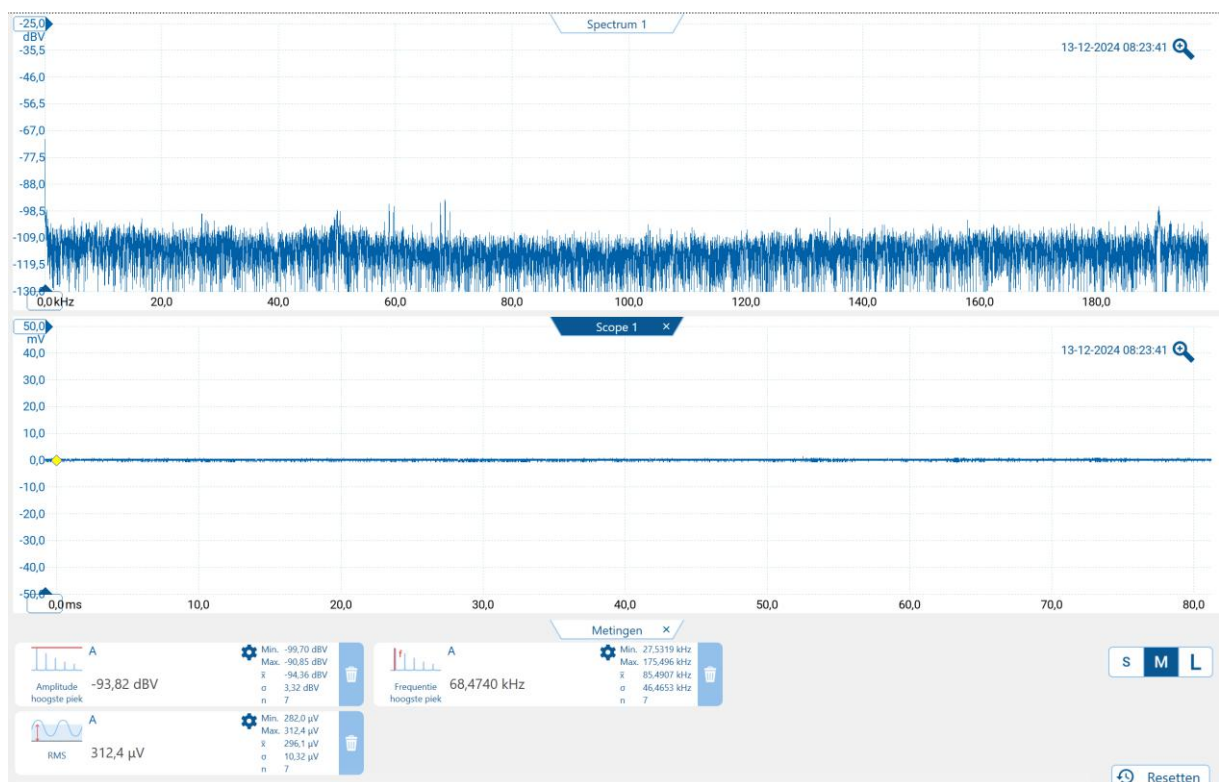
20 Spanningsmeting tussen ligbox /roostervloer



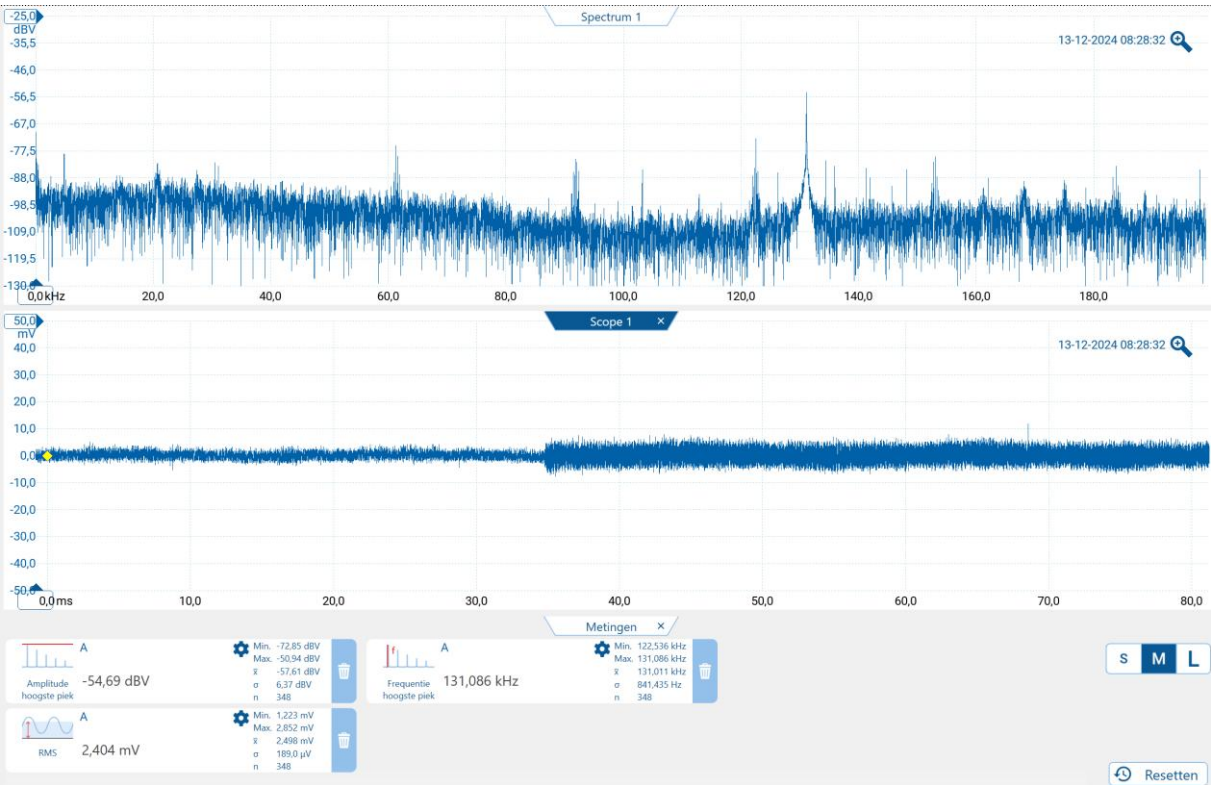
21 Spanningsmeting tussen voerbox /roostervloer



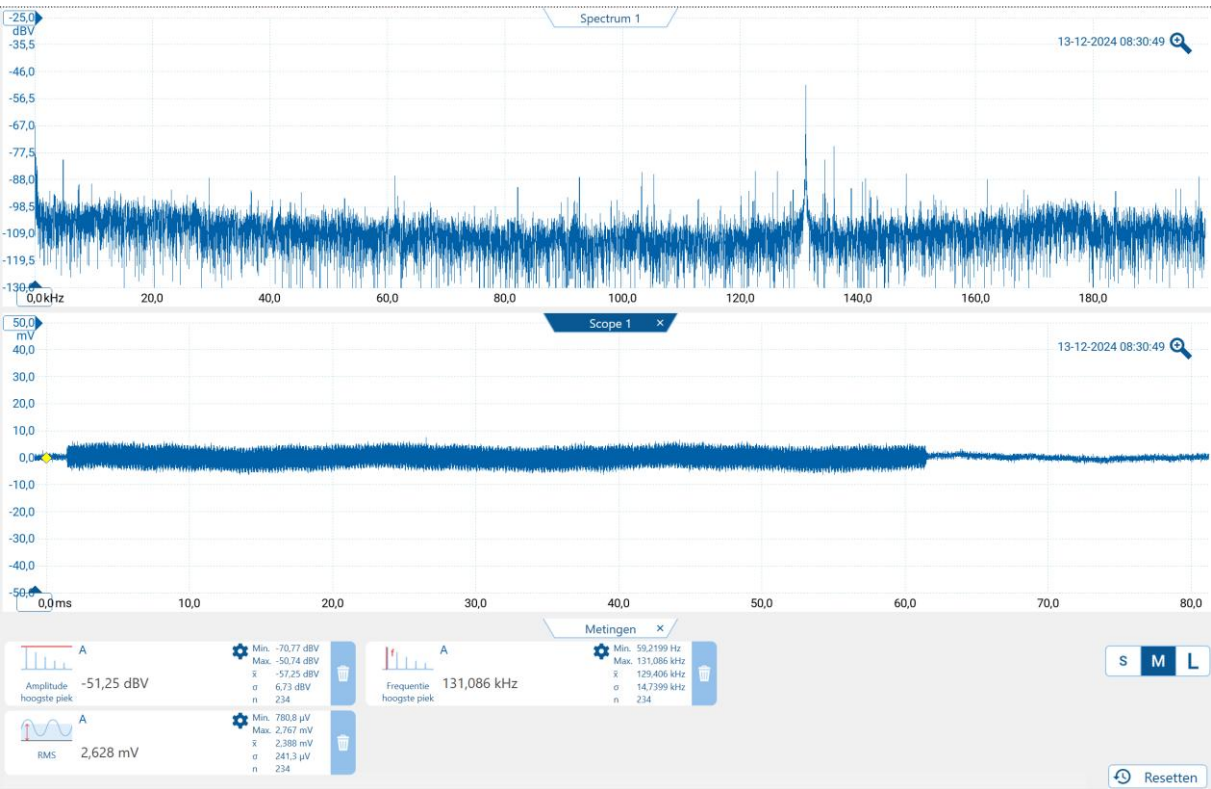
22 Spanningsmeting tussen ligbox /roostervloer



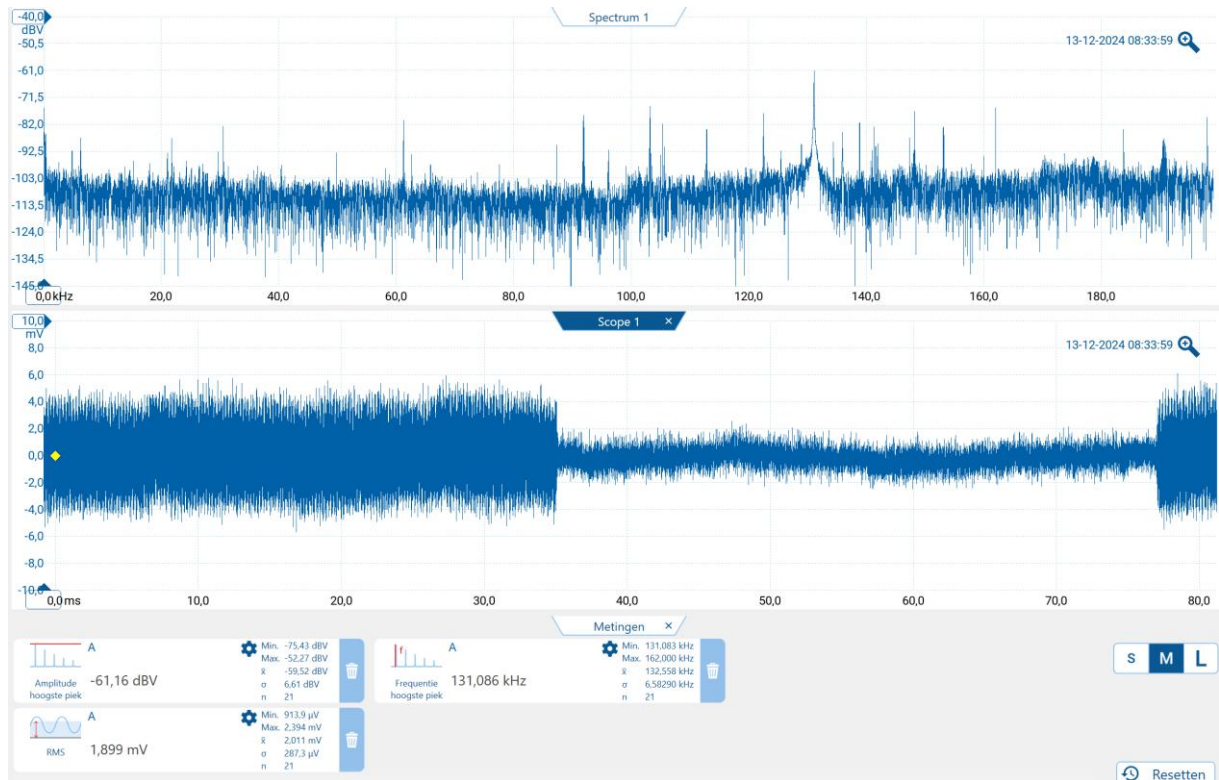
23 Spanningsmeting tussen constructie selectiepoorten /roostervloer



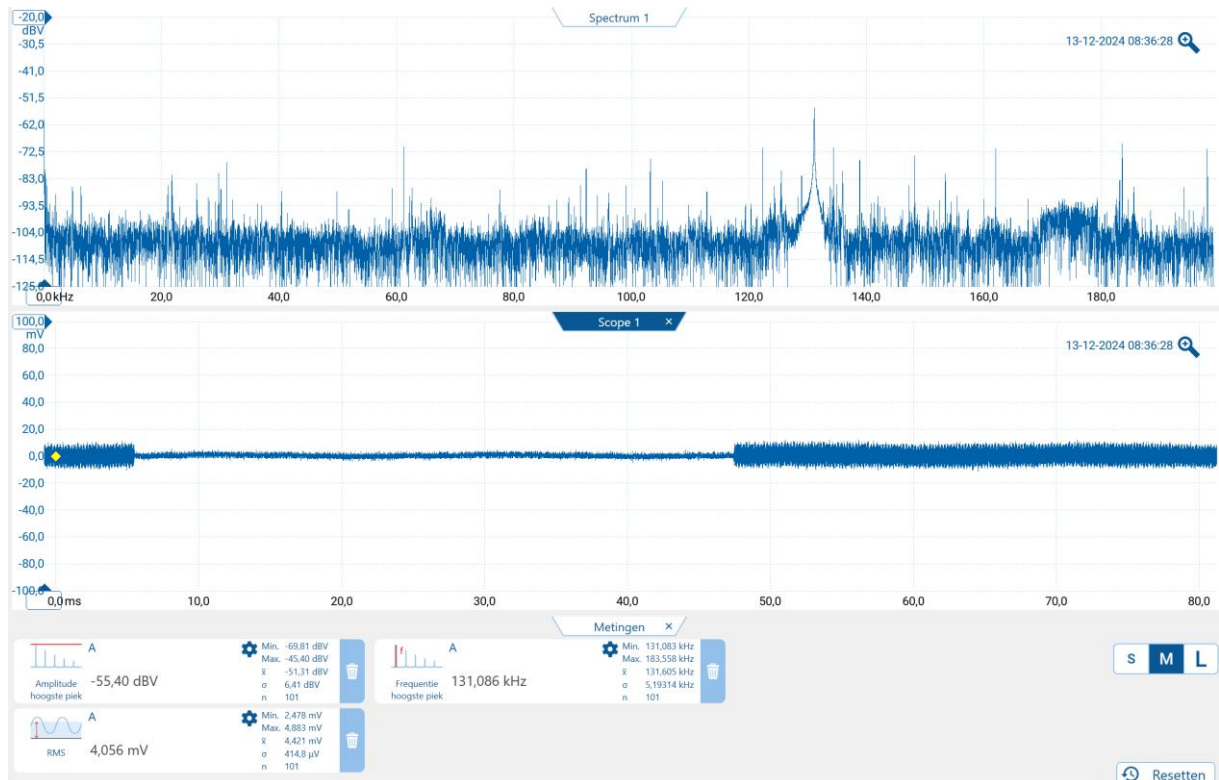
24 Spanningsmeting tussen ligbox /roostervloer



25 Spanningsmeting tussen voerhek /roostervloer

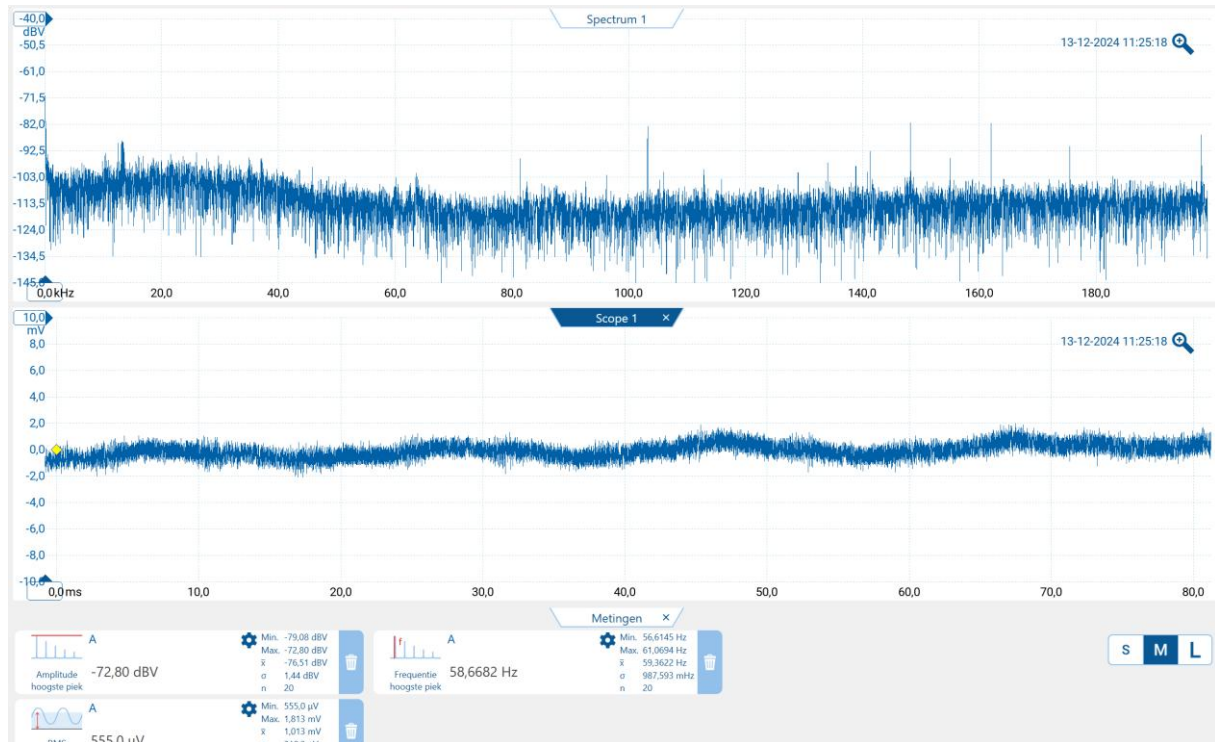


26 Spanningsmeting tussen staalconstructie stal /roostervloer

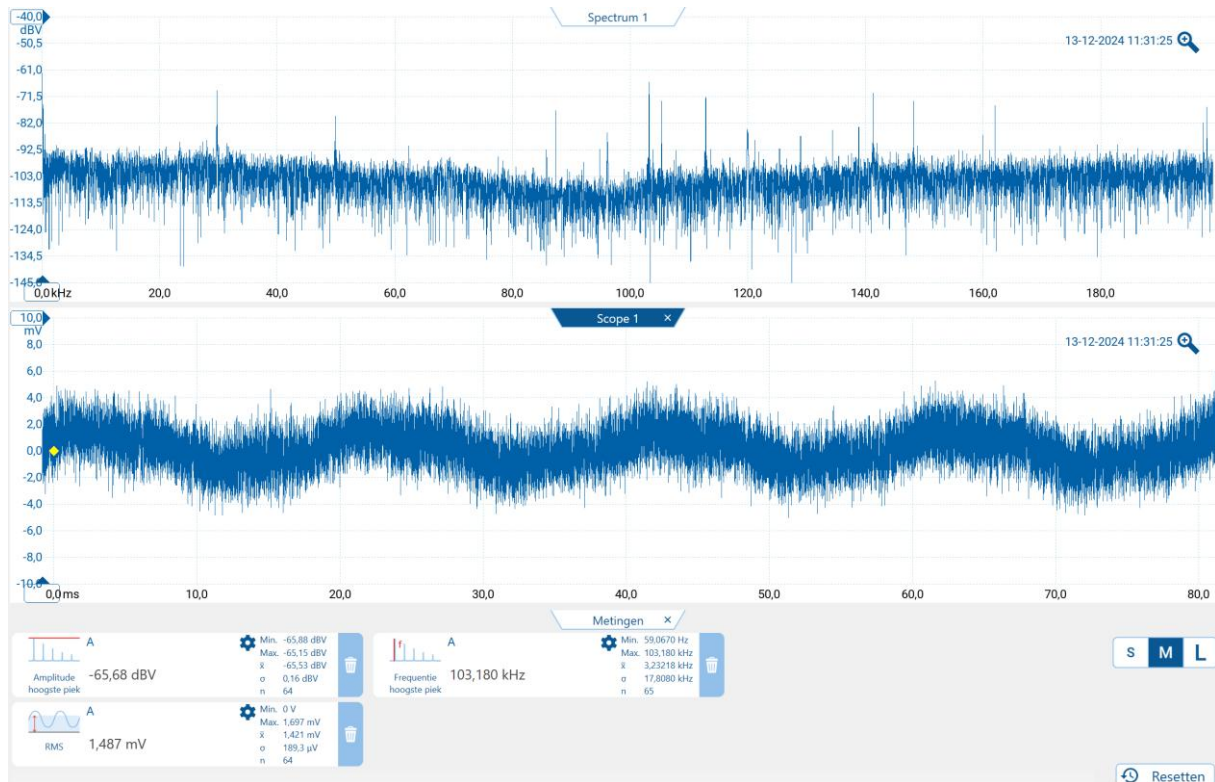


Bijlage 3.3.3 Meting aanraakspanningen waterbakken op 2^e bedrijf van bedrijf A

Spanningsmeting tussen waterbak in midden van stal /roostervloer

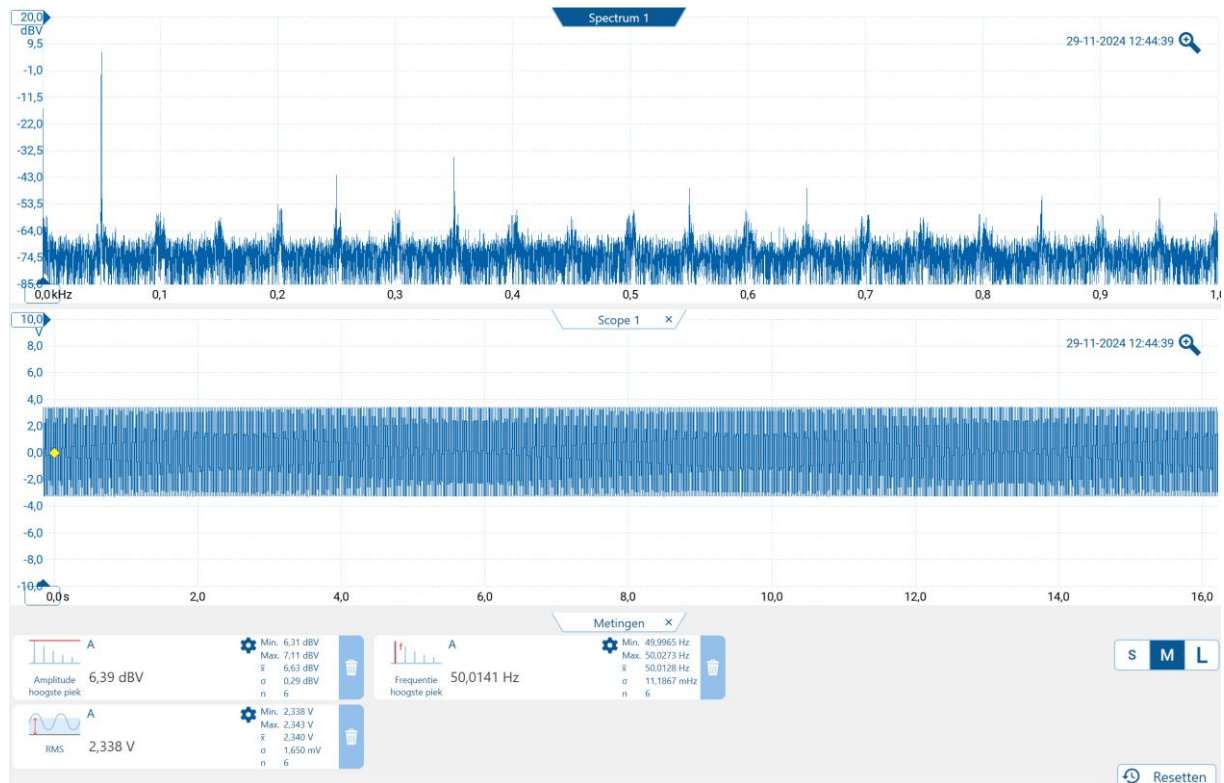


Spanningsmeting tussen waterbak voorin de stal /roostervloer



Bijlage 3.5 Meting veiligheids aarding verdeelinrichting stal bedrijf A

Spanningsmeting verdeelinrichting met filter uit



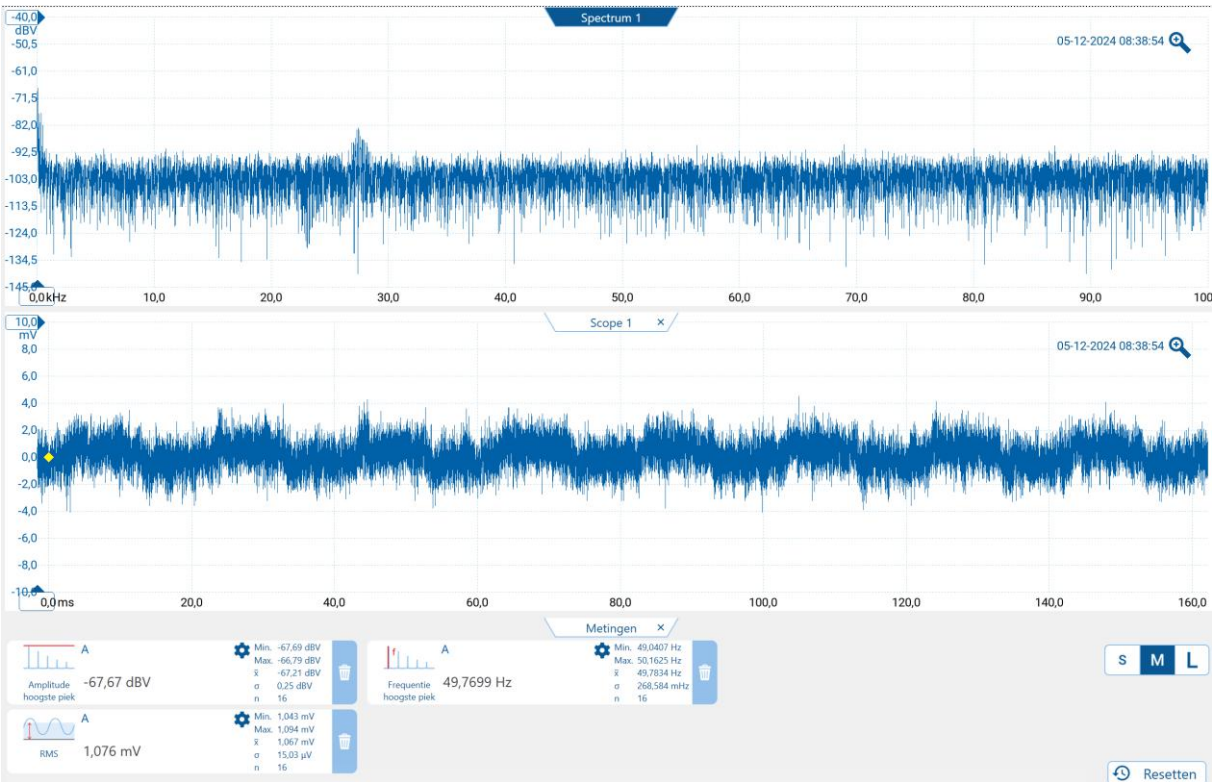
Weergegeven spanning is in werkelijkheid factor 100 groter

Spanningsmeting verdeelinrichting met filter aan



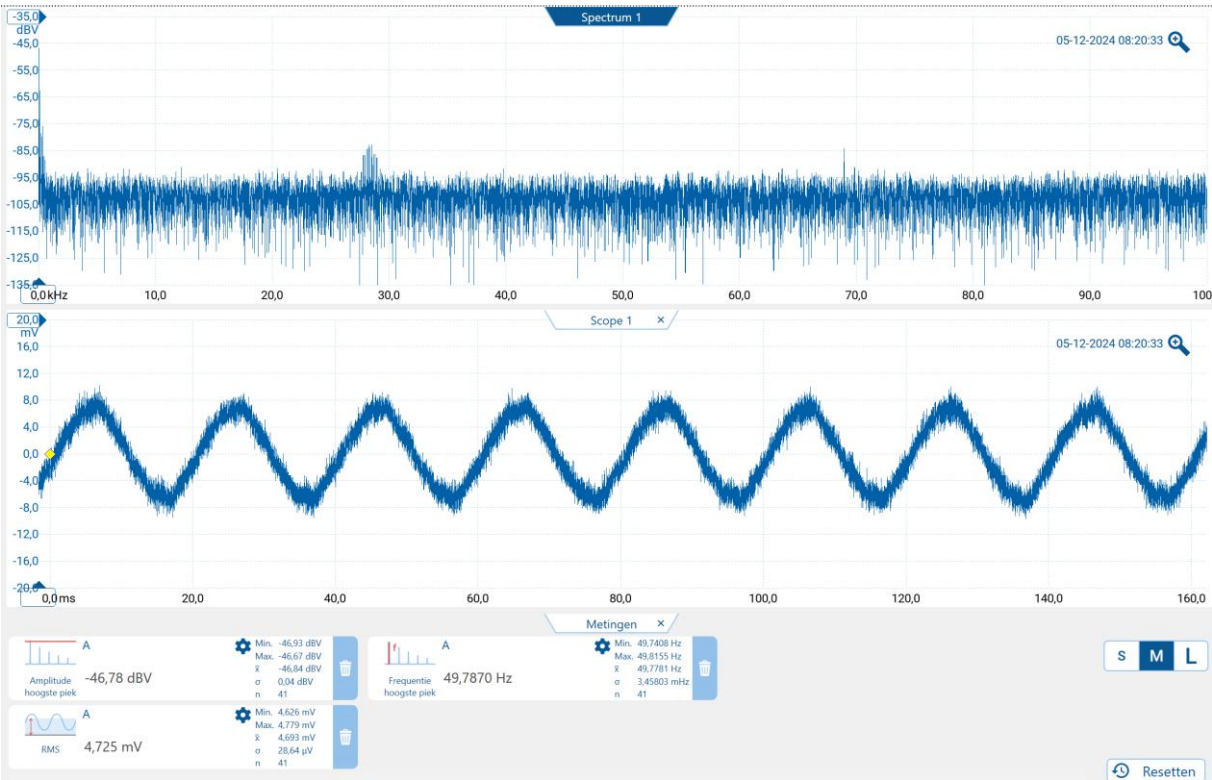
Weergegeven spanning is in werkelijkheid factor 100 groter

Stroommeting aardelektrode verdeelinrichting met filter uit



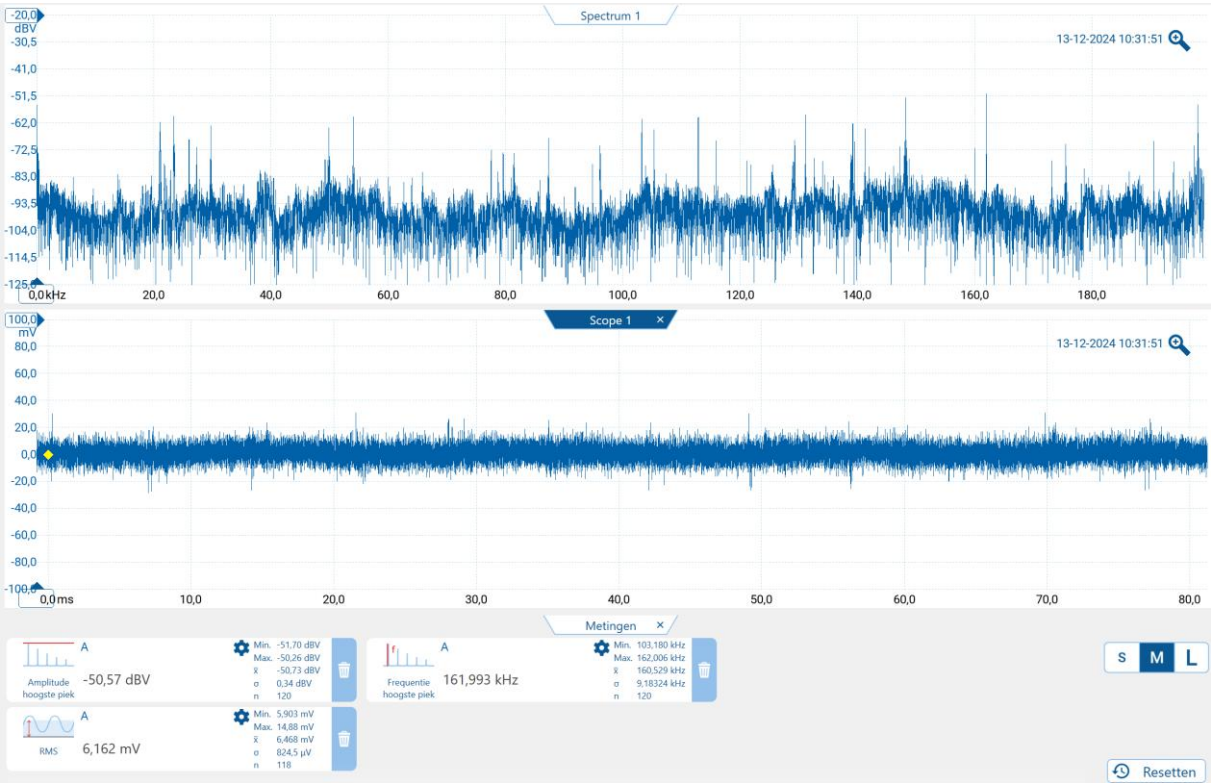
Stroomtang heeft een omzetting van 100 mV/ ampère

Stroommeting aardelektrode verdeelinrichting met filter aan



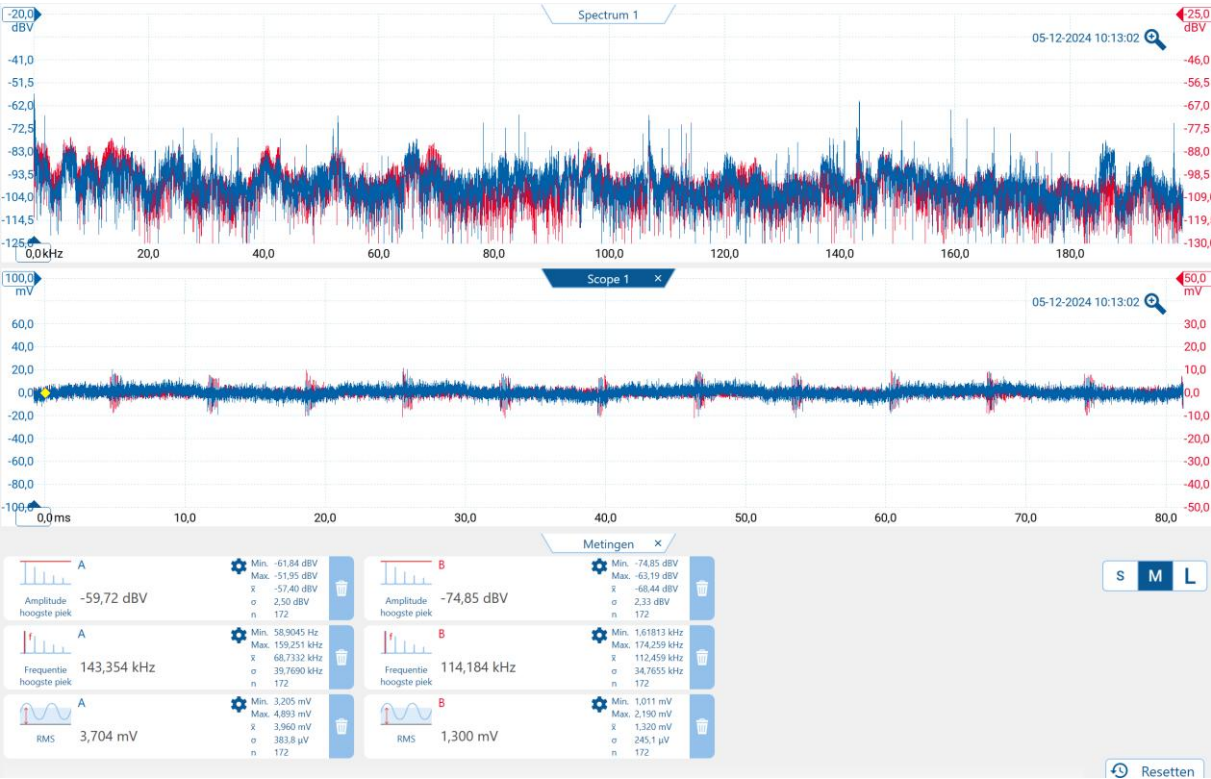
Stroomtang heeft een omzetting van 100 mV/ Ampere

Spanningsmeting aardelektrode aan zijkant stal

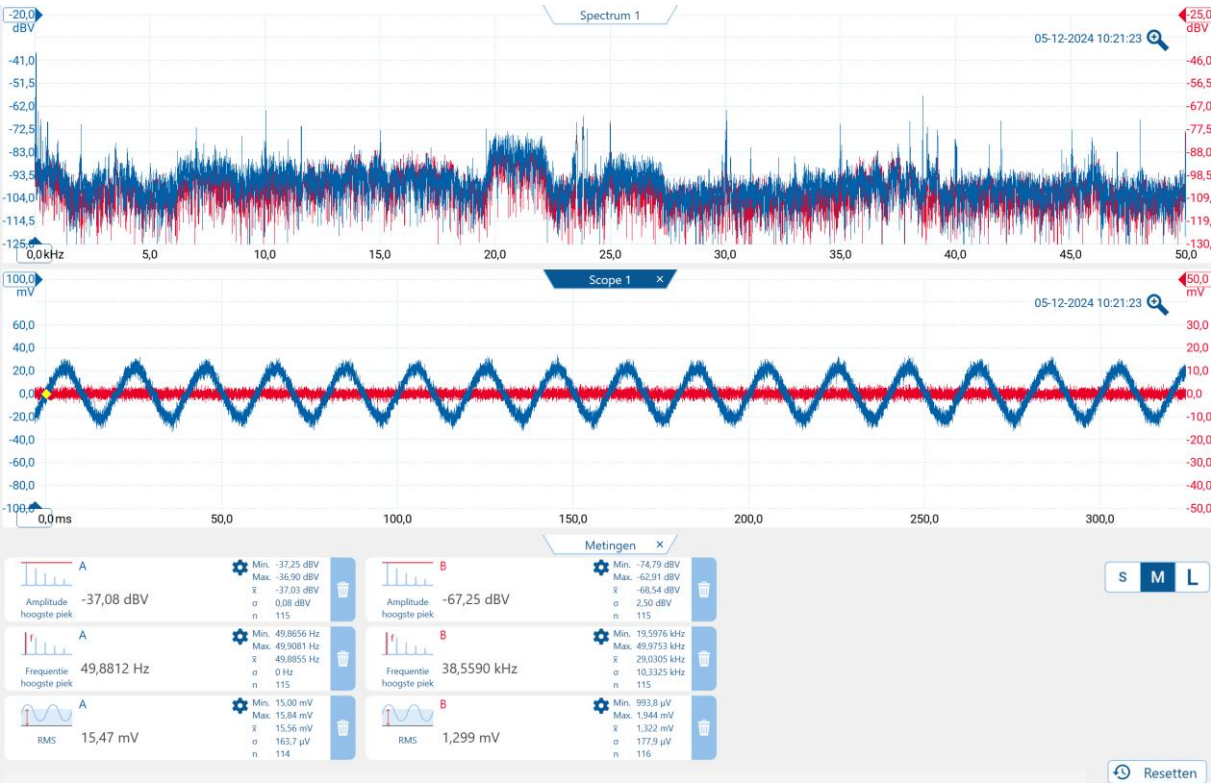


Bijlage 3.7 Metingen zwerfspanningen rondom de stal

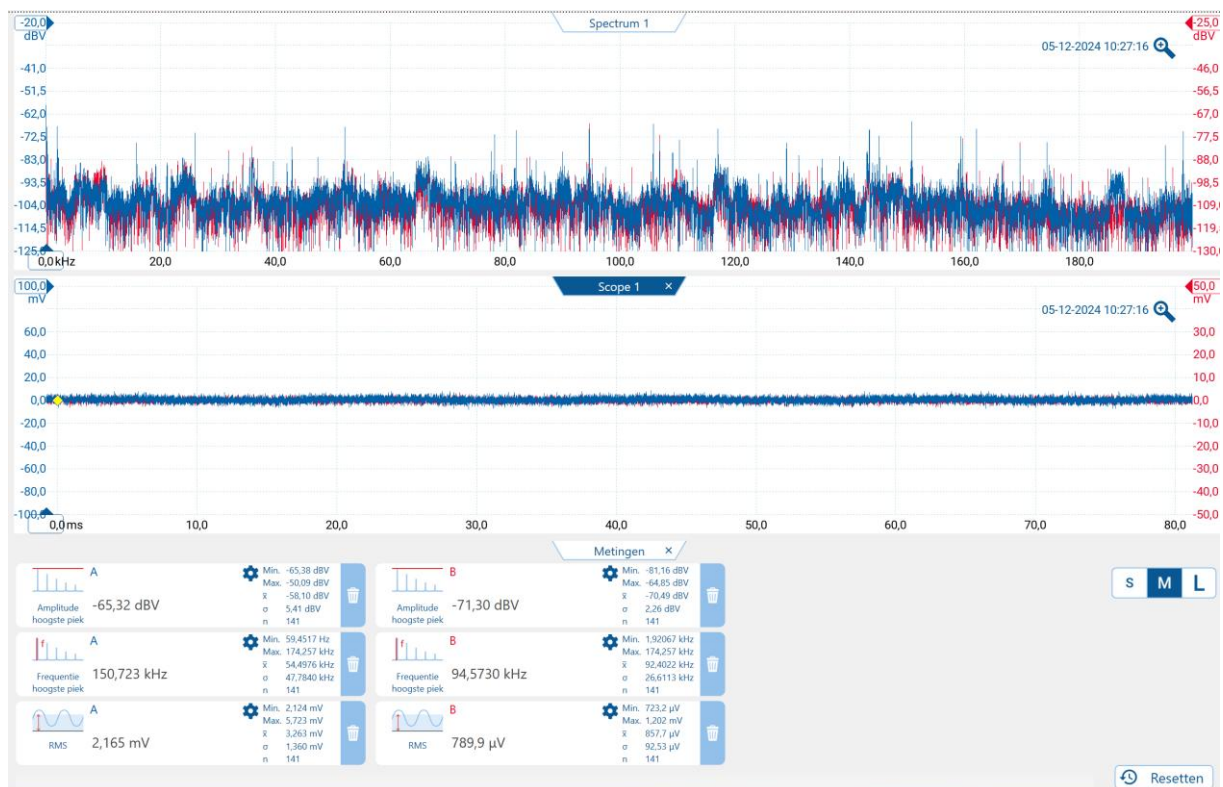
Zwerfspanningsmeting voor stal in dwarsrichting stal frequentiedomein 0 tot 200 kHz



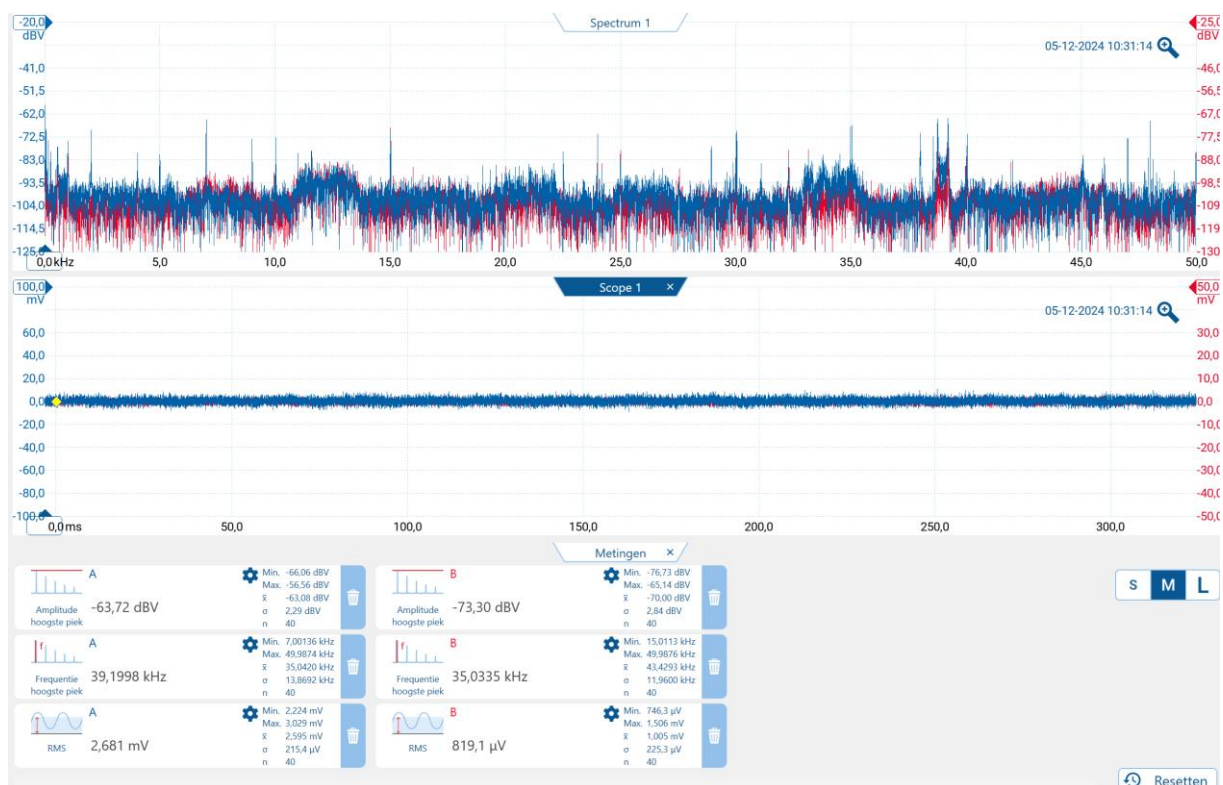
Zwerspanningsmeting voor stal in dwarsrichting stal frequentiedomein 0 tot 50 kHz



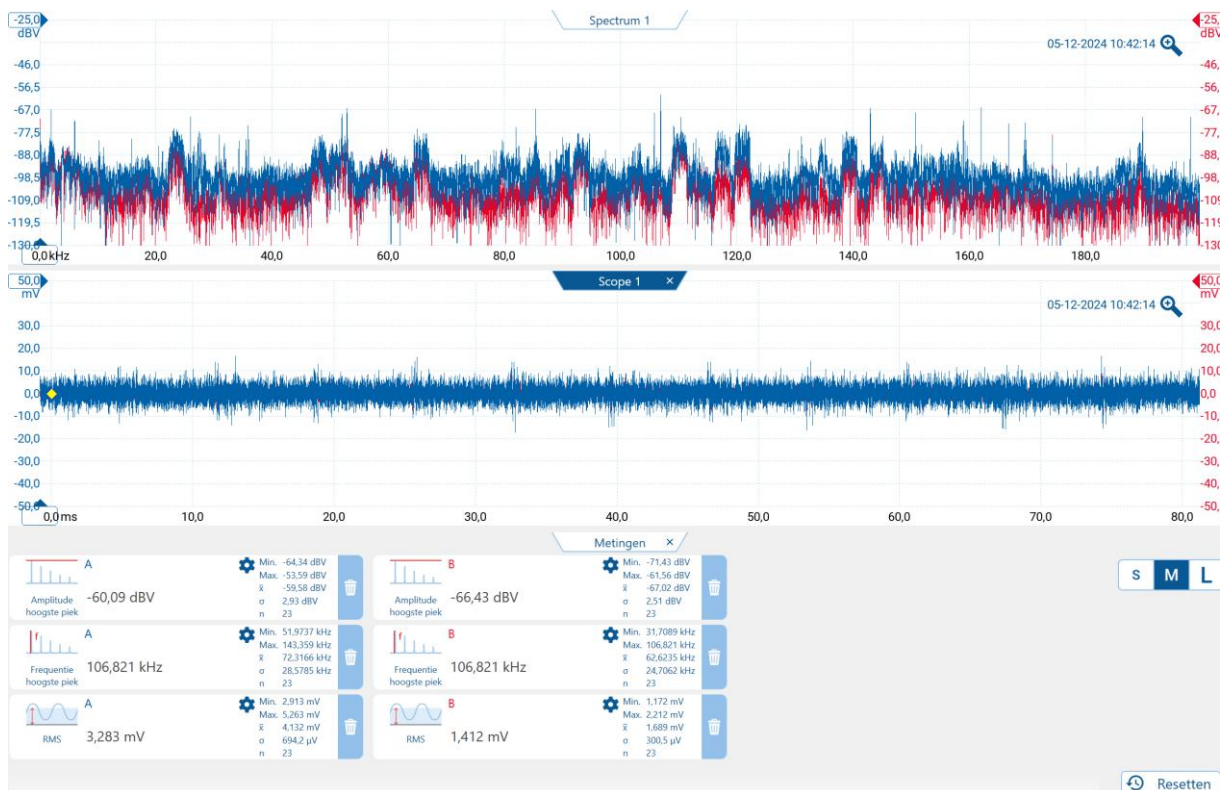
Zwerspanningsmeting voor stal in lengterichting stal frequentiedomein 0 tot 200 kHz



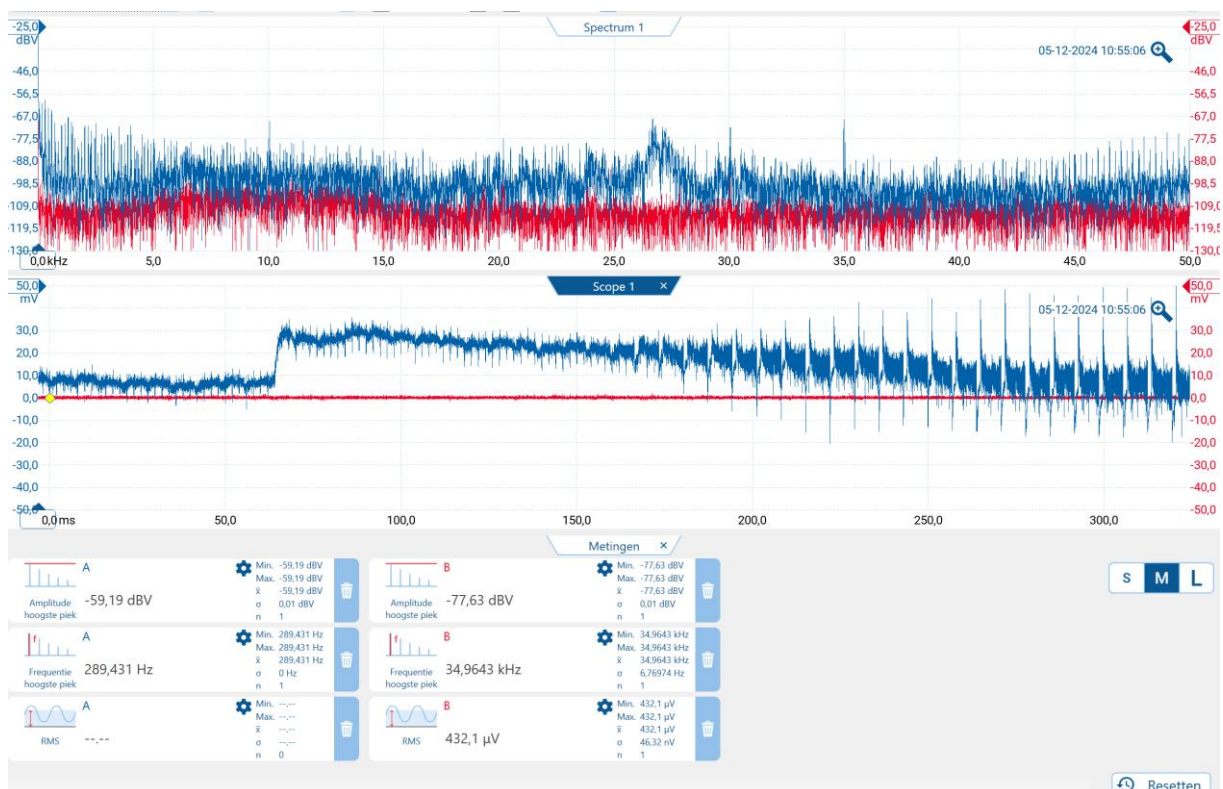
Zwerfspanningsmeting voor stal in lengterichting stal frequentiedomein 0 tot 50 kHz



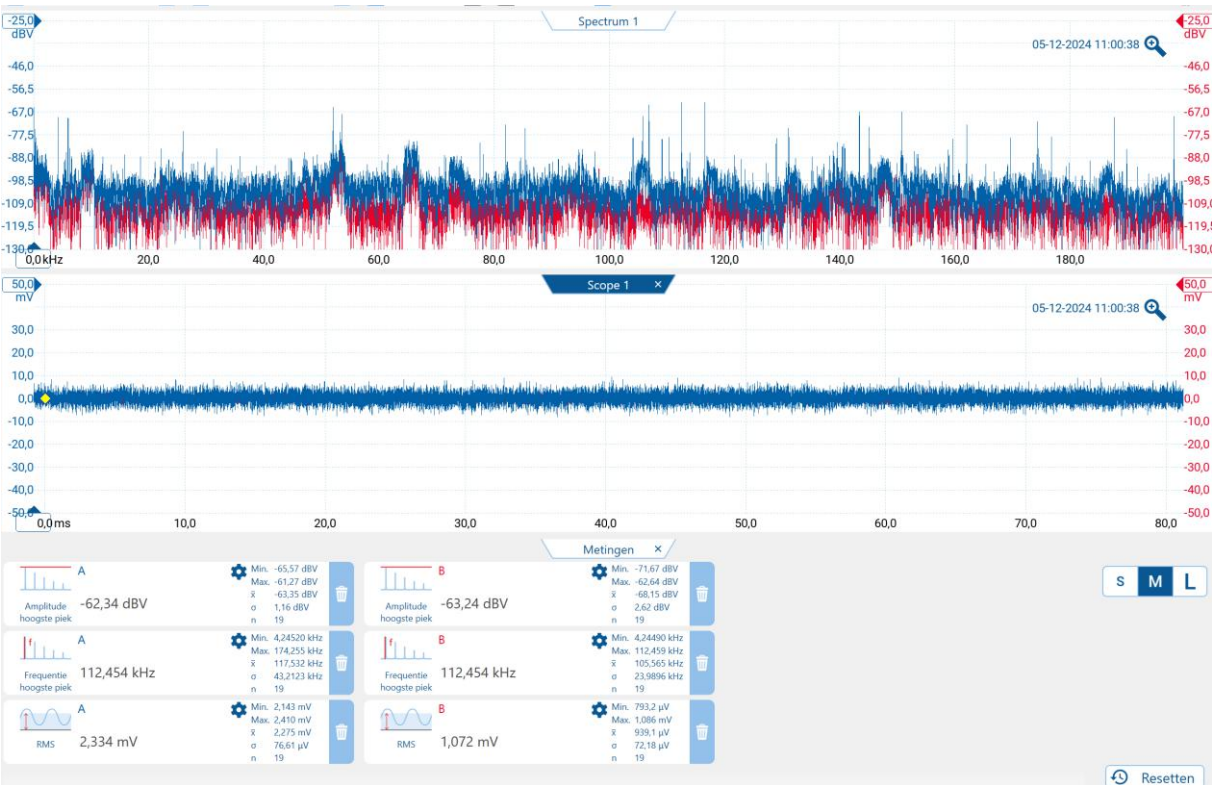
Zwerfspanningsmeting naast stal in dwarsrichting stal frequentiedomein 0 tot 200 kHz



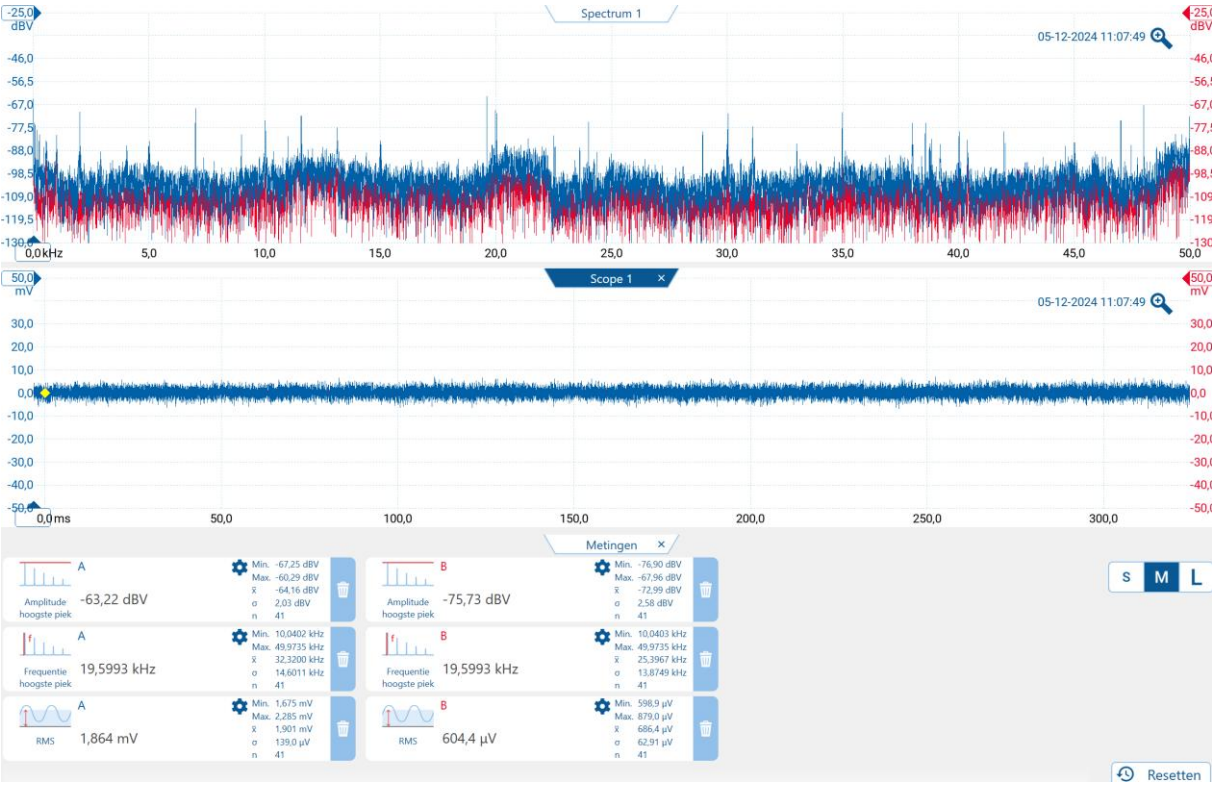
Zwerspanningsmeting naast stal in dwarsrichting stal frequentiedomein 0 tot 50 kHz



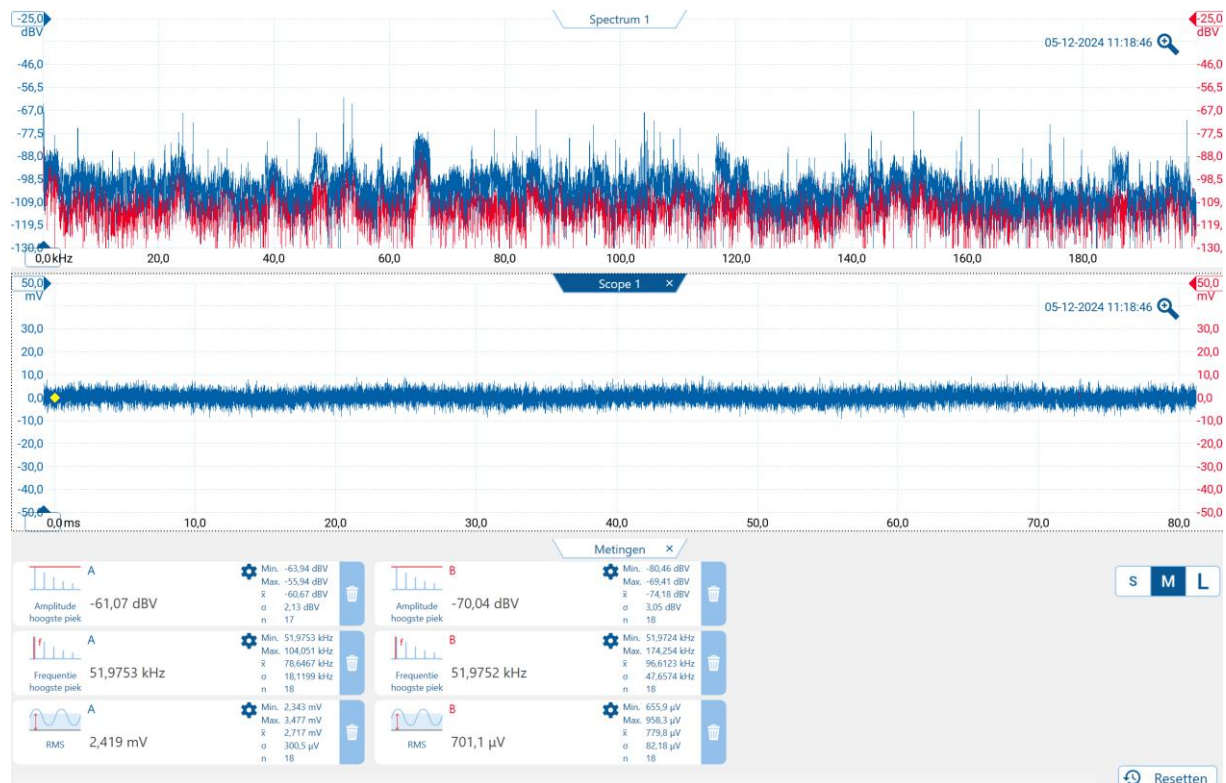
Zwerfspanningsmeting naast stal in lengterichting stal frequentiedomein 0 tot 200 kHz



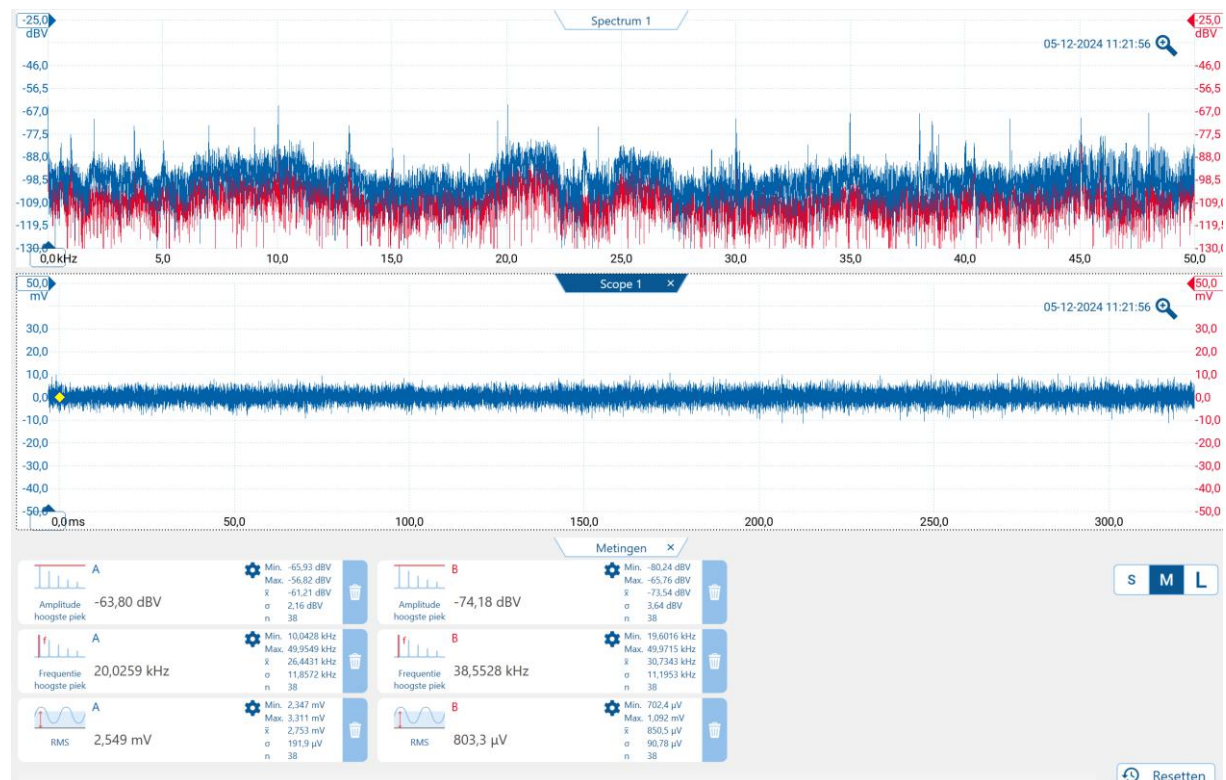
Zwerspanningsmeting naast stal in lengterichting stal frequentiedomein 0 tot 50 kHz



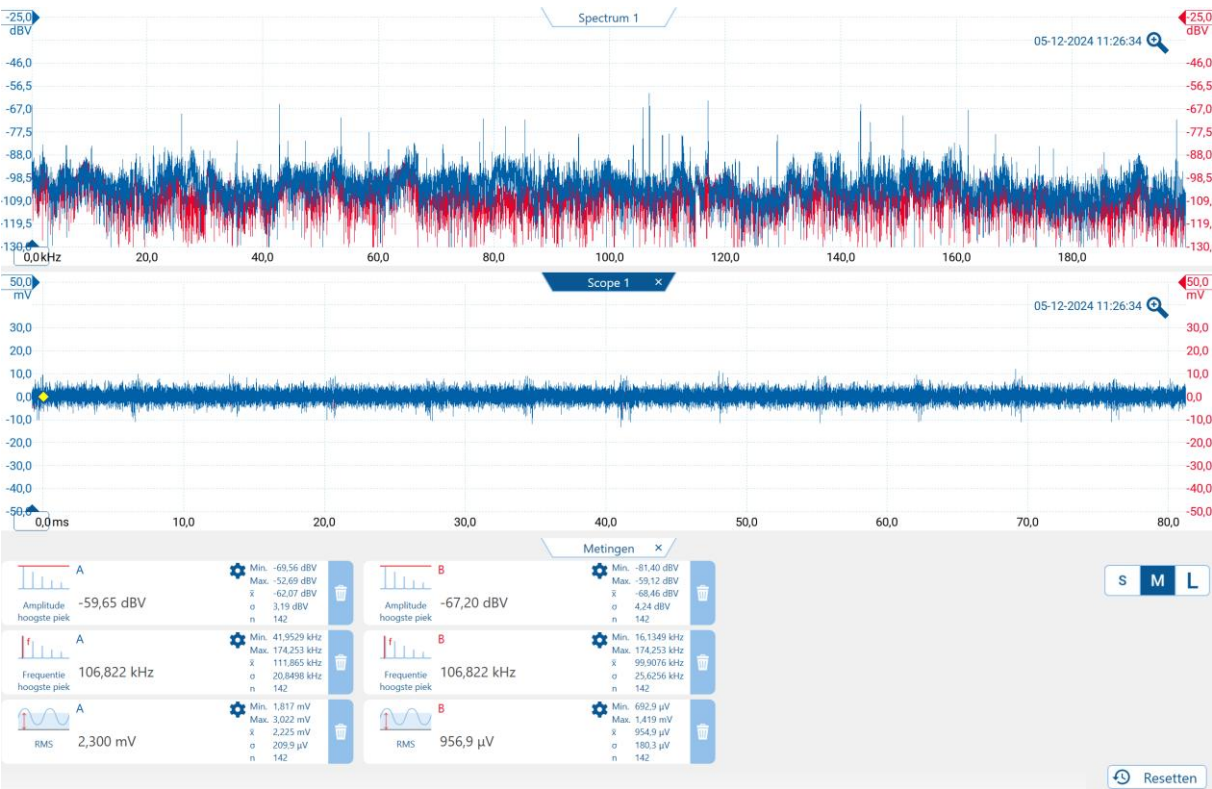
Zwerfspanningsmeting achter stal in dwarsrichting stal frequentiedomein 0 tot 200 kHz



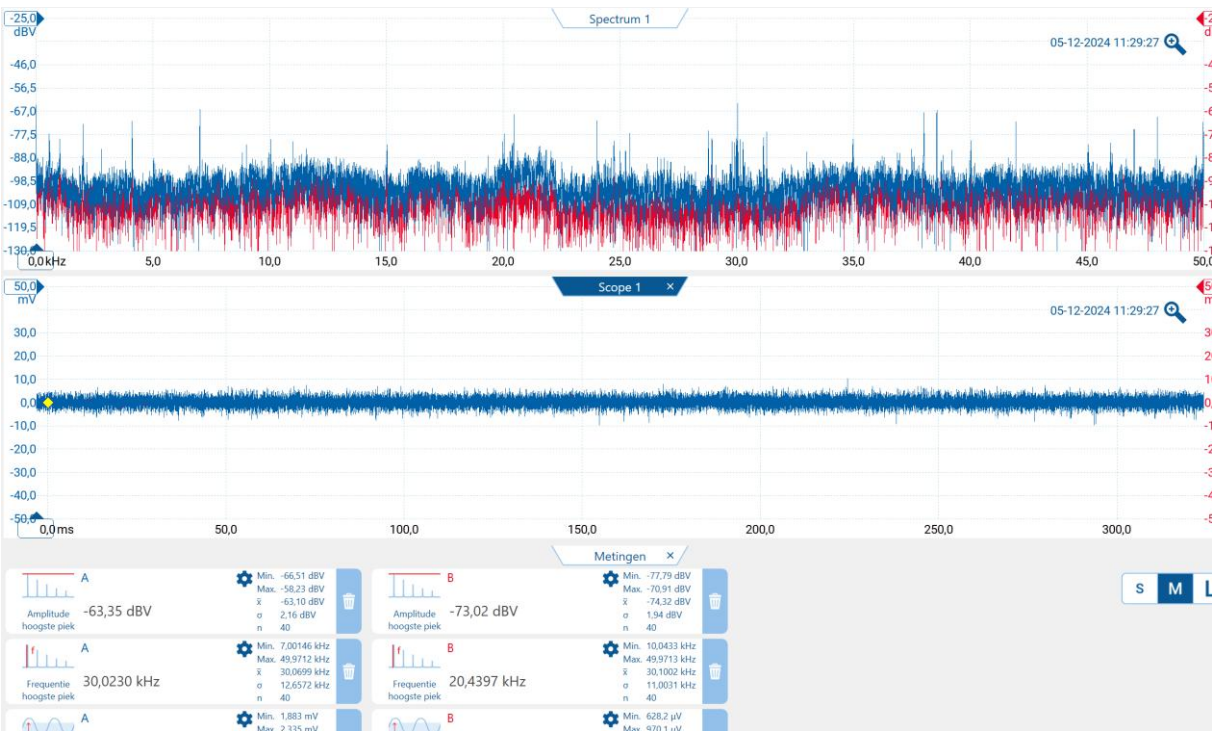
Zwerspanningsmeting achterstal in dwarsrichting stal frequentiedomein 0 tot 50 kHz



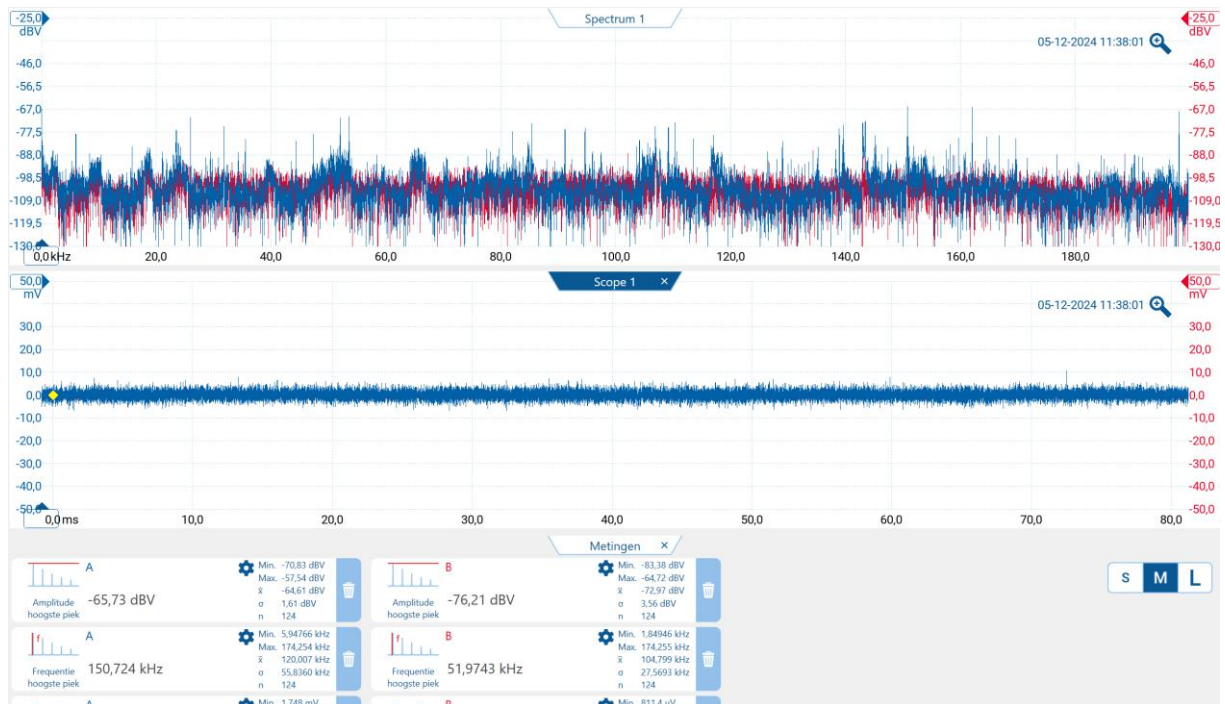
Zwerfspanningsmeting achter stal in lengterichting stal frequentiedomein 0 tot 200 kHz



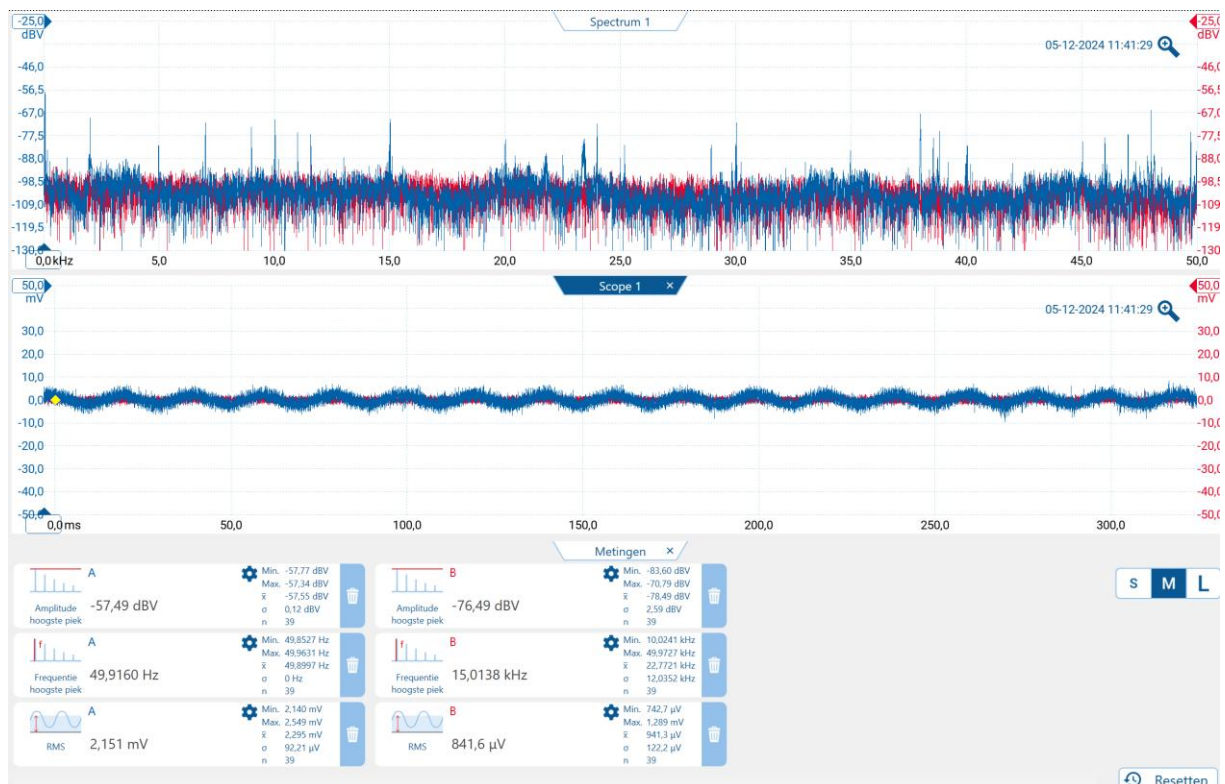
Zwerfspanningsmeting achter stal in lengterichting stal frequentiedomein 0 tot 50 kHz



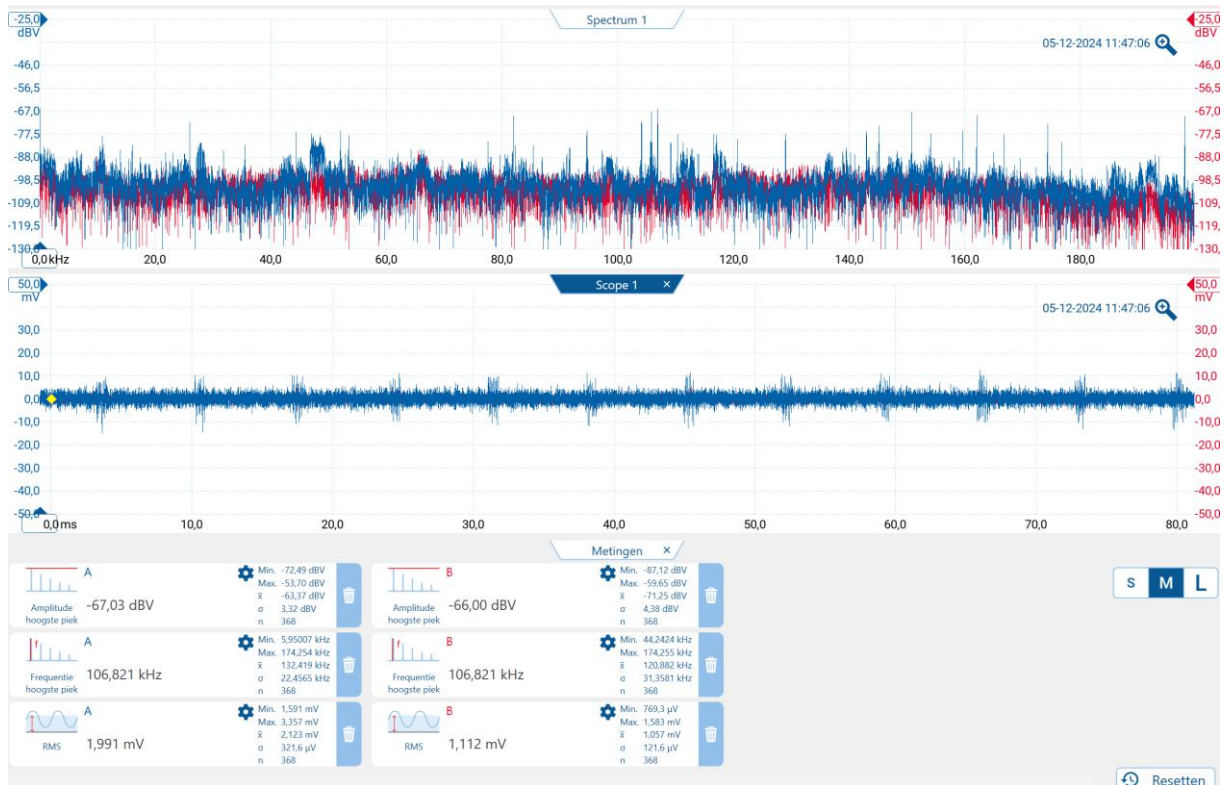
Zwerfspanningsmeting naast stal in dwarsrichting stal frequentiedomein 0 tot 200 kHz



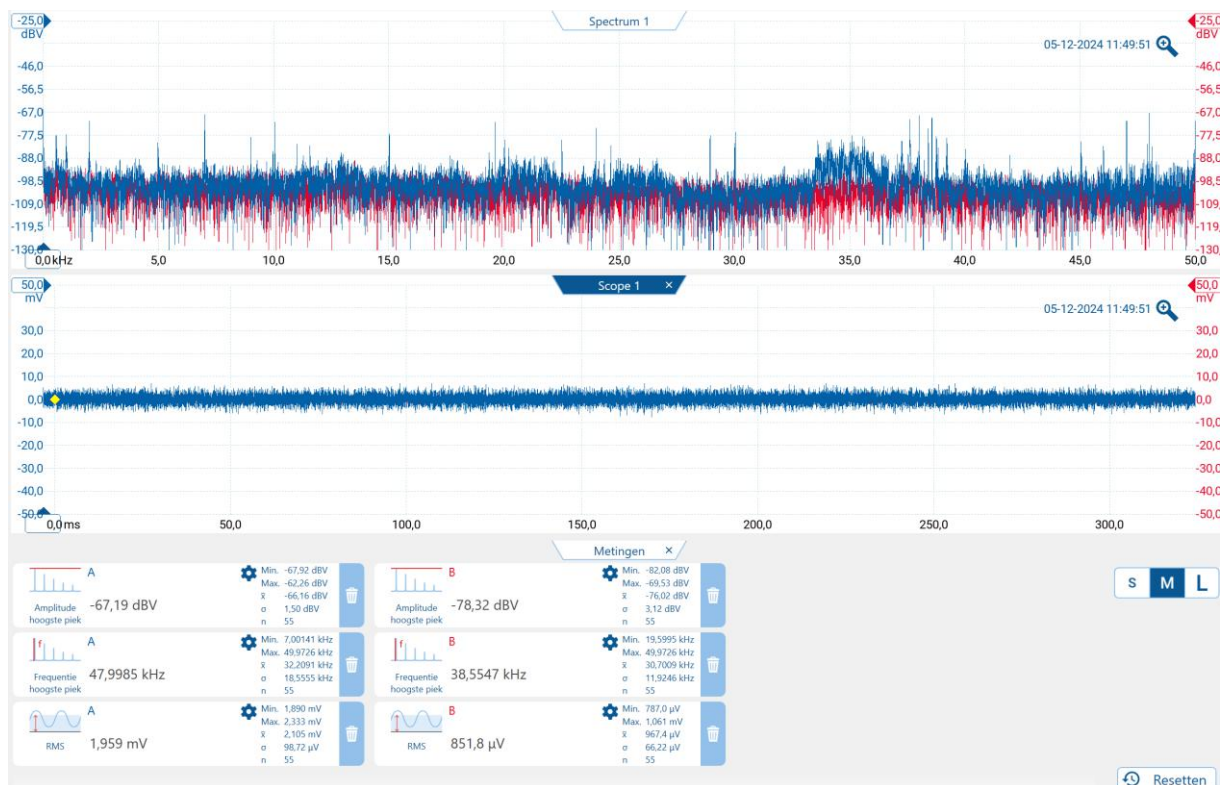
Zwerfspanningsmeting naast stal in dwarsrichting stal frequentiedomein 0 tot 50 kHz



Zwerfspanningsmeting naast stal in lengerichting stal frequentiedomein 0 tot 200 kHz



Zwerfspanningsmeting naast stal in lengerichting stal frequentiedomein 0 tot 50 kHz



Bijlage 3.8 Veldsterktemetingen op en rond bedrijf A

1 Elektrisch veldsterkte in melkstal



2 Elektrische veldsterkte iglo kalveren hoek stal

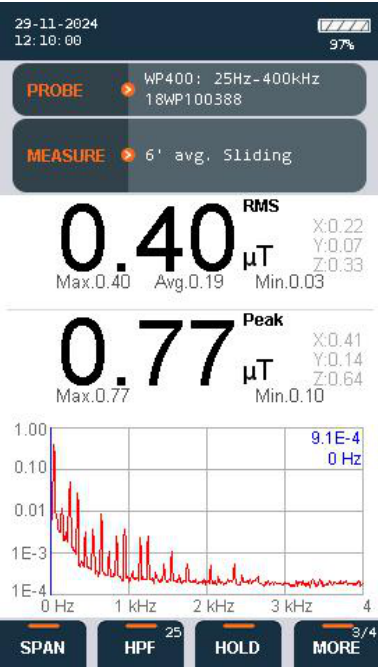


3 Elektromagnetisch veld tegen trafogebouw (0 tot 4 kHz)



H veld 0 tot 4000 Hertz

4 Elektromagnetisch veld tegen trafogebouw (0 tot 4 kHz)



H veld 0 tot 4000 Hertz

5 Elektromagnetisch veld boven HS kabel nabij trafo (0 tot 400 Hz)



H veld 0 tot 400 Hertz

6 Elektromagnetisch veld boven HS kabel overzijde weg (0 tot 400 Hertz)



H veld 0 tot 400 Hertz

7 Elektromagnetisch veld boven HS kabel langs weg op 100 meter



H veld 0 tot 400 Hertz

8 Elektromagnetisch veld boven HS kabel langs weg op 200 meter



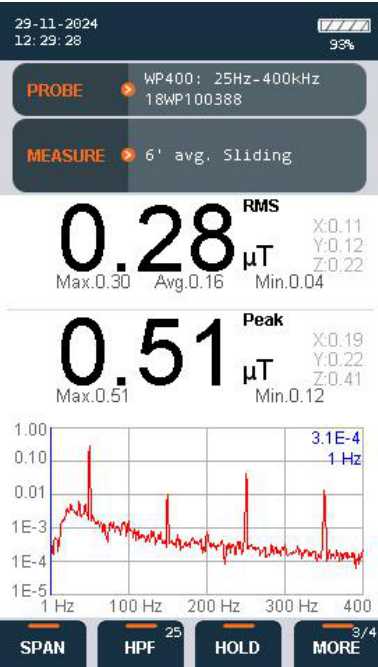
H veld 0 tot 400 Hertz

9 Elektromagnetisch veld boven HS kabel langs weg bij afslag



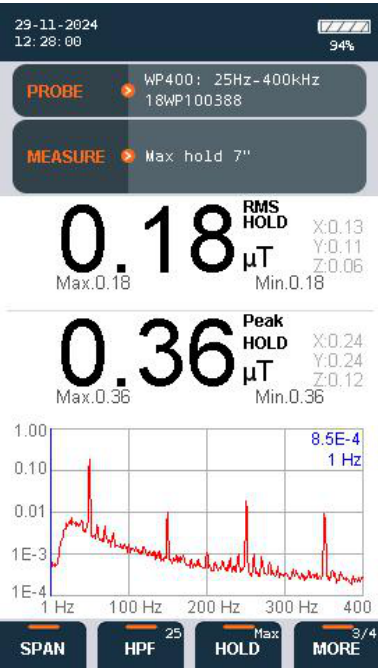
H veld 0 tot 400 Hertz

10 Elektromagnetisch veld boven HS kabel bij trafo buren van bedrijf A



H veld 0 tot 400 Hertz

11 Veldsterkte boven HS kabel langs weg



H veld 0 tot 400 Hertz

12 Elektromagnetisch veld boven HS kabel langs weg



H veld 0 tot 400 Hertz

13 Elektromagnetisch veld boven HS kabel richting buren



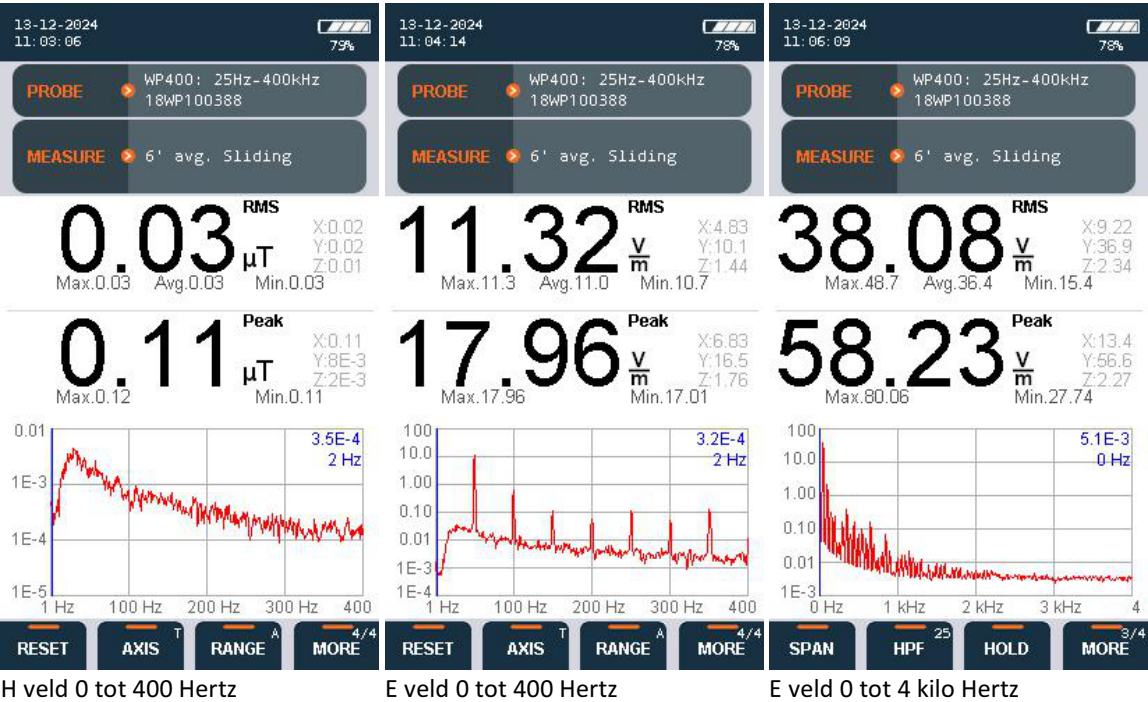
H veld 0 tot 400 Hertz

14 Elektromagnetisch veld boven voedingskabel naast deur woonhuis

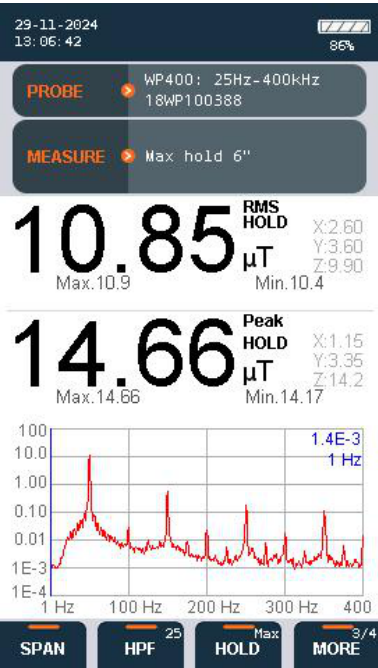


H veld 0 tot 400 Hertz

15 Elektromagnetisch veld in woonhuis

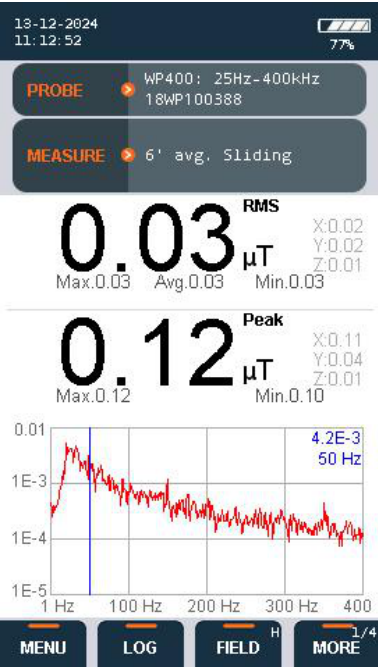


16 Elektromagnetisch veld bij binnenkomst kabel in technische ruimte

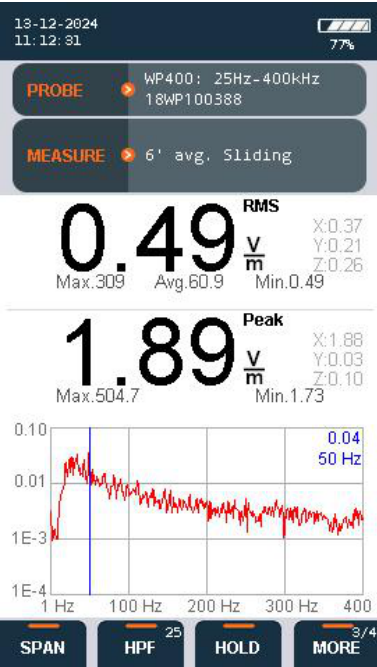


H veld 0 tot 400 Hertz

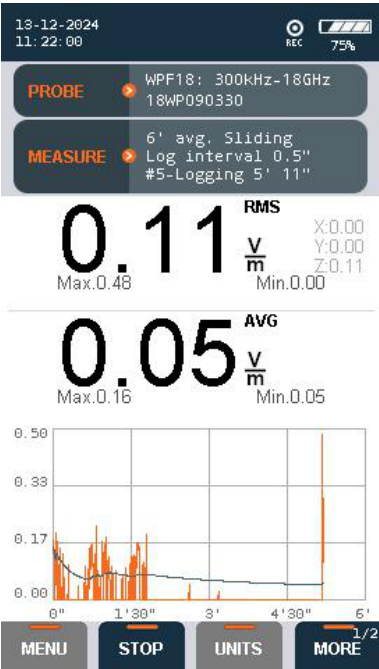
17 Elektromagnetisch veldsterkte in stal



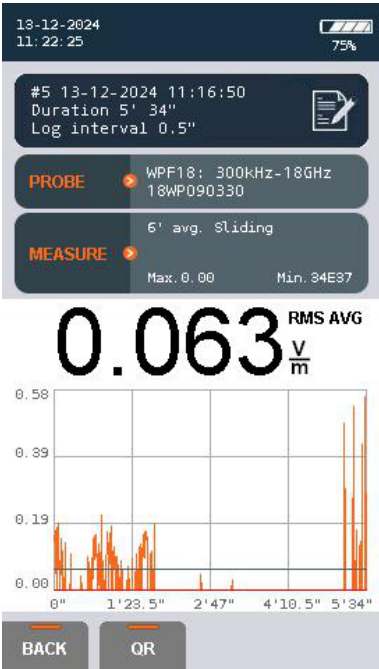
H veld 0 tot 400 Hertz



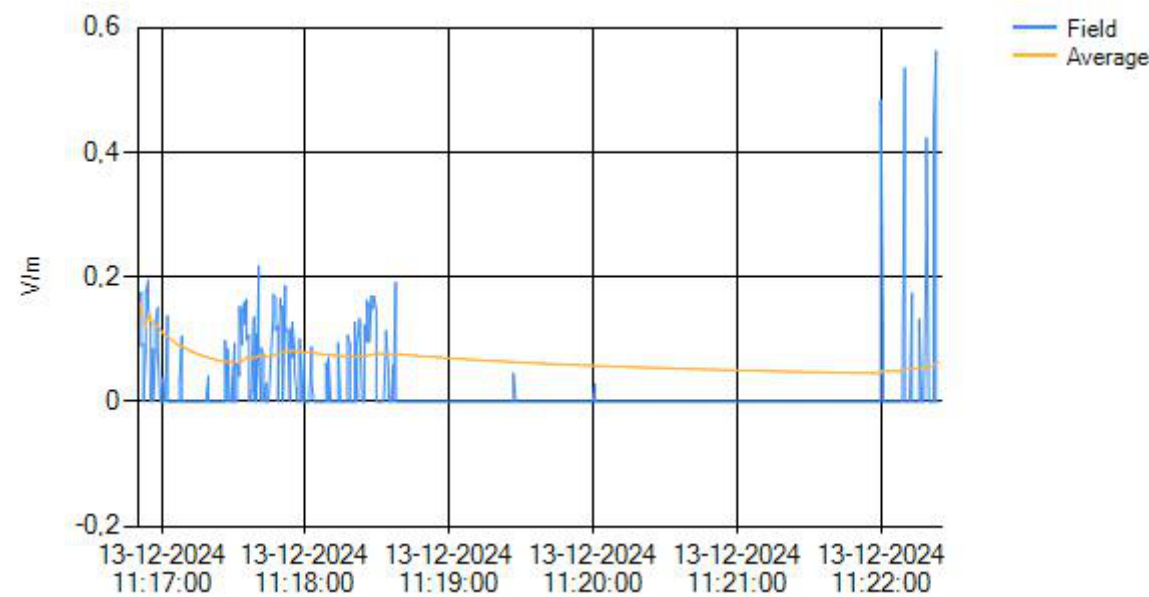
E veld 0 tot 400 Hertz



E veld 300 kHz tot 18 G Hertz



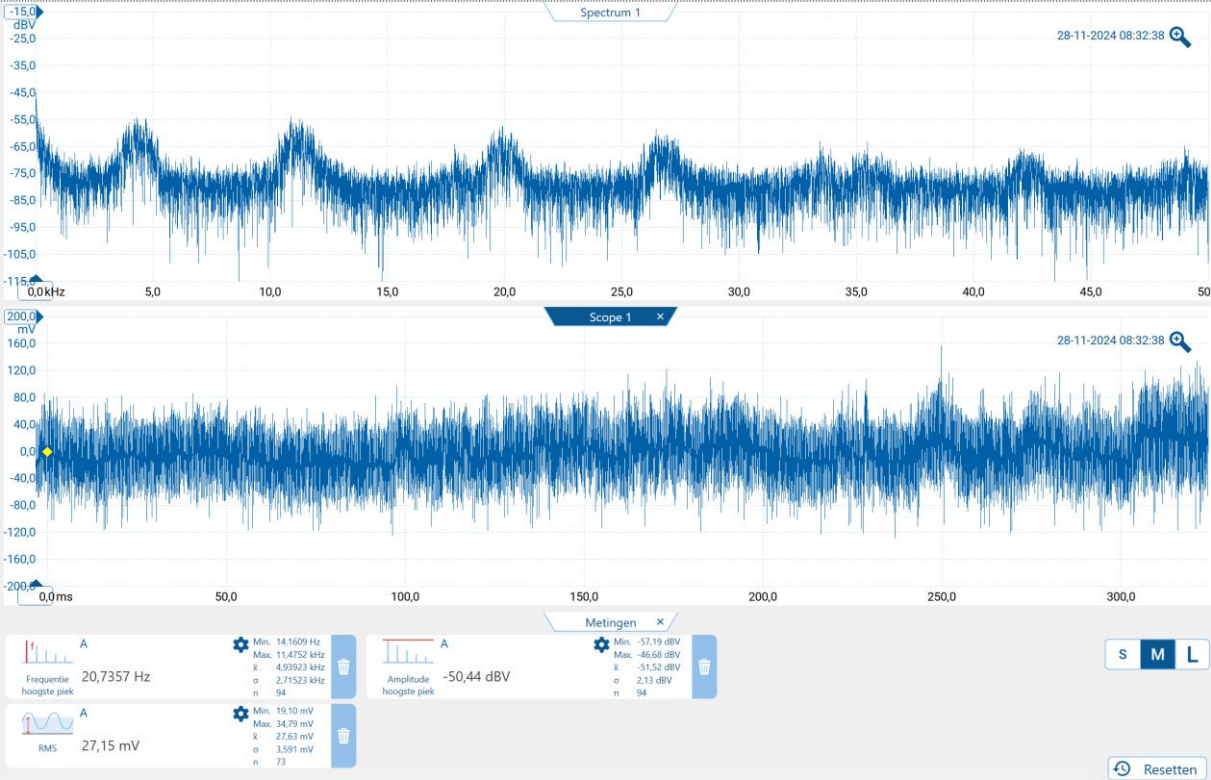
E veld 300 kHz tot 18 G Hertz



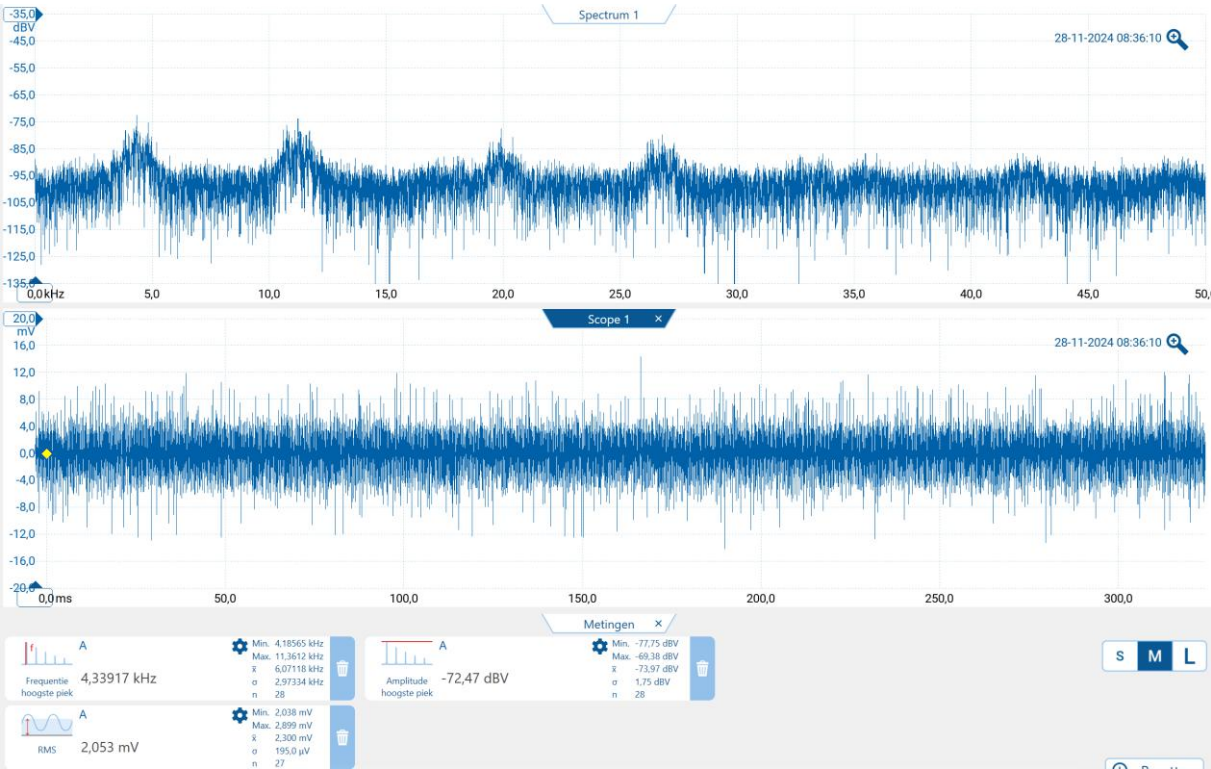
E veld 300 kHz tot 18 G Hertz over 6 minuten

Bijlage 4 Metingen zwerfspanningen bedrijf B

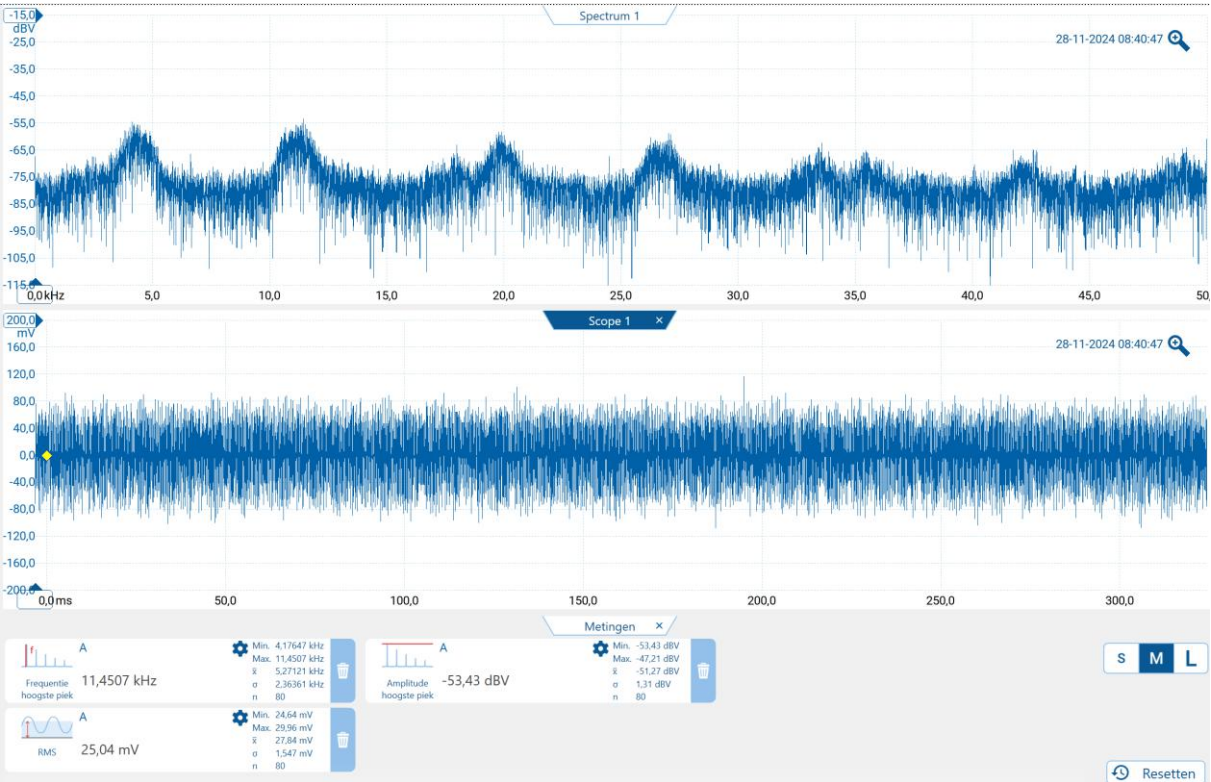
Bijlage 4.1 Meting melkstal geiten 2x36 rapid exit
Bijlage 4.1.1 Meting aanraakspanningen in melkstal
Meting centrale frame melkstal / betonvloer



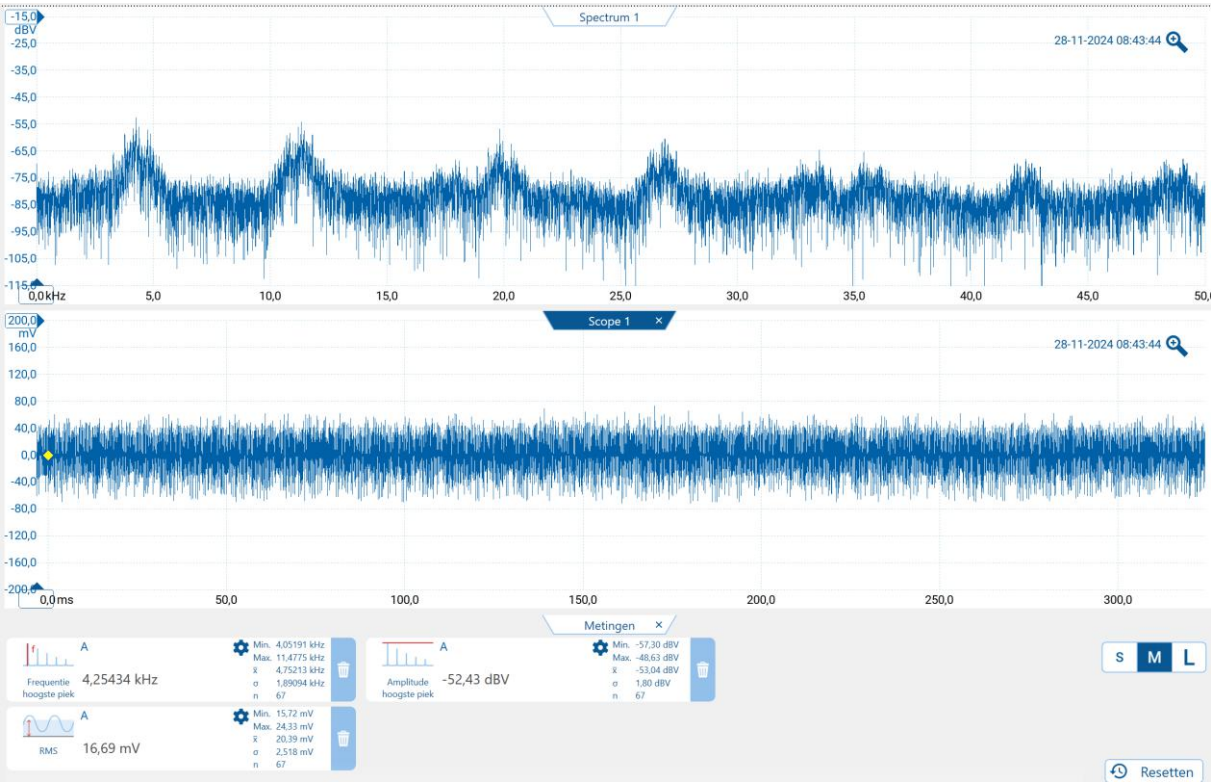
Meting centrale frame melkstal / betonvloer



Meting centrale frame melkstal / betonvloer

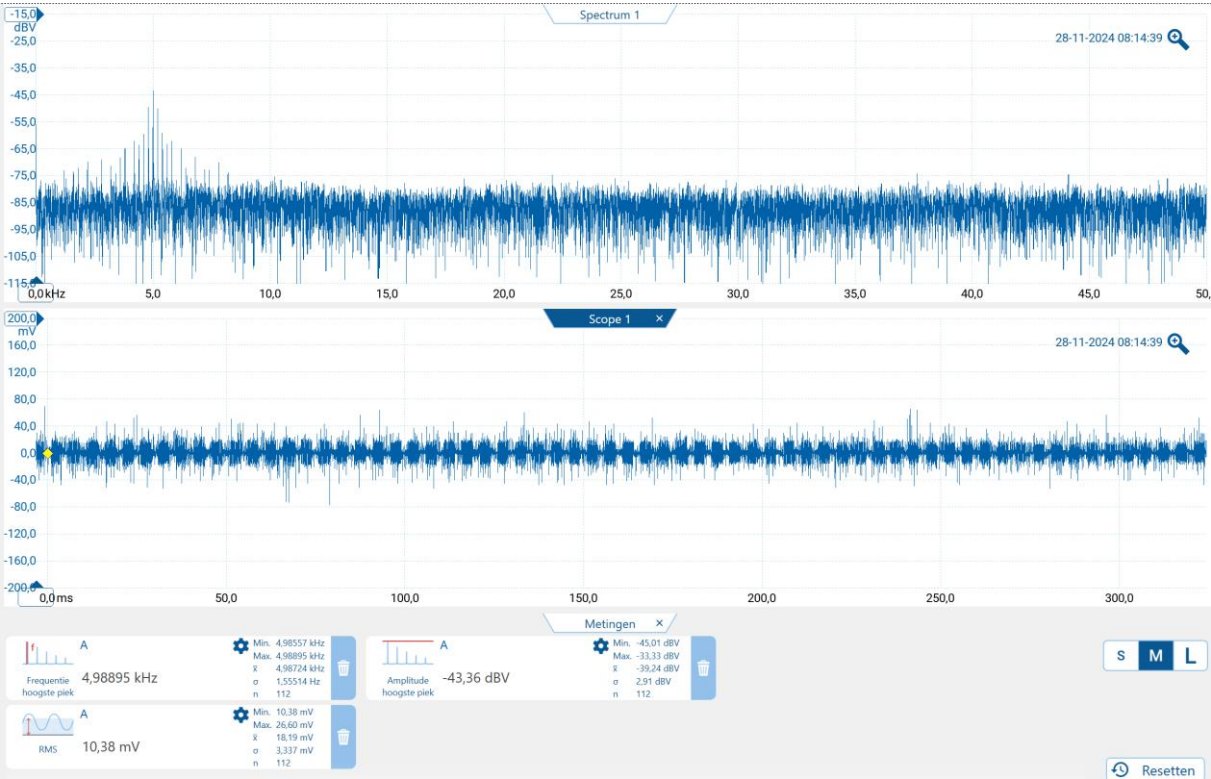


Meting centrale frame melkstal / betonvloer

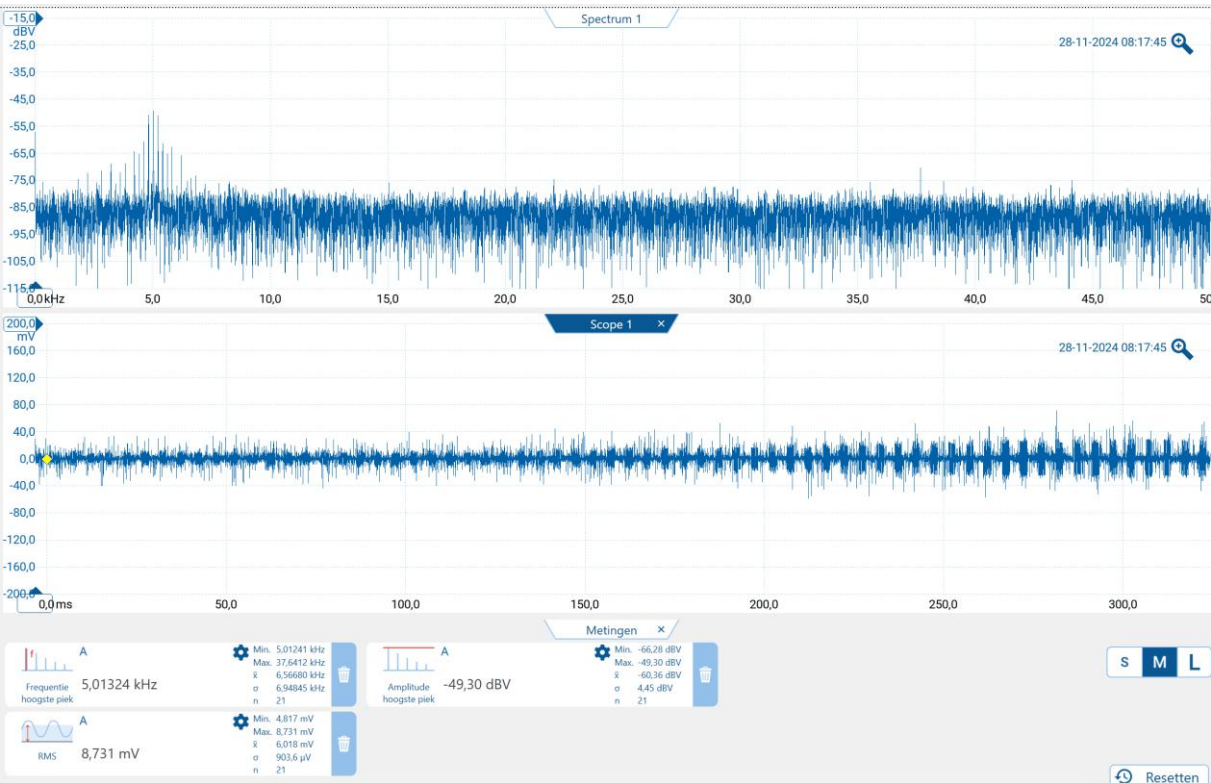


Bjlage 4.1.3 Metingen afname systeem GEA

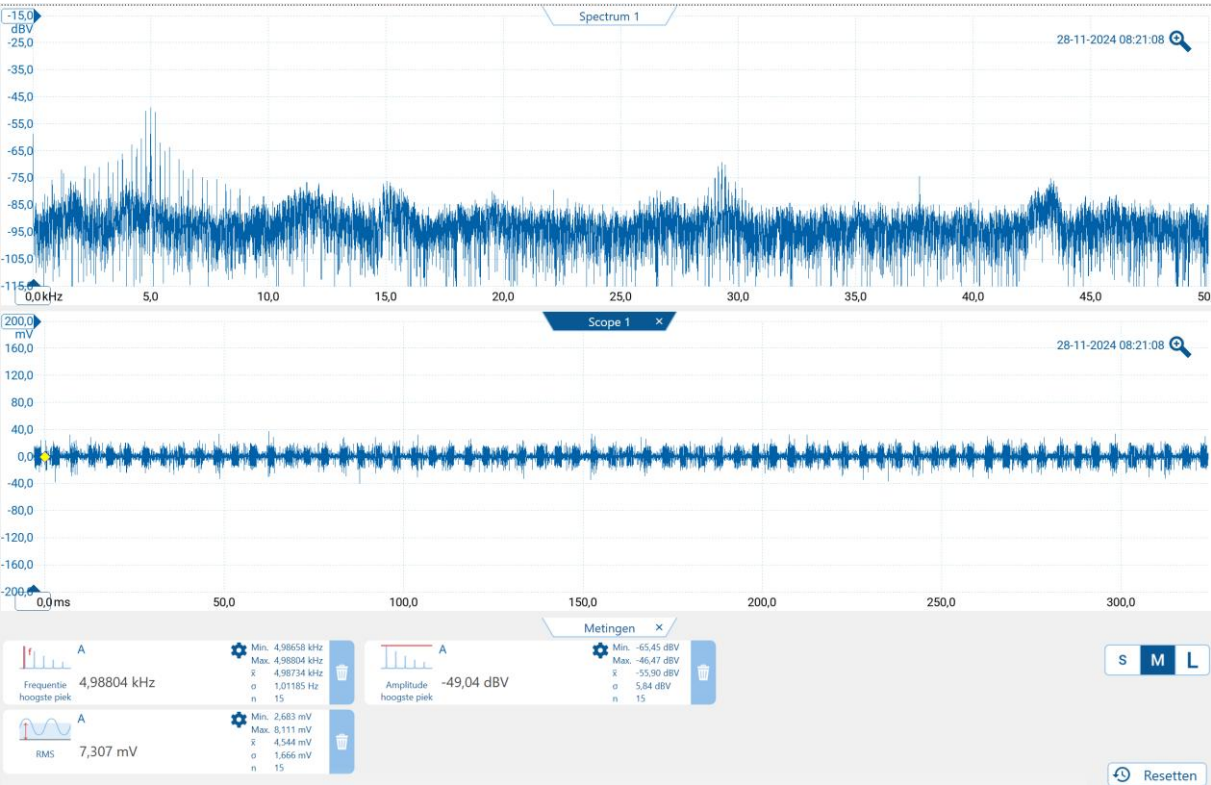
Meting frame melkstal / buisje in melkslang op stand 1



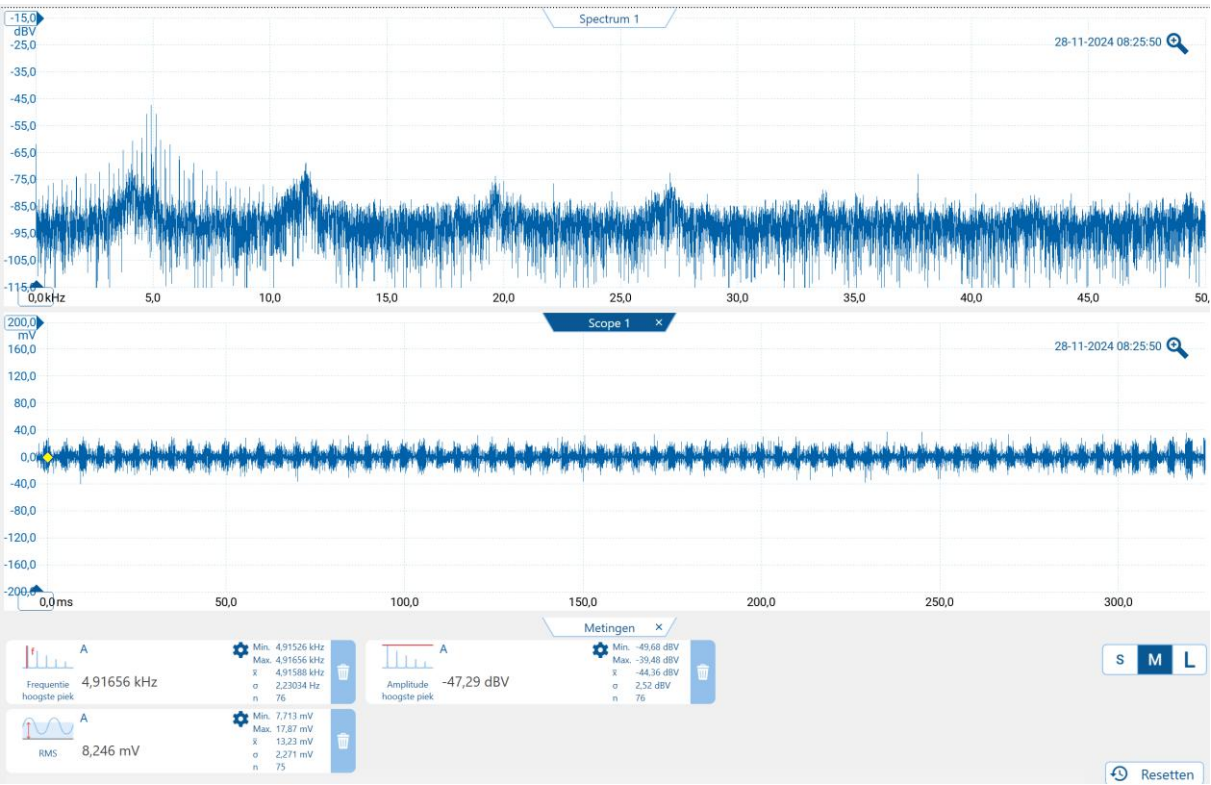
Meting frame melkstal / buisje in melkslang op stand 37



Meting frame melkstal / buisje in melkslang stand 2

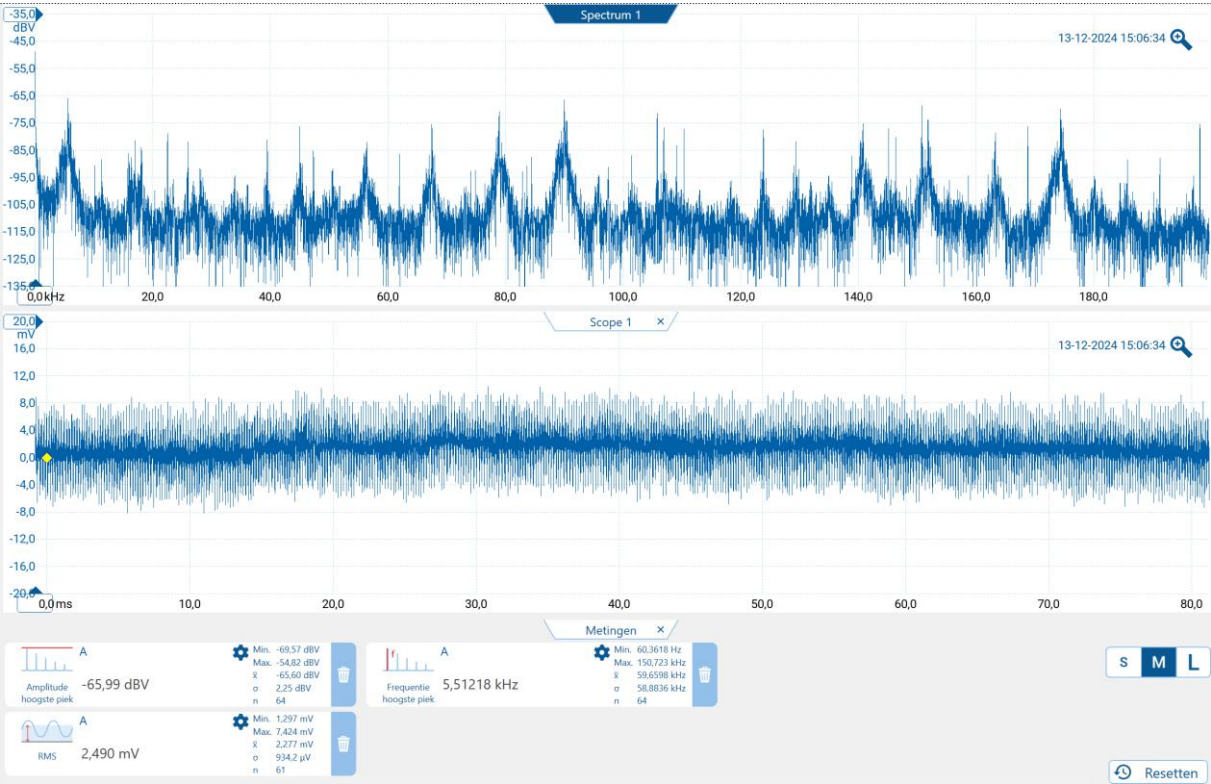


Meting frame melkstal / buisje in melkslang bij stand 38

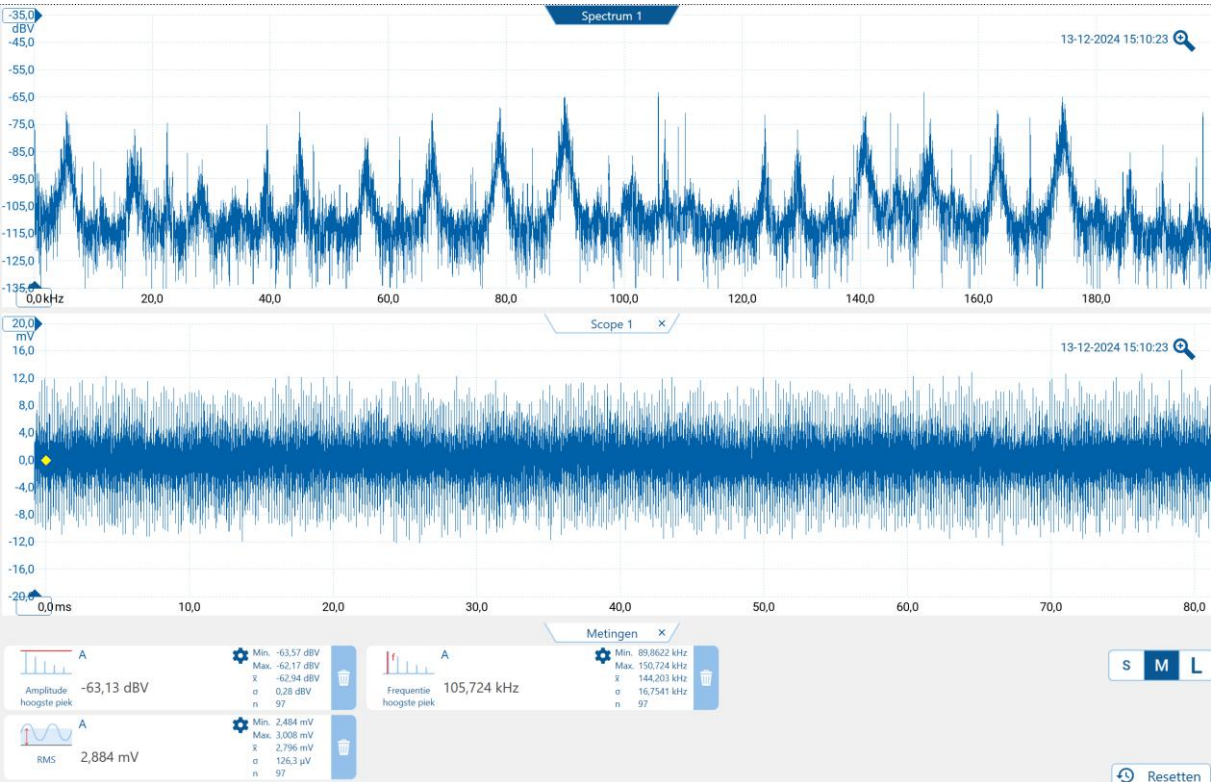


Bijlage 4.3 Meting zwerfspanning stal

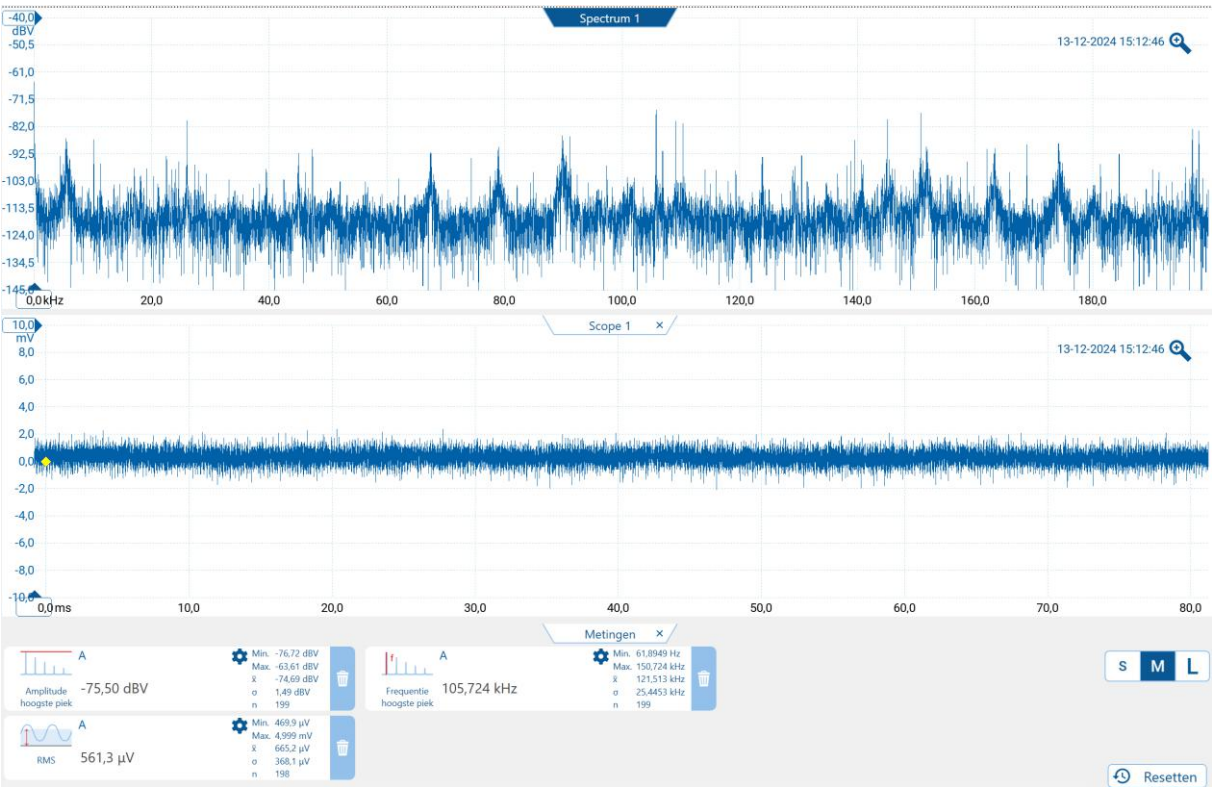
1 Spanningsmeting tussen voerhek linksvoor /betonvloer



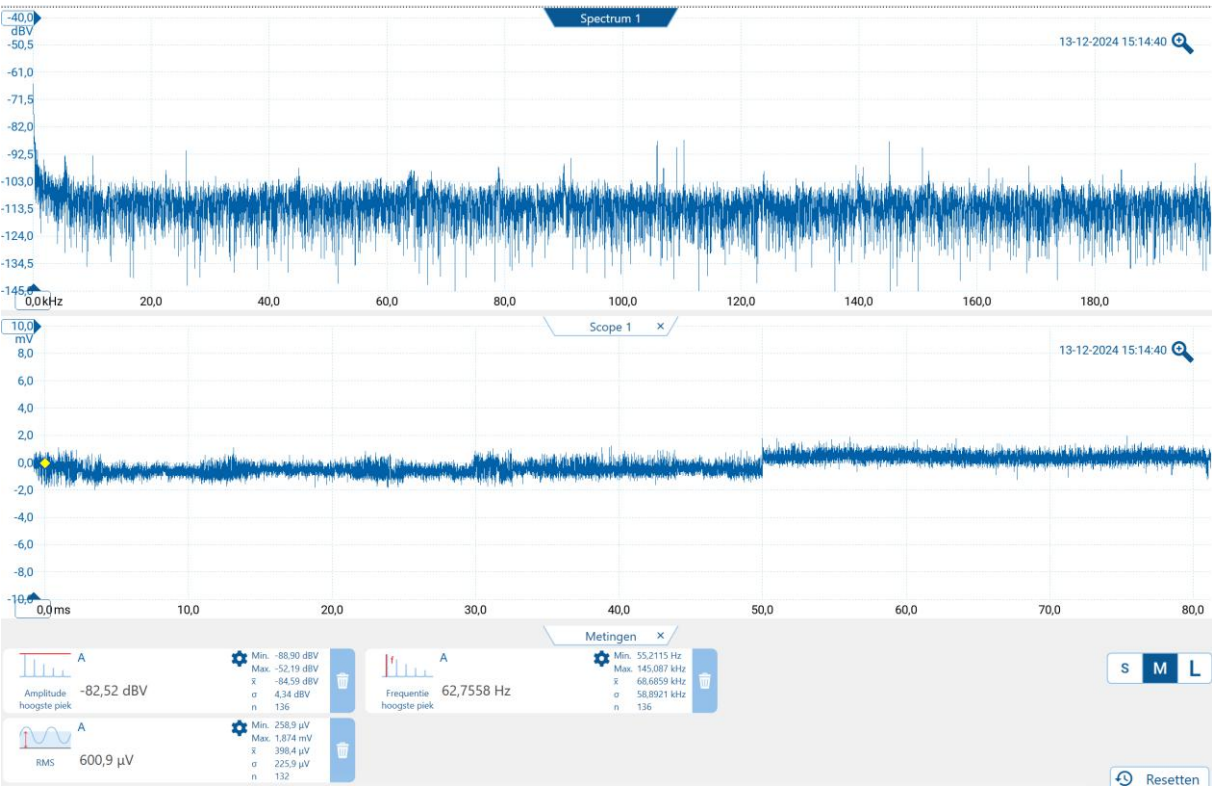
2 Spanningsmeting tussen voerhek rechtsvoor /betonvloer



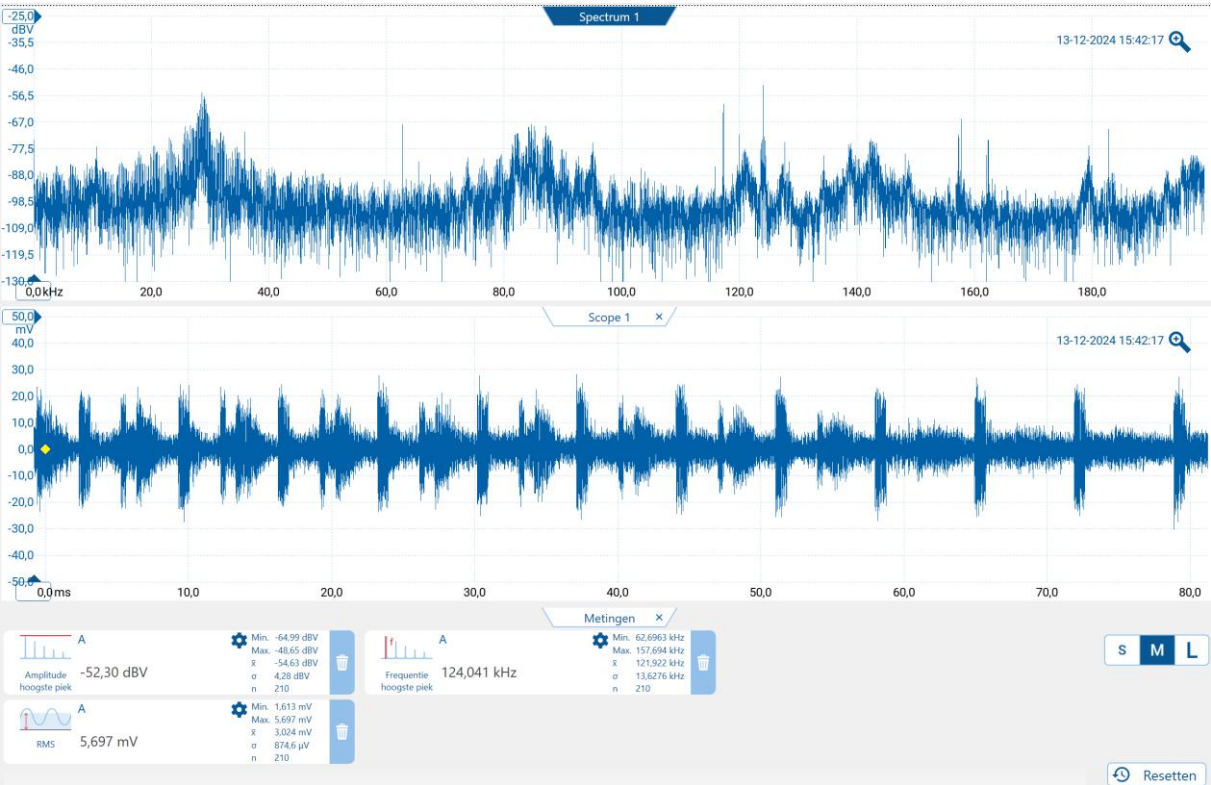
3 Spanningsmeting tussen voerhek linksachter /betonvloer



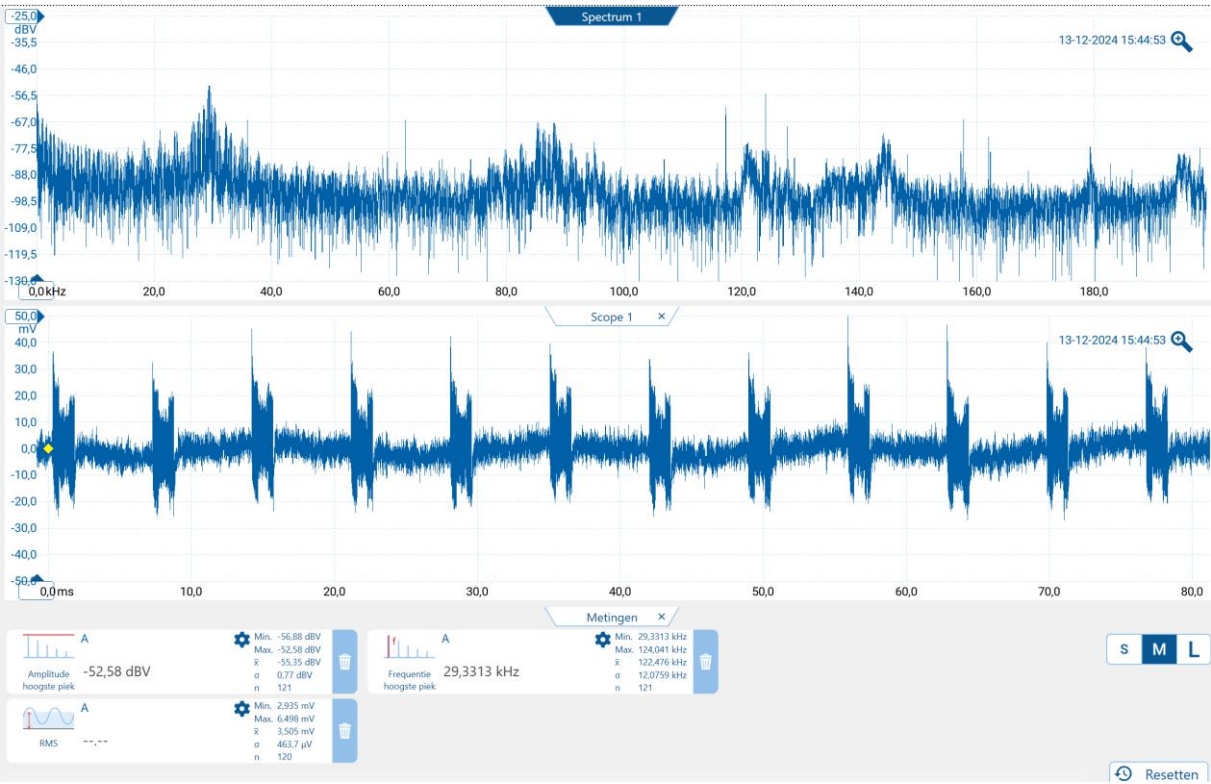
4 Spanningsmeting tussen voerhek rechtsachter /betonvloer



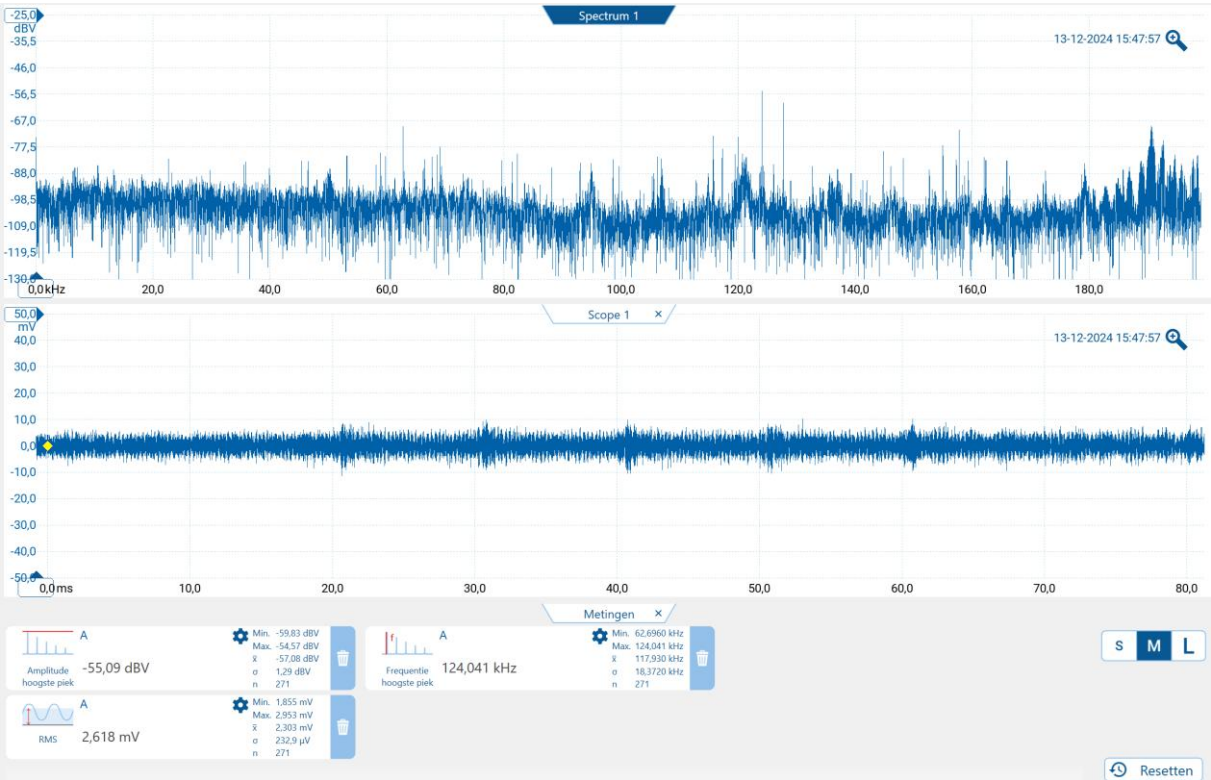
5 Spanningsmeting tussen middelste waterbak rechter achterste helft /betonvloer



6 Spanningsmeting tussen middelste waterbak rechter achterste helft /betonvloer zonder kunstgeit

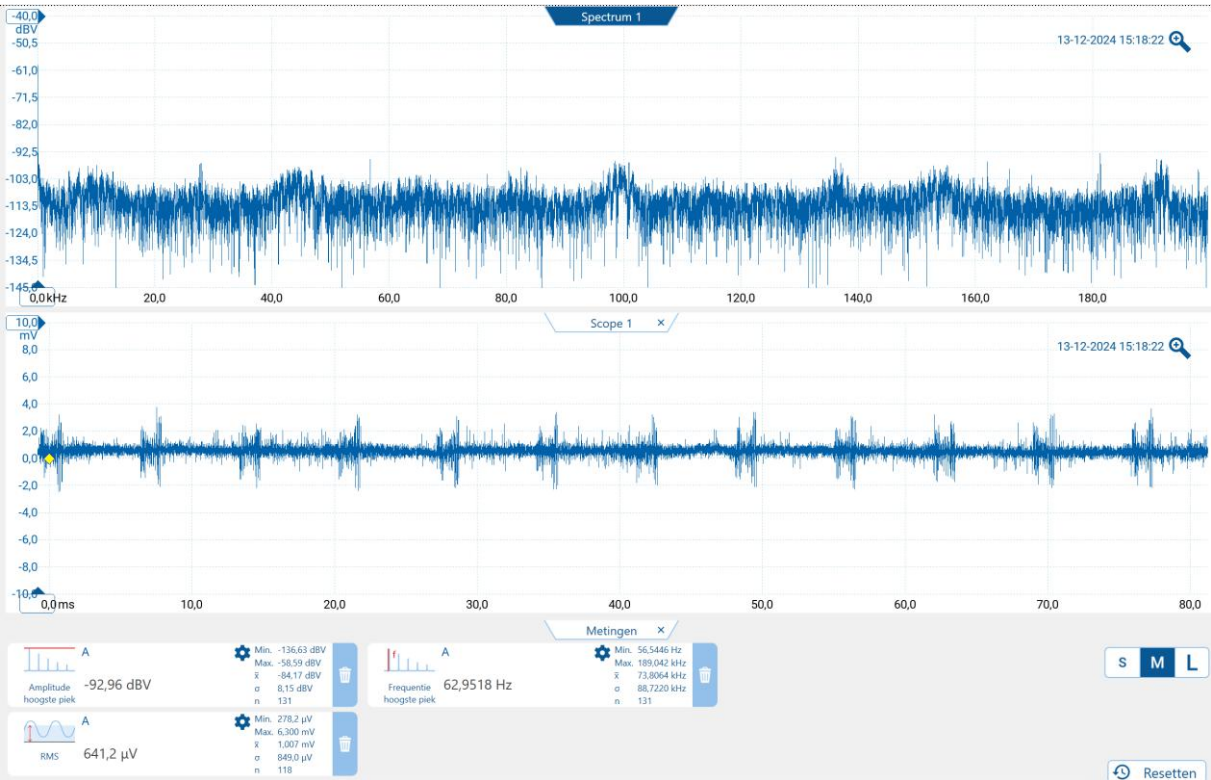


7 Spanningsmeting tussen tweede drinkbakje achterste helft rechts /betonvloer

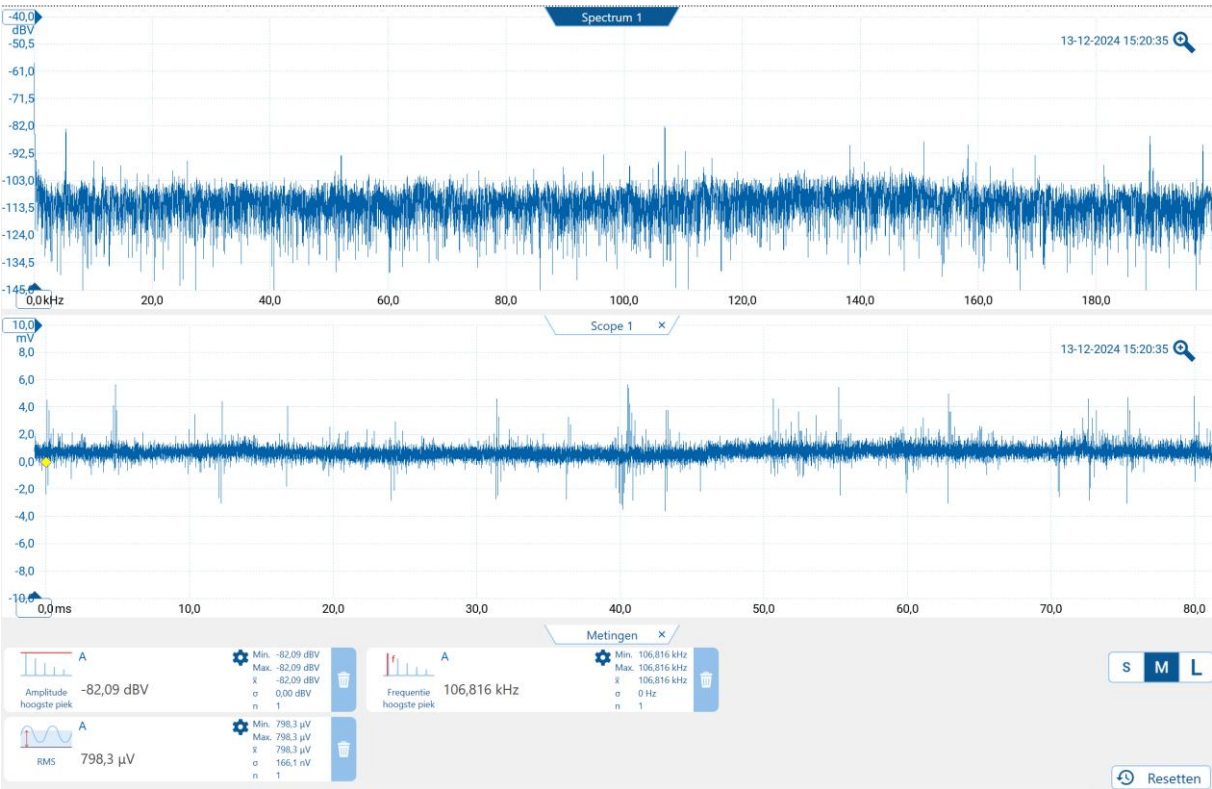


Poging om rondpompsysteem aan en uit te zetten geen effect op spanningsmeting

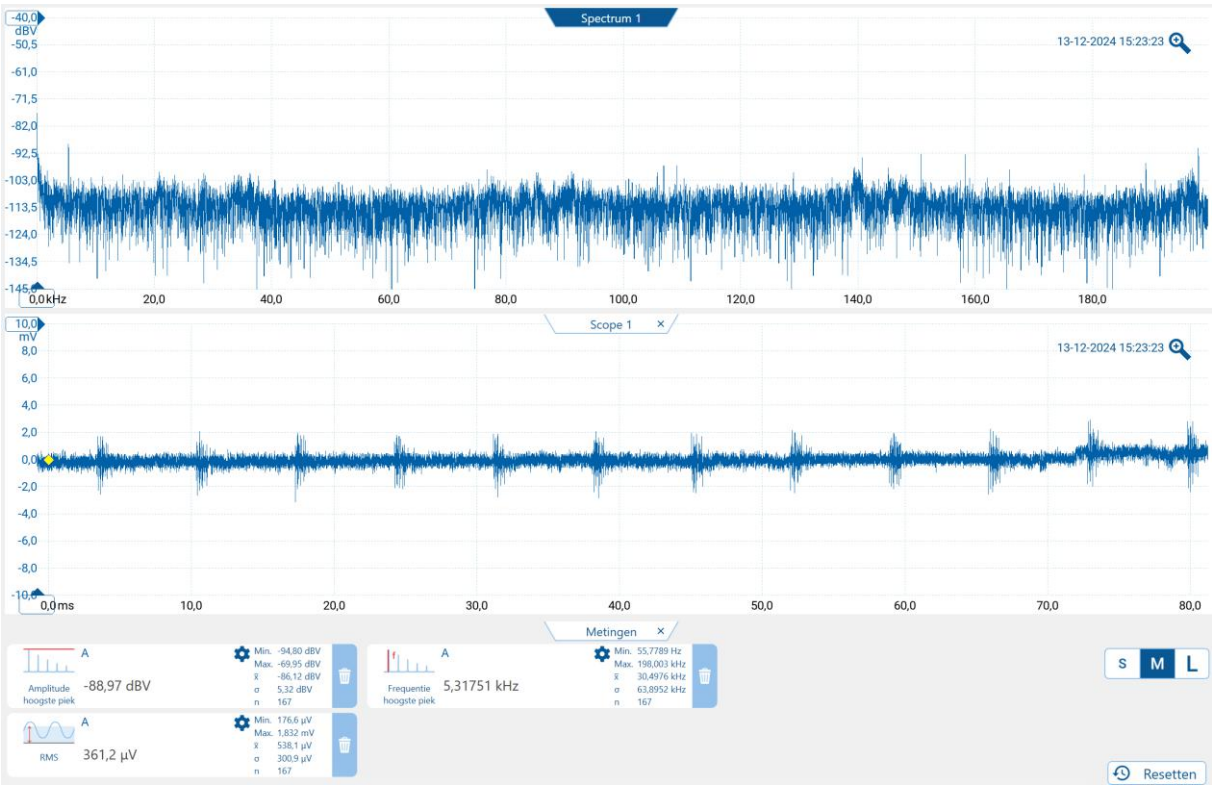
8 Spanningsmeting jongveestal voerhek rechtsvoor /betonvloer



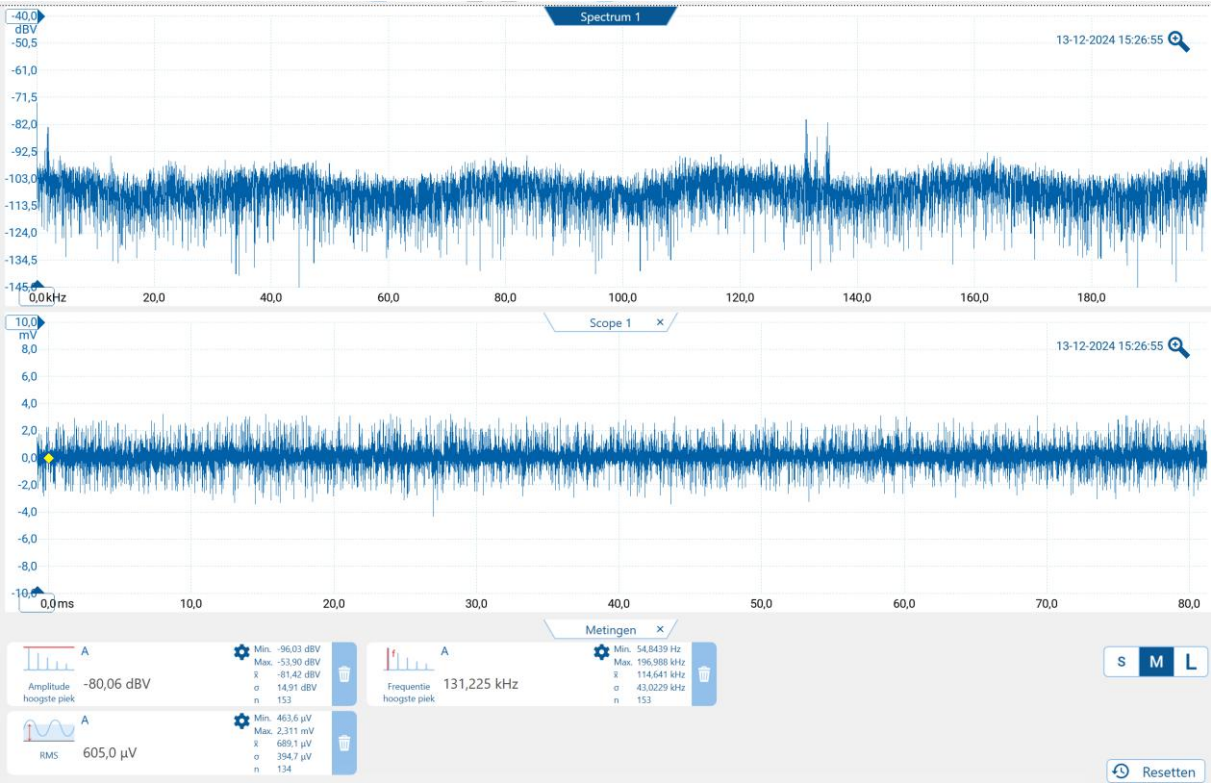
9 Spanningsmeting Jongveestal Staalconstructie /betonvloer



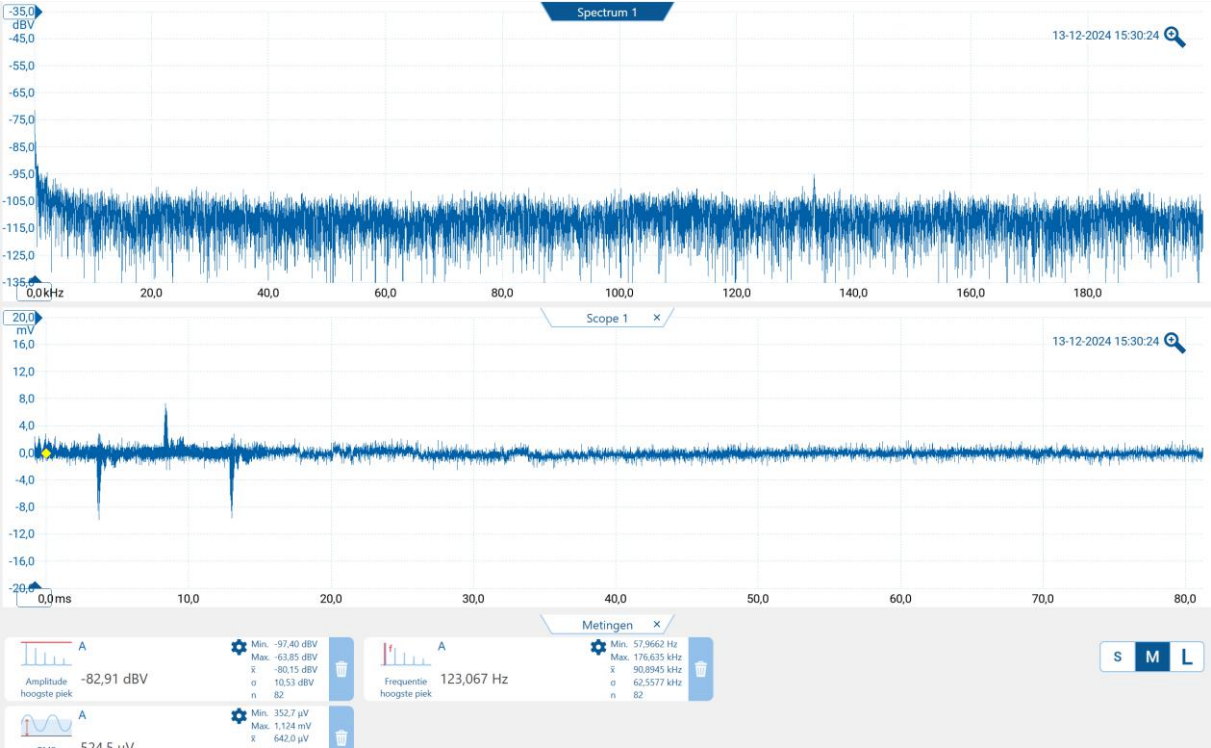
10 Spanningsmeting Jongveestal tussen voerhek + bewuste waterbak linksvoor /betonvloer



11 Spanningsmeting jongveestal afdeling 2 tussen hekwerk /betonvloer

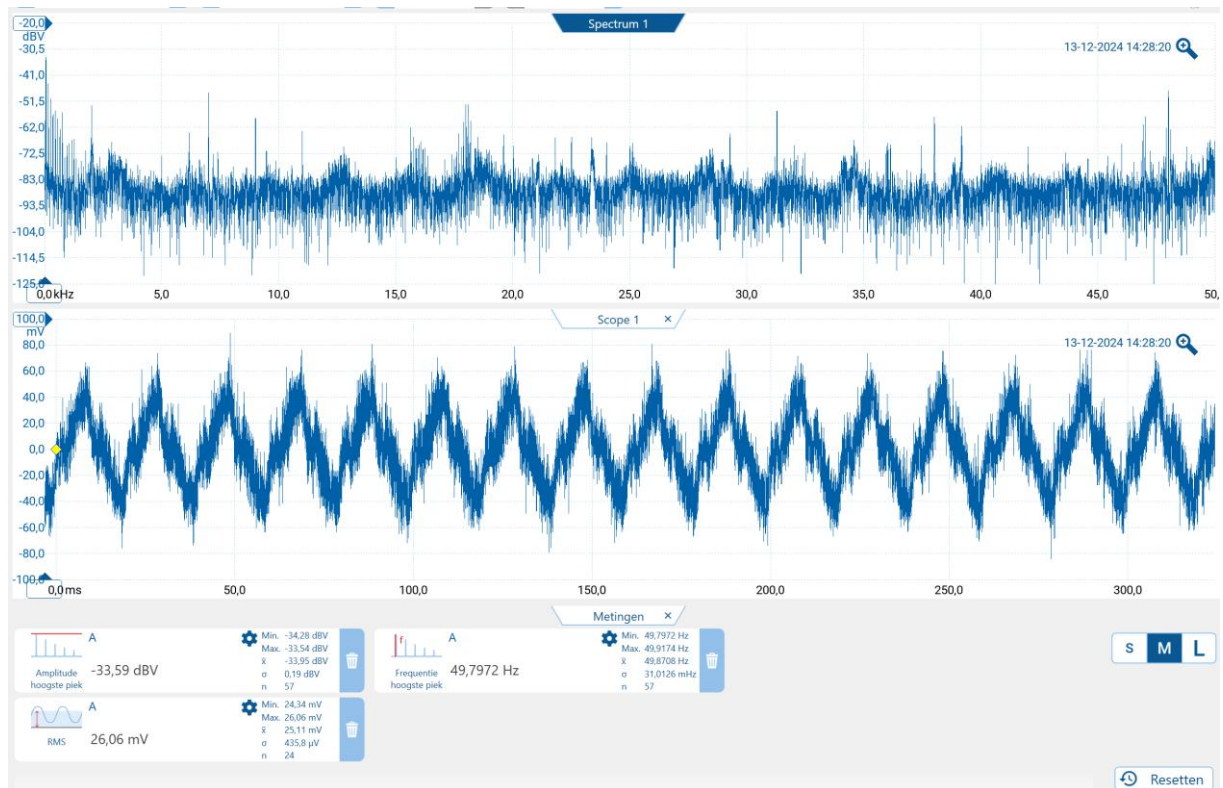


12 Spanningsmeting jongveestal afdeling 2 tussen hekwerk /betonvloer

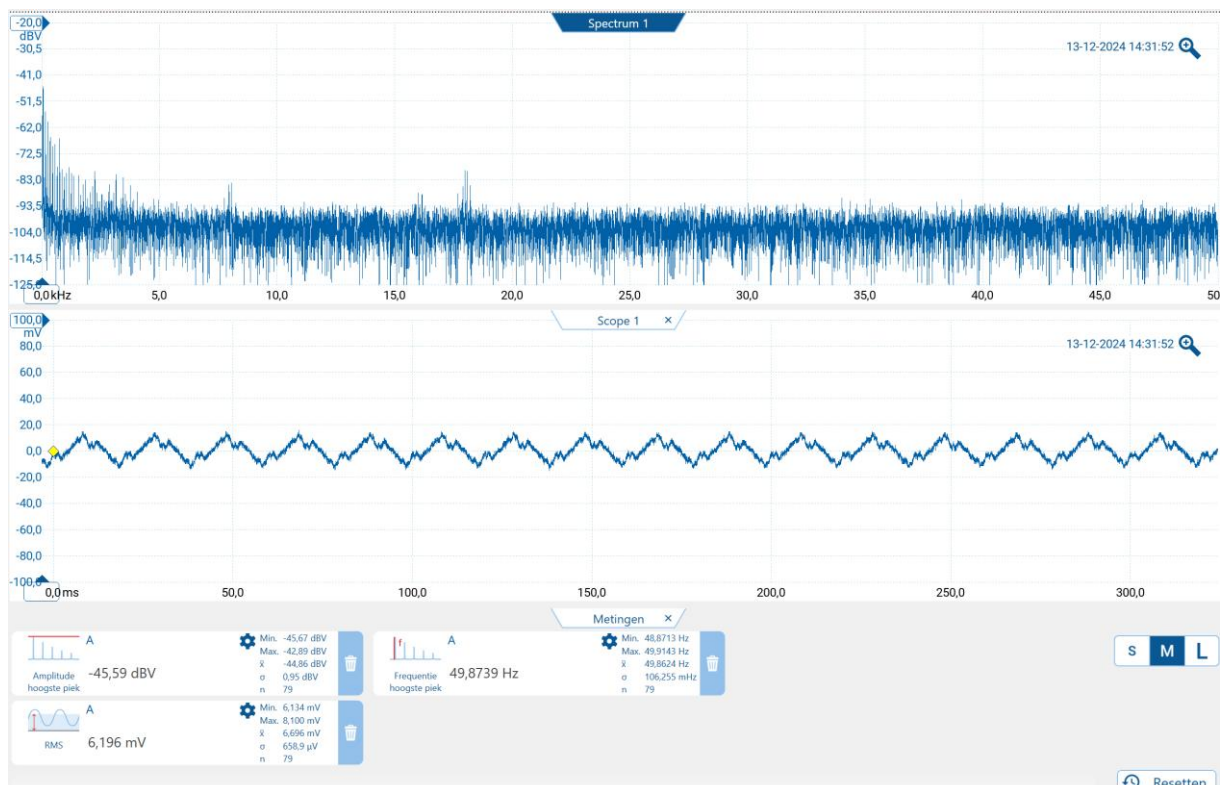


Bijlage 4.5 Meting veiligheids aarding hoofdverdeelinrichting stal

Zwerfspanningsmeting op aardelektrode hoofdverdeelinrichting



Stroommeting aardelektrode hoofdverdeelinrichting

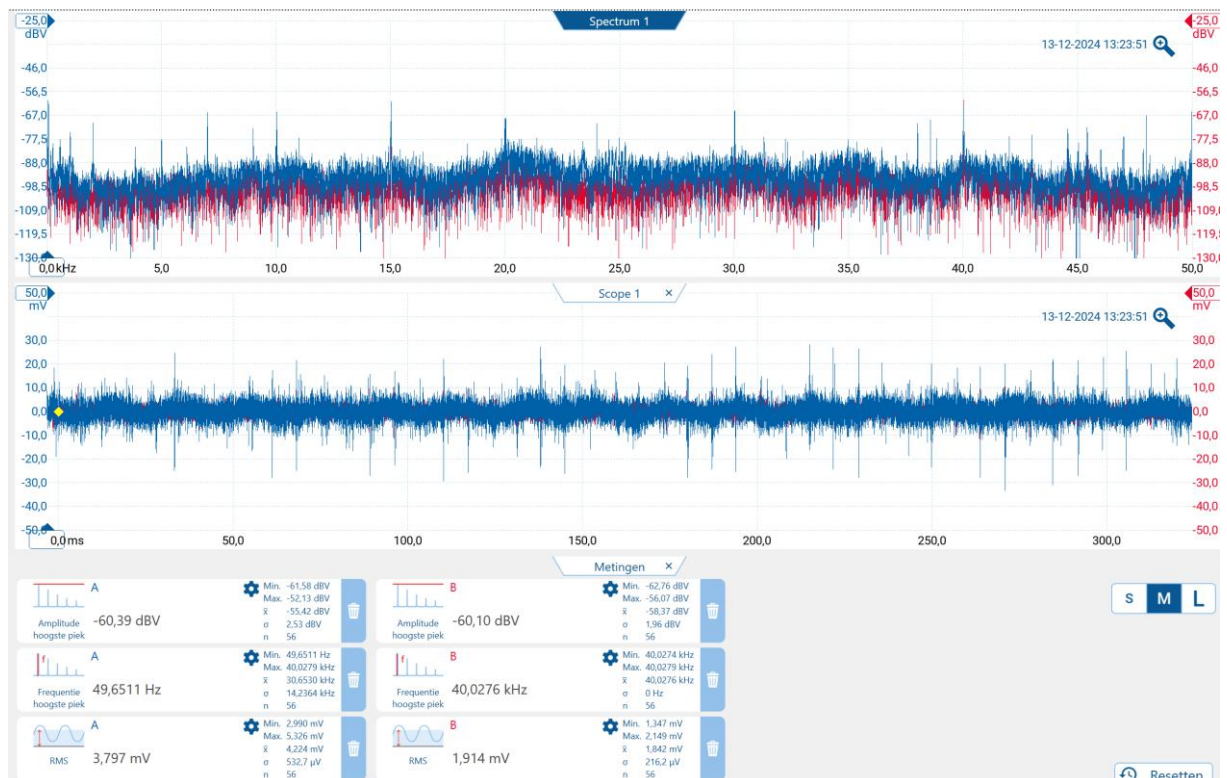


Bijlage 4.6 Metingen zwerfspanningen rondom stal bedrijf B

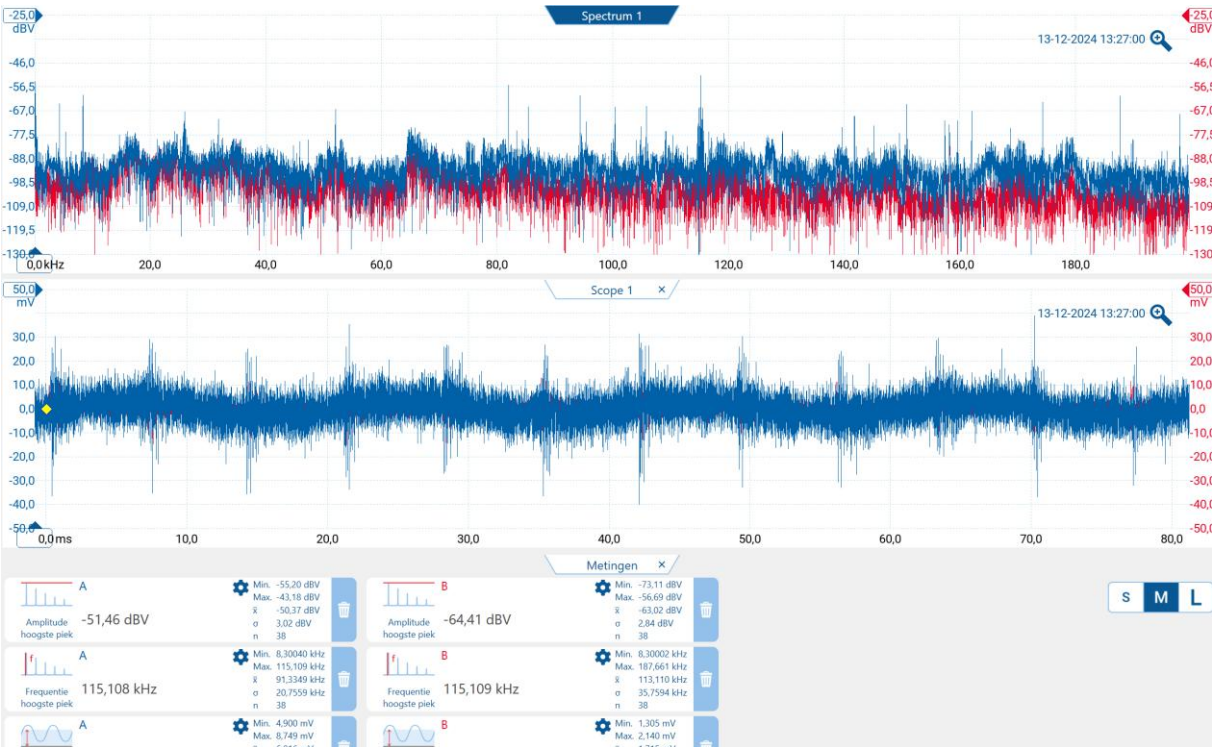
Zwerfspanningsmeting voor stal in dwarsrichting stal frequentiedomein 0 tot 200 kHz



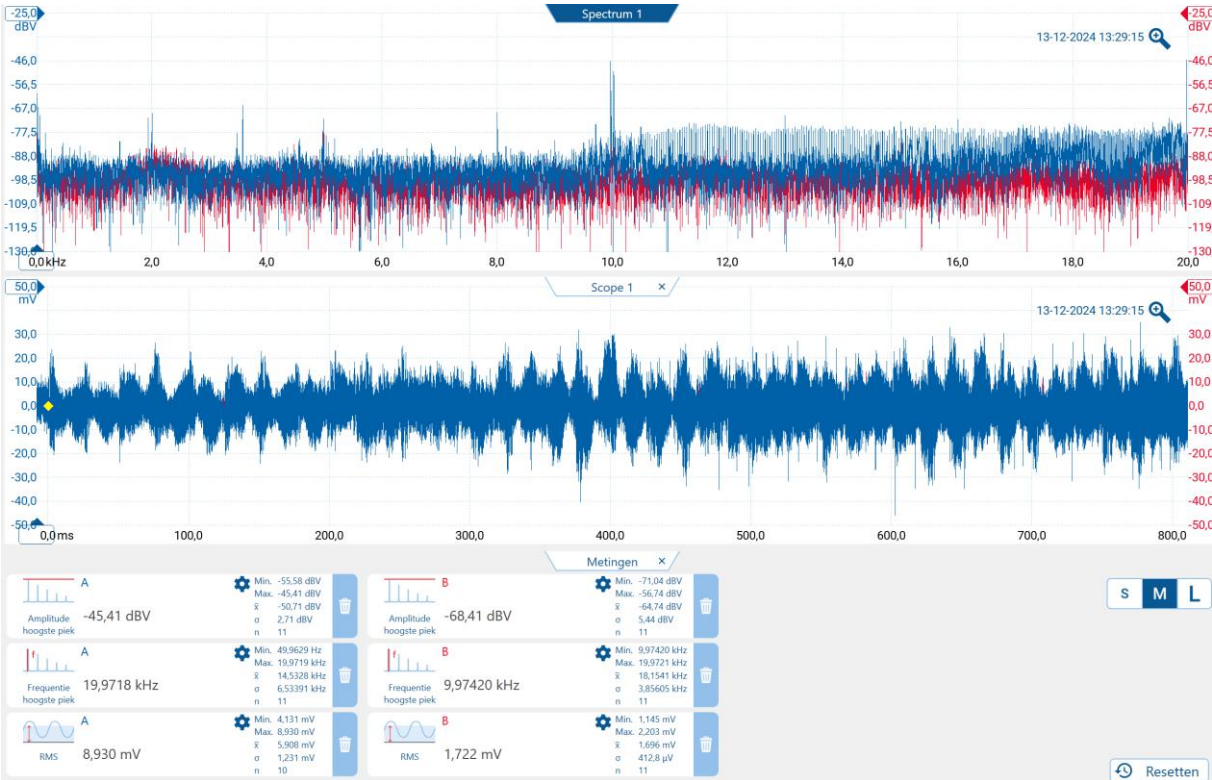
Zwerfspanningsmeting voor stal in dwarsrichting stal frequentiedomein 0 tot 50kHz



Zwerfspanningsmeting voor stal in lengterichting stal frequentiedomein 0 tot 200 kHz



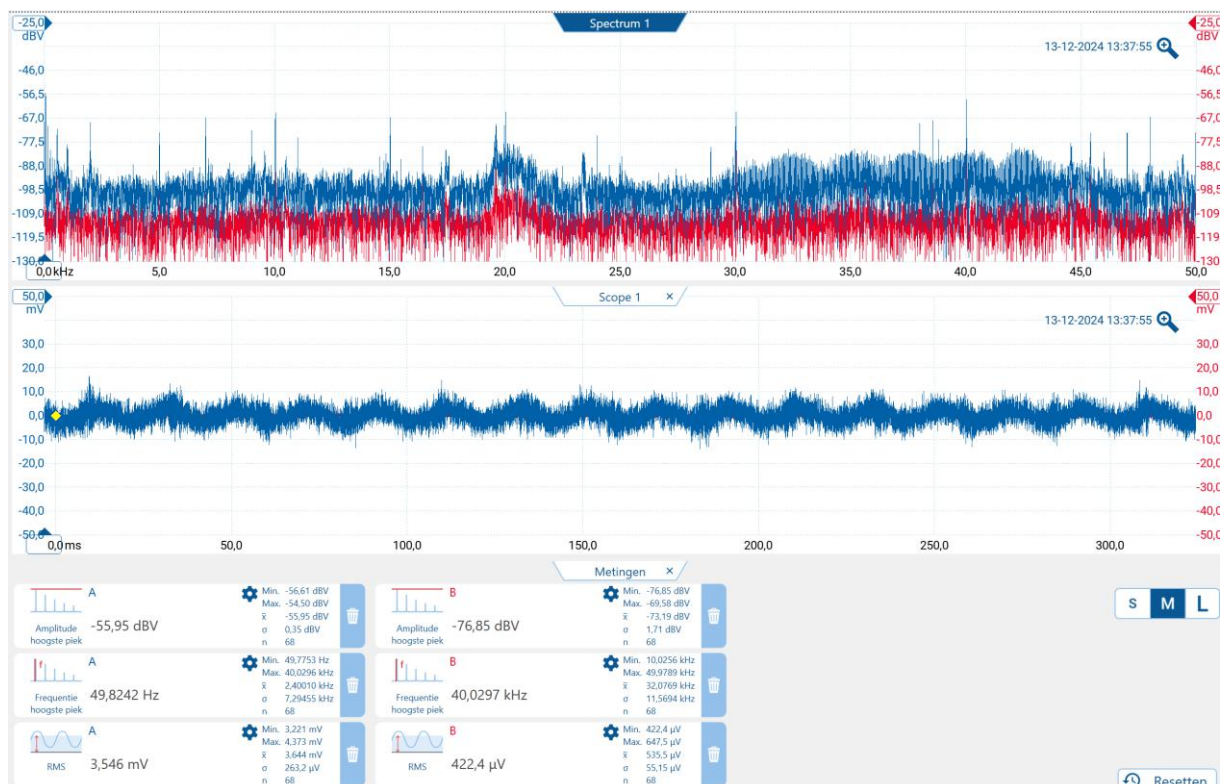
Zwerfspanningsmeting voor stal in lengterichting stal frequentiedomein 0 tot 50 kHz



Zwerfspanningsmeting naast stal in dwarsrichting stal frequentiedomein 0 tot 200 kHz



Zwerfspanningsmeting naast stal in dwarsrichting frequentiedomein 0 tot 50 kHz



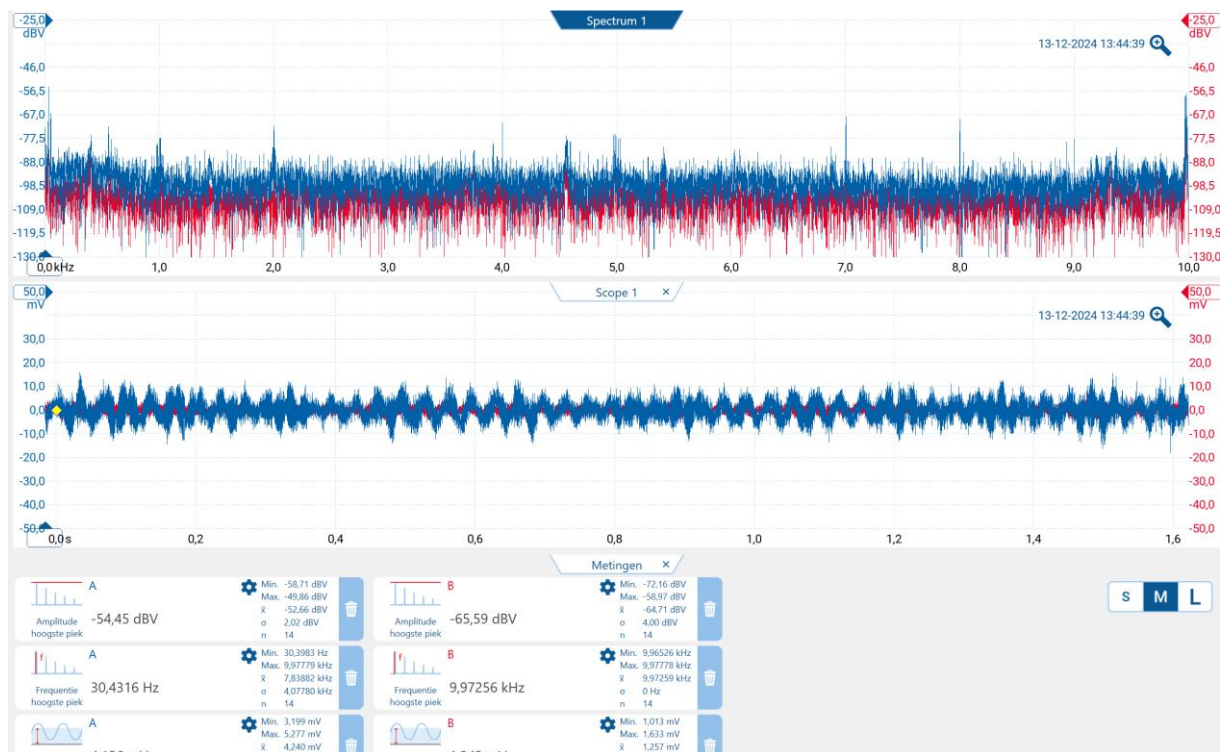
Zwerfspanningsmeting naast stal in lengterichting stal frequentiedomein 0 tot 200 kHz



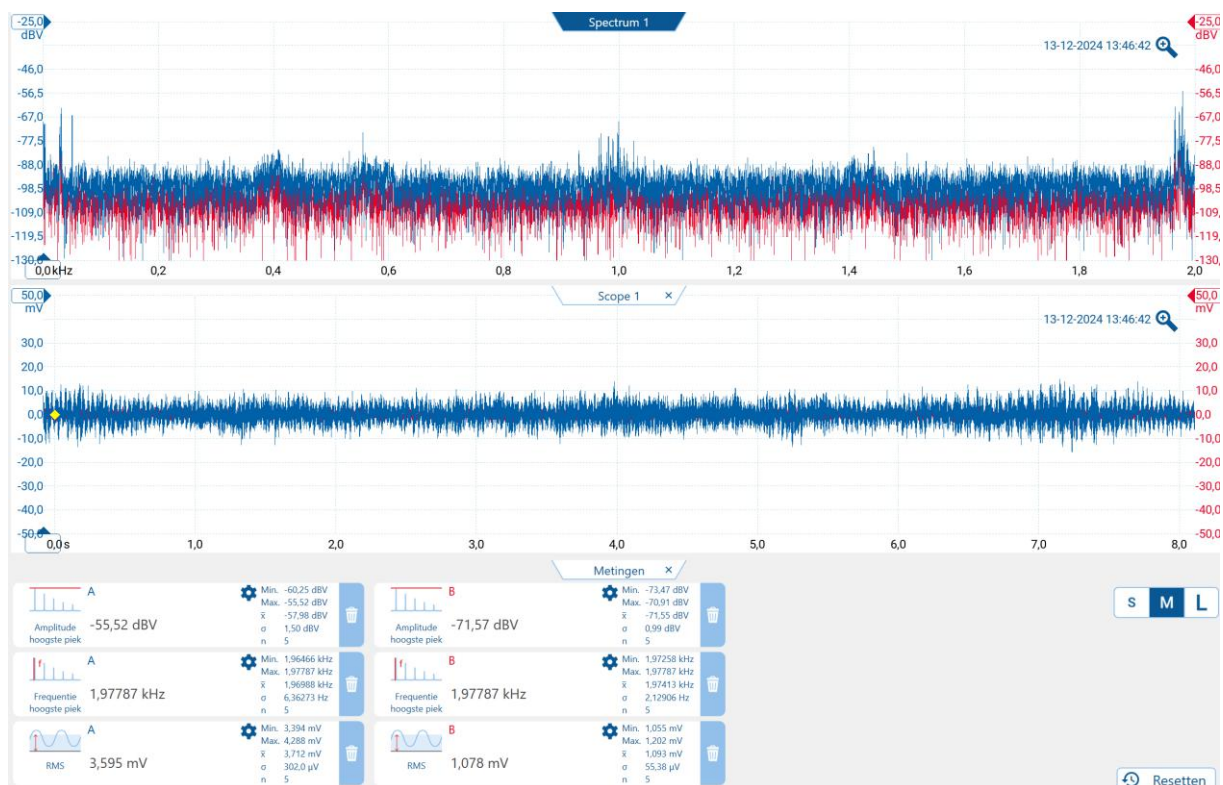
Zwerfspanningsmeting naast stal in lengterichting stal frequentiedomein 0 tot 50 kHz



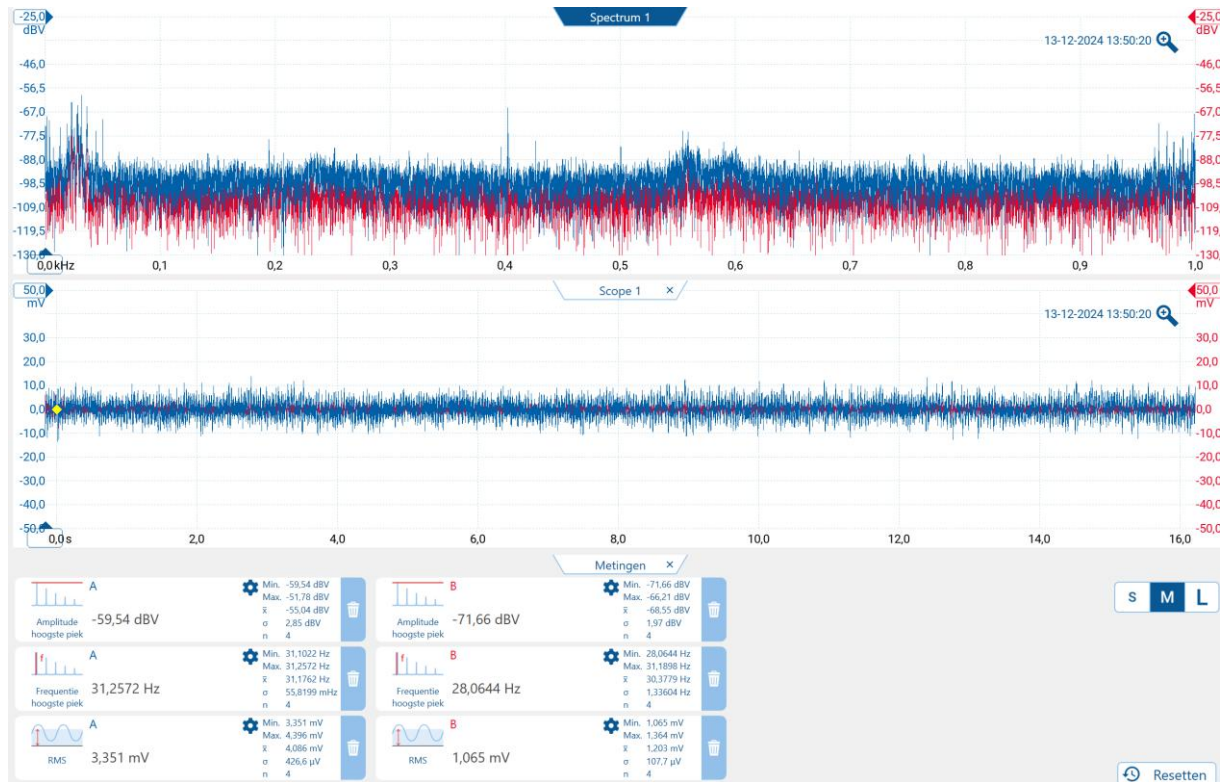
Zwerfspanningmeting naast stal in lengterichting stal frequentiedomein 0 tot 10 kHz



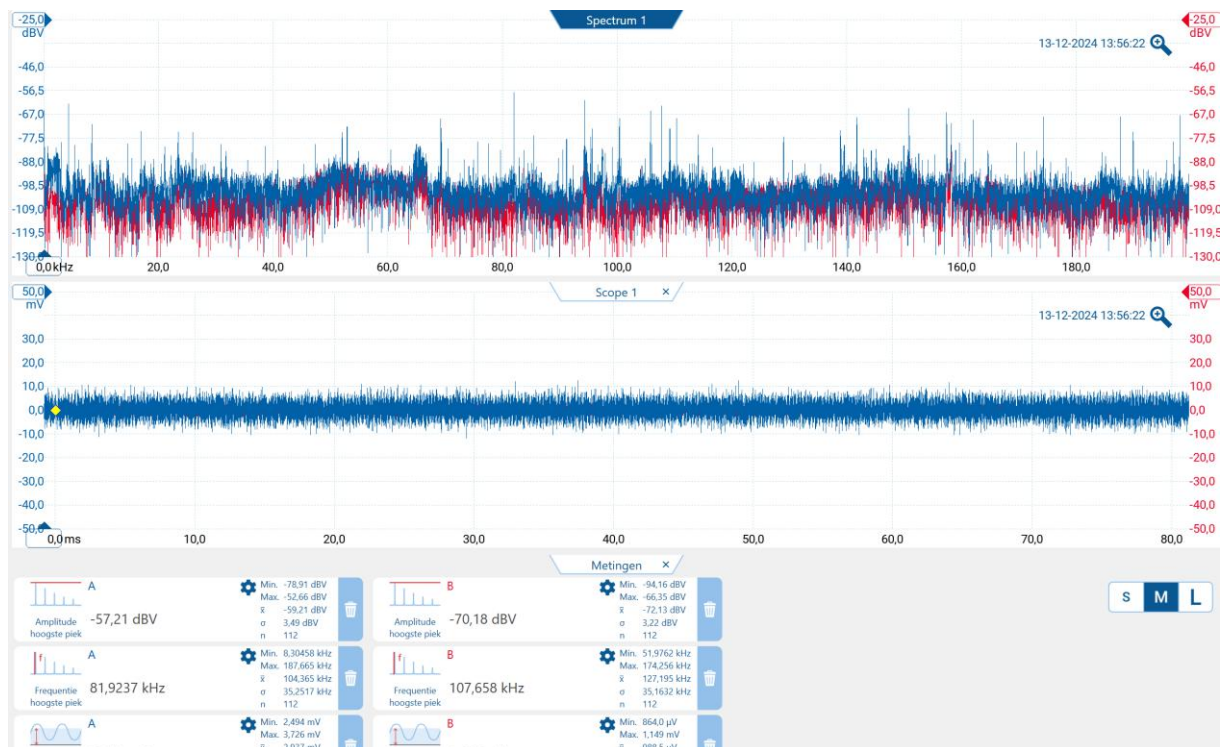
Zwerfspanningsmeting naast stal in lengterichting stal frequentiedomein 0 tot 2 kHz



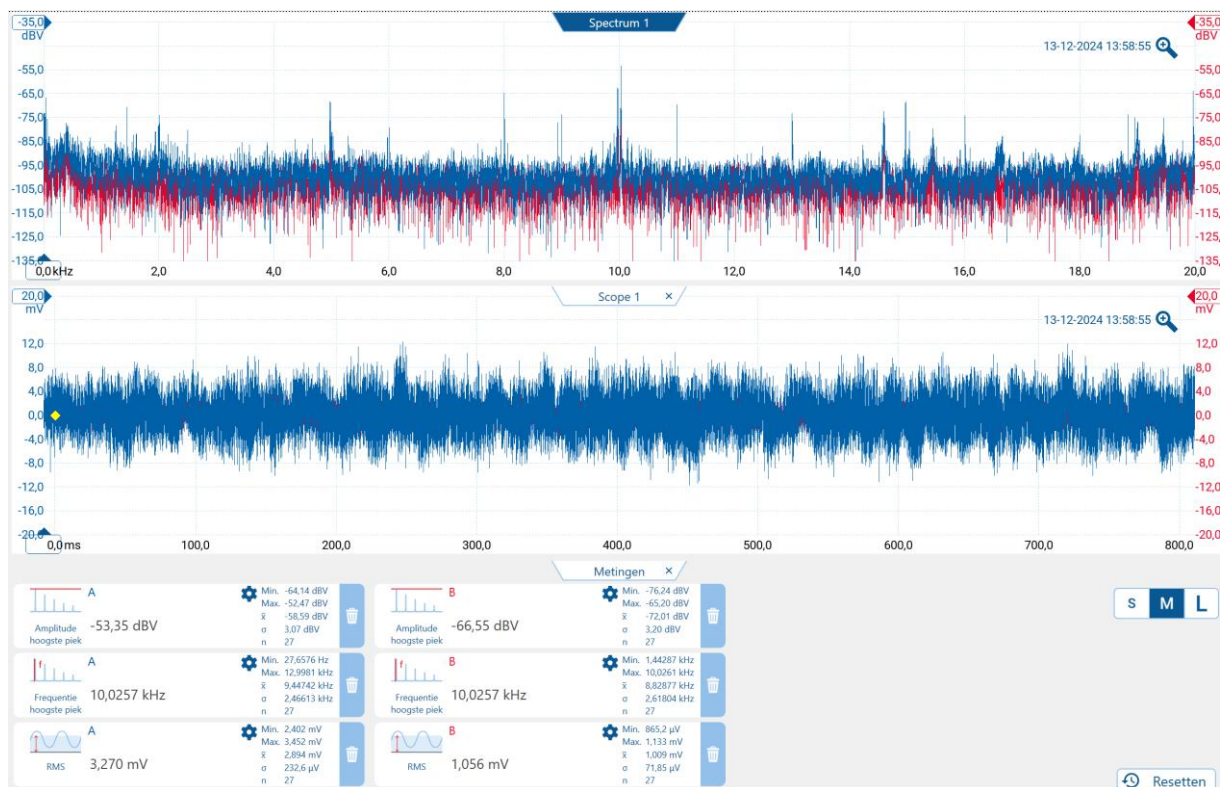
Zwerfspanningmeting naast stal in lengterichting stal frequentiedomien 0 tot 1 kHz



Zwerfspanningsmeting achter stal in dwarsrichting stal frequentiedomein 0 tot 200 kHz



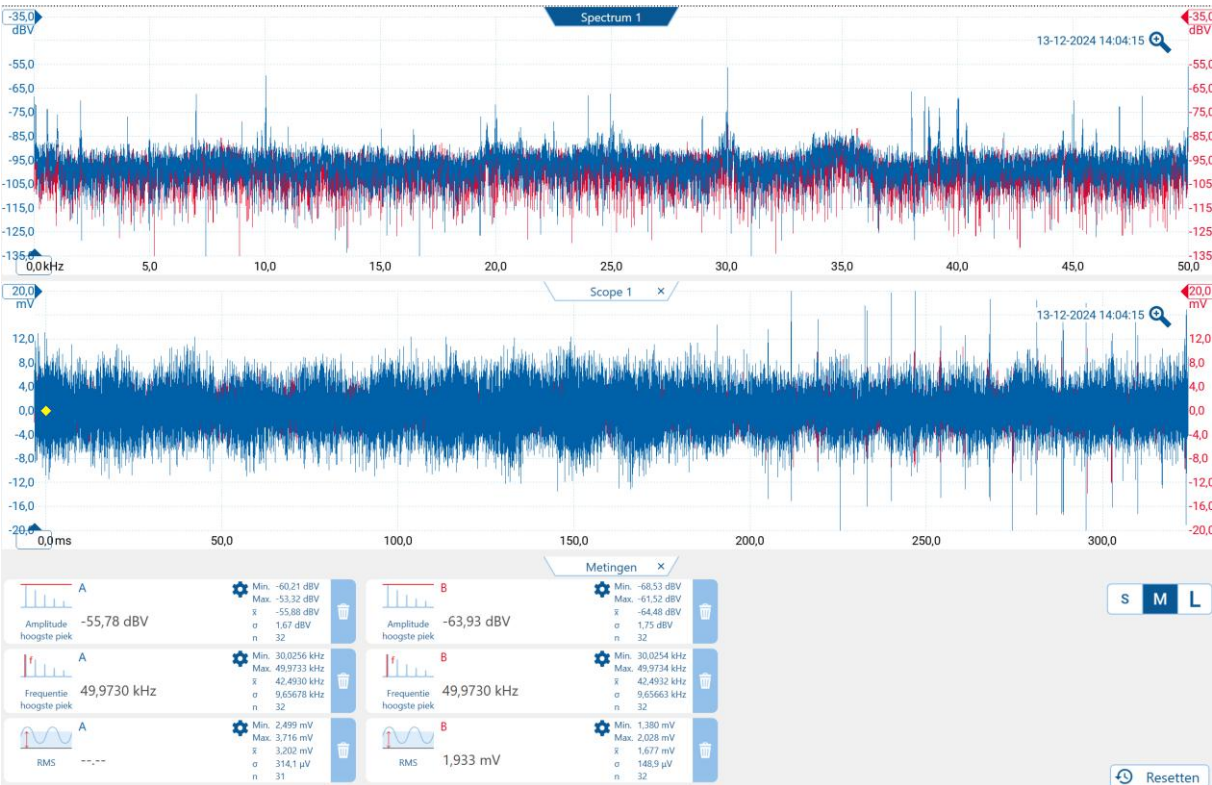
Zwerfspanningsmeting achter stal in dwarsrichting stal frequentiedomein 0 tot 20 kHz



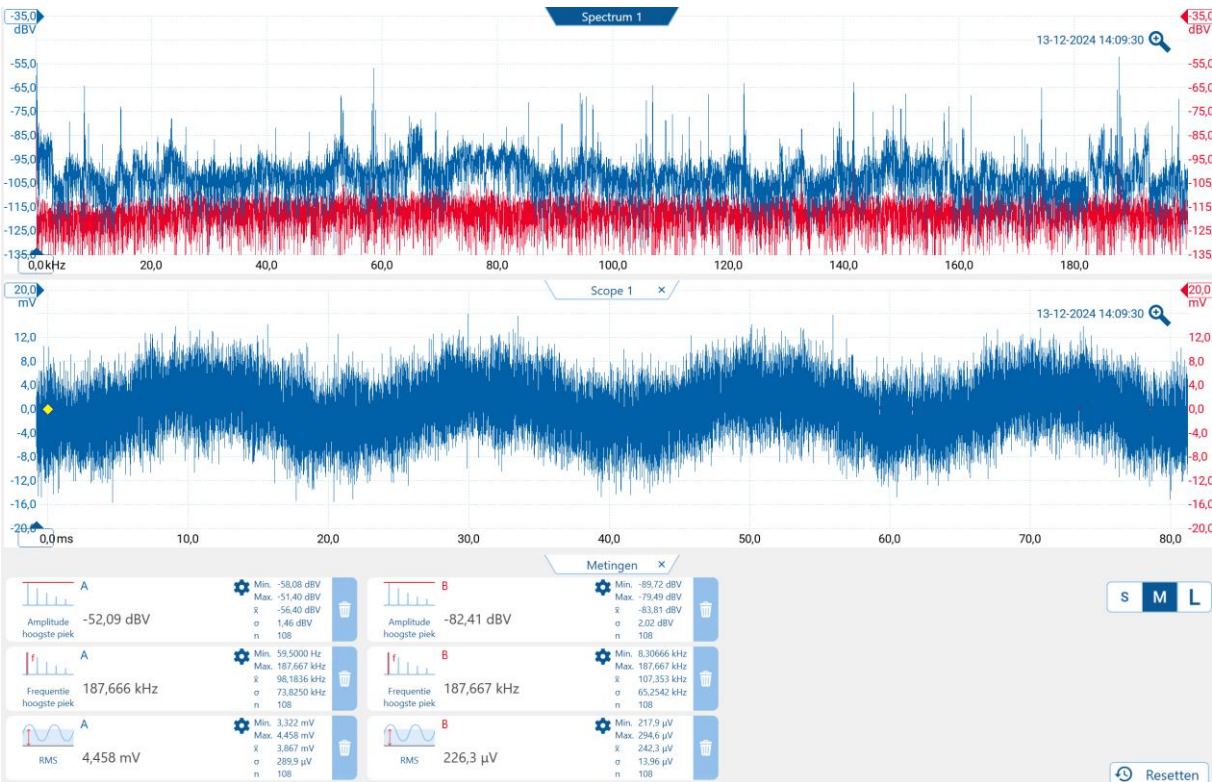
Zwerfspanningsmeting achter stal in lengterichting stal frequentiedomein 0 tot 200 kHz



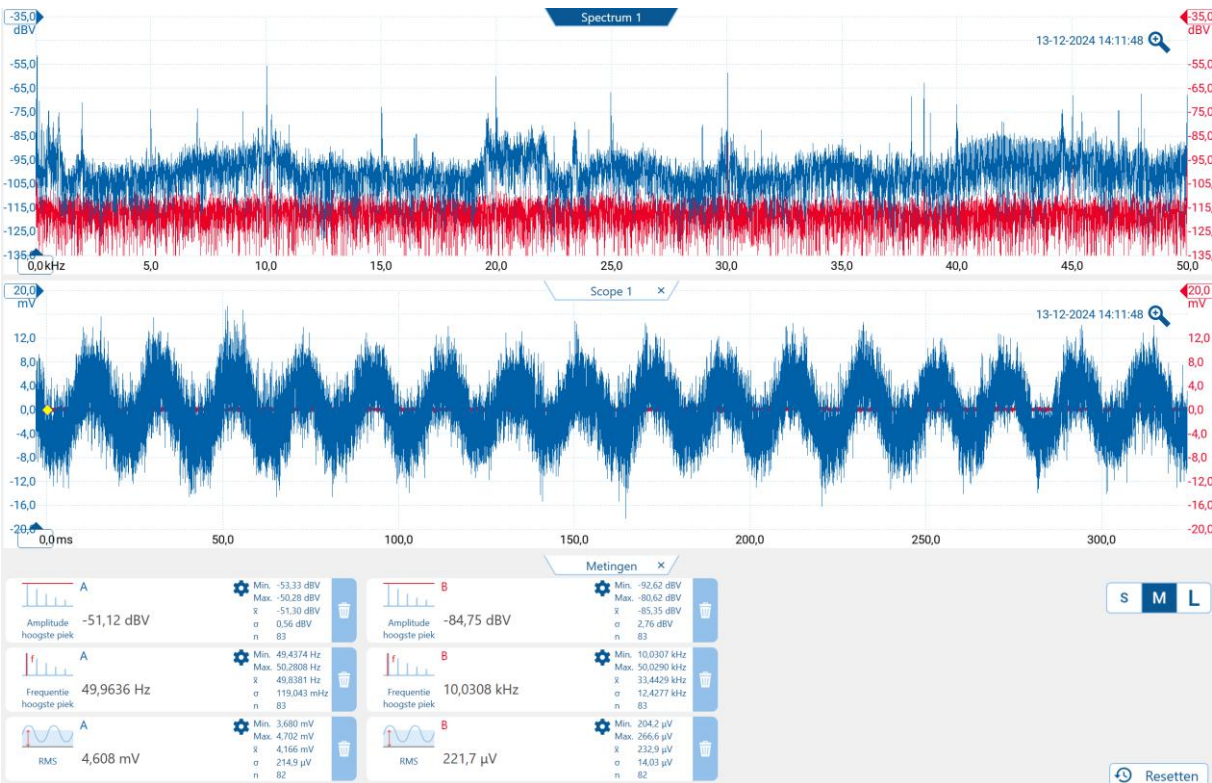
Zwerfspanningsmeting achter stal in lengterichting stal frequentiedomein 0 tot 50 kHz



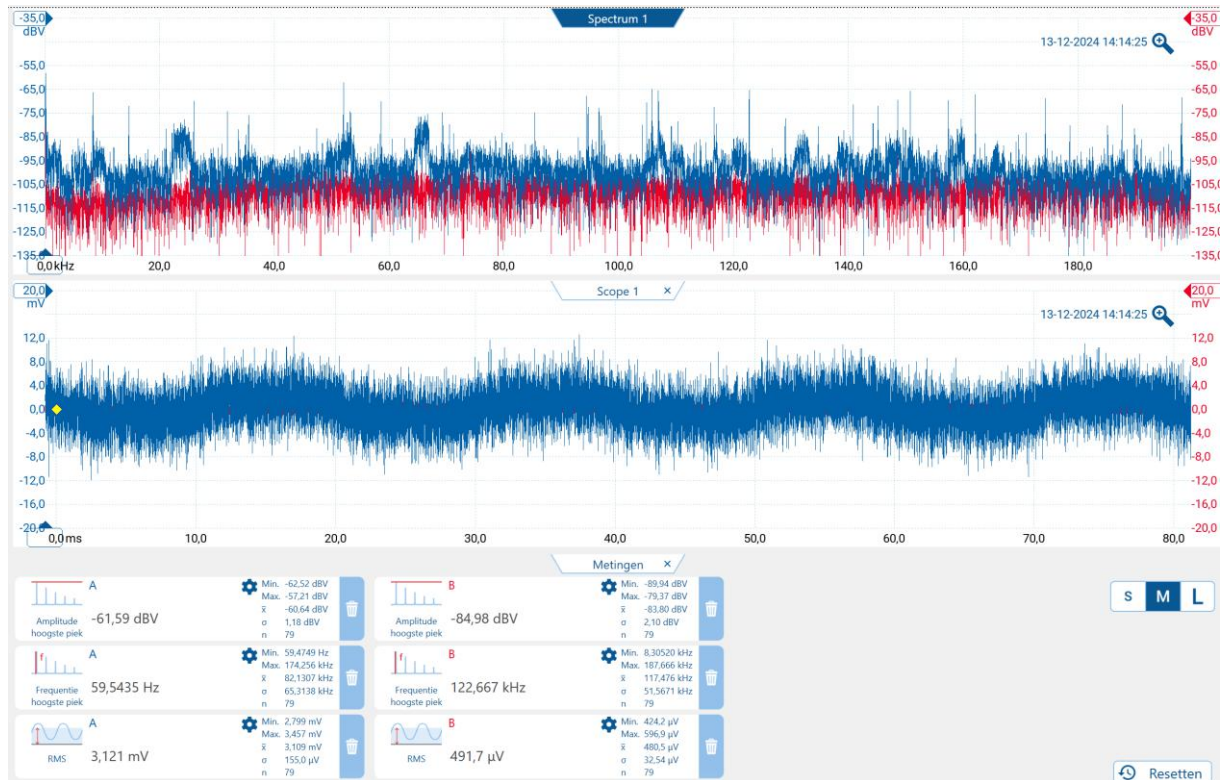
Zwerfspanningsmeting naast stal in dwarsrichting stal frequentiedomein 0 tot 200 kHz



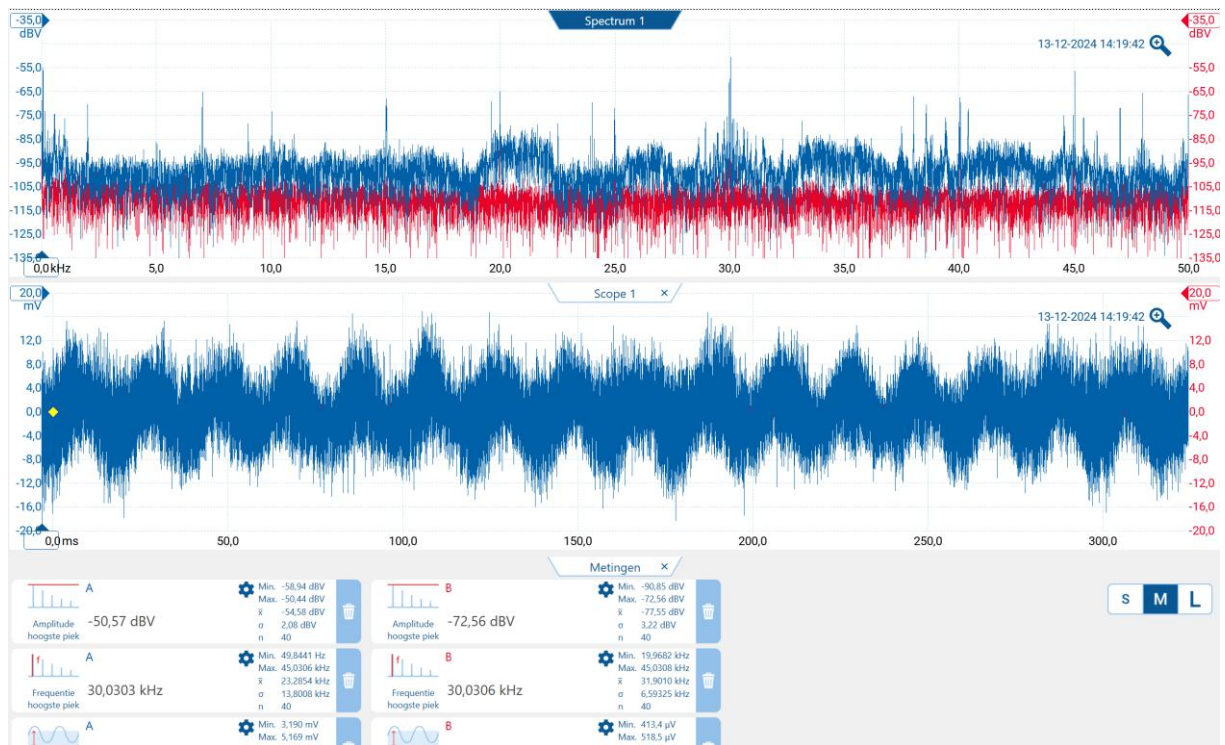
Zwerfspanningsmeting naast stal in dwarsrichting stal frequentiedomein 0 tot 50 kHz



Zwerfspanningsmeting naast stal in lengterichting stal frequentiedomein 0 tot 200 kHz



Zwerspanningsmeting naast stal in lengterichting stal frequentiedomein 0 tot 50 kHz



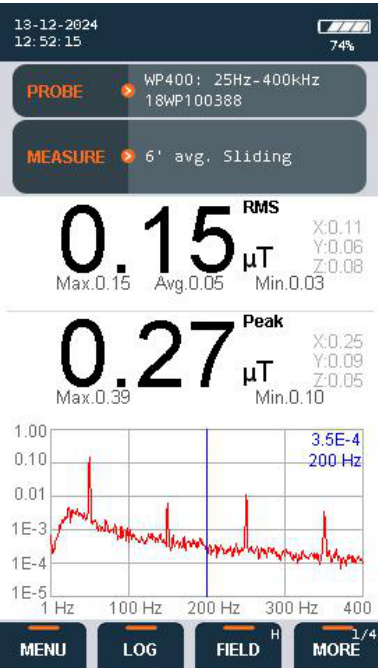
Bijlage 4.7 Veldsterkte metingen rondom bedrijf B

1 Veldsterkte meting boven hoogspanningskabel 23 kV naar de windmolens



H veld 0 tot 400 Hertz

2 Veldsterkte meting boven de hoogspanningskabel 13 kV nabij de trafo



H veld 0 tot 400 Hertz

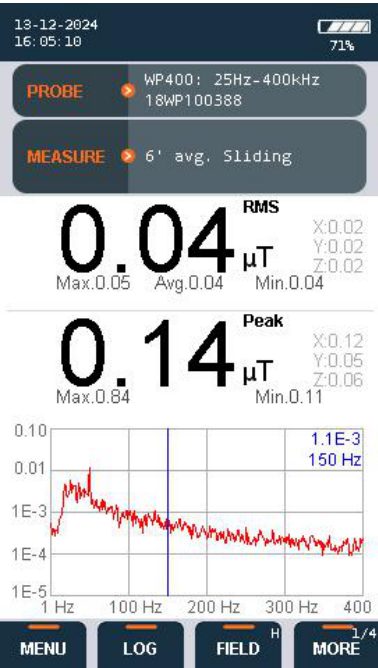
3 Veldsterkte meting in keuken



4 Veldsterkte meting in woonkamer



5 Veldsterkte meting in stal



H veld 0 tot 400 Hertz



E veld 0 tot 400 Hertz

Bijlage 5 Metingen zwerfspanning in verschillende configuraties met windmolens, batterijen en zonnepark en motoren RWZI

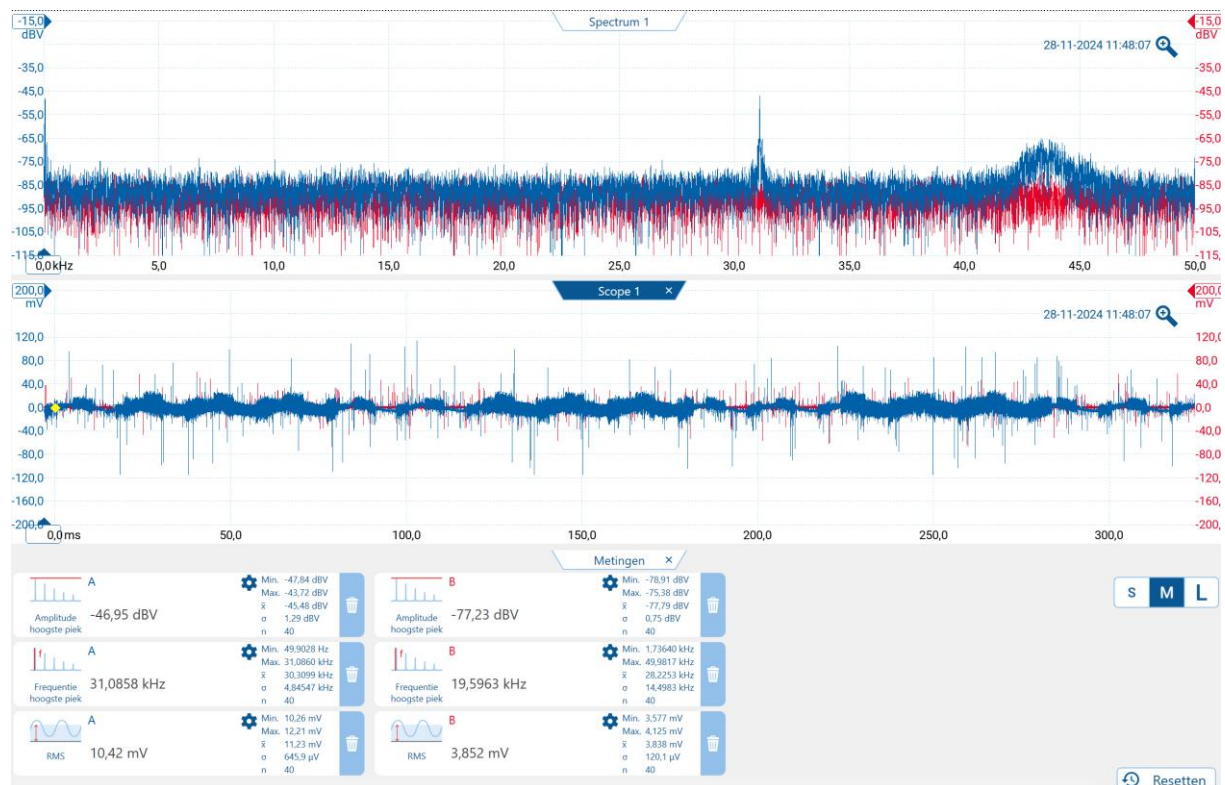
Bijlage 5.1 Meting zwerfspanning bedrijf A

Bijlage 5.1.1 Meting zwerfspanning in stal in lengterichting stal

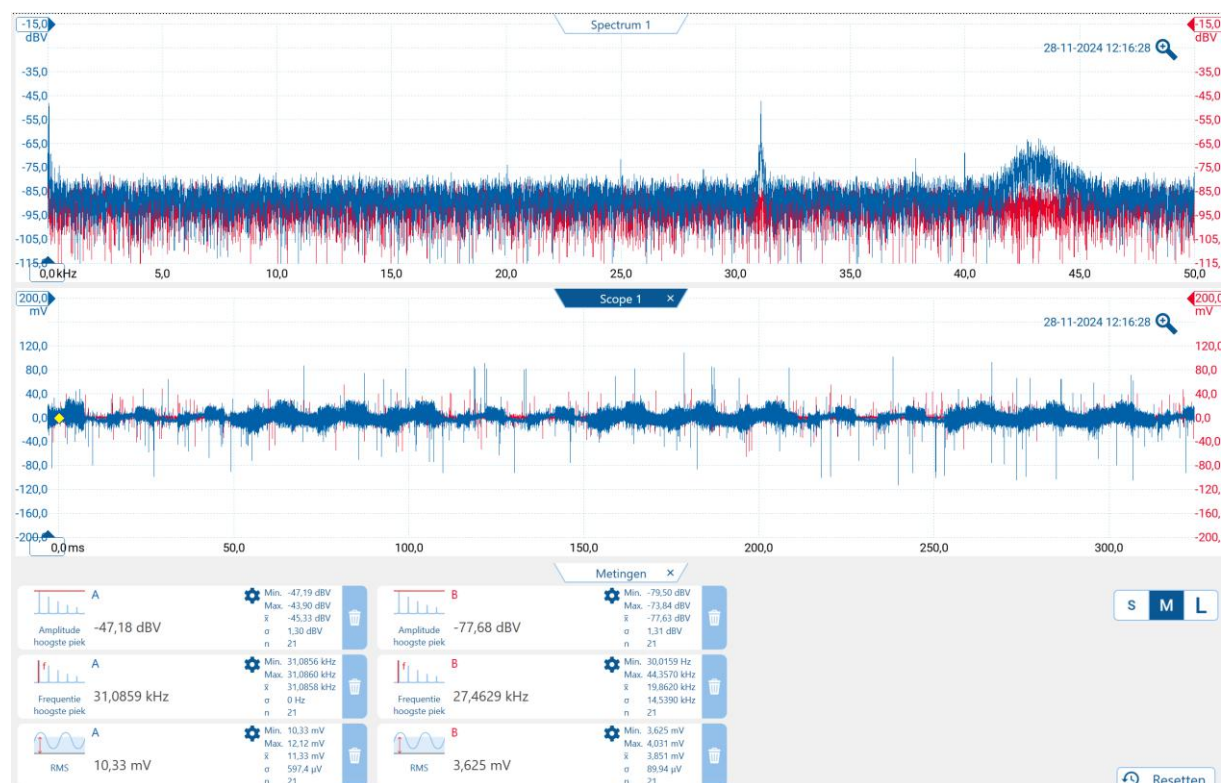
Meting in stal in lengterichting stal : windmolens uit, batterijen uit, zonnepark aan



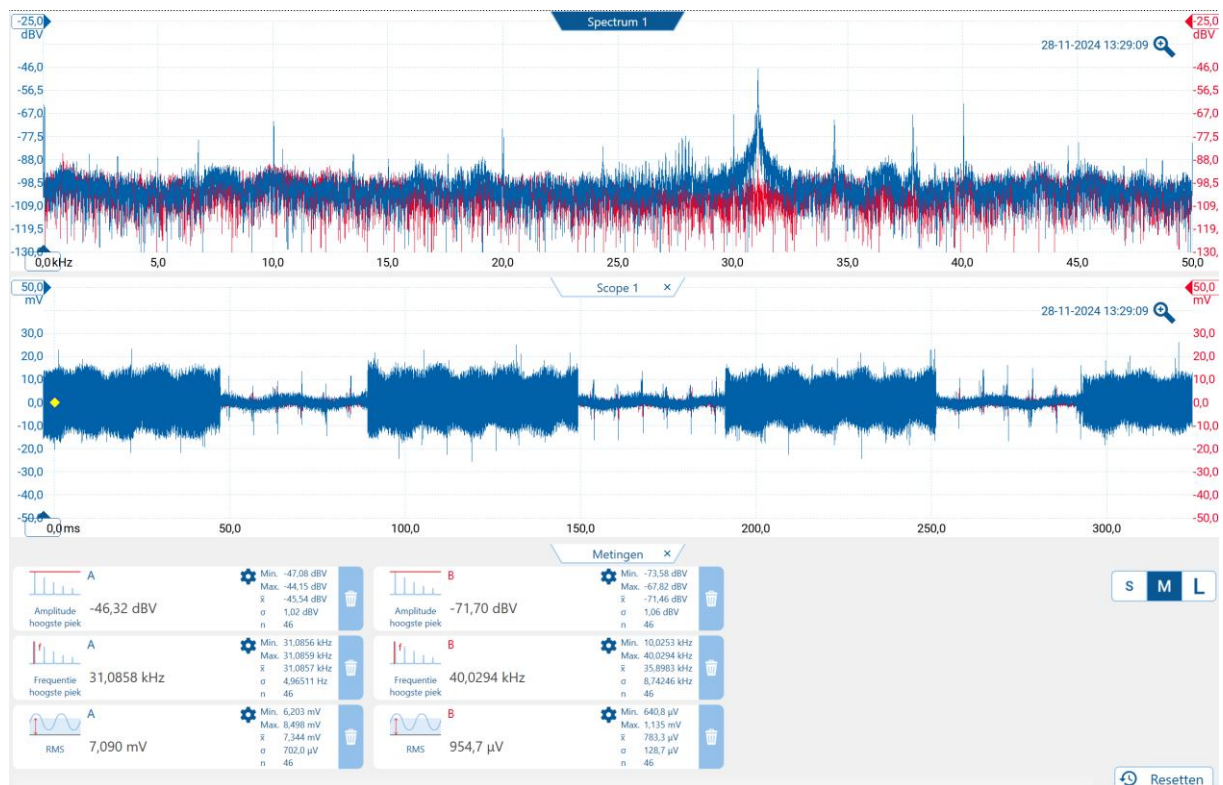
Meting in stal in lengterichting stal : windmolens uit, batterijen aan, zonnepark aan



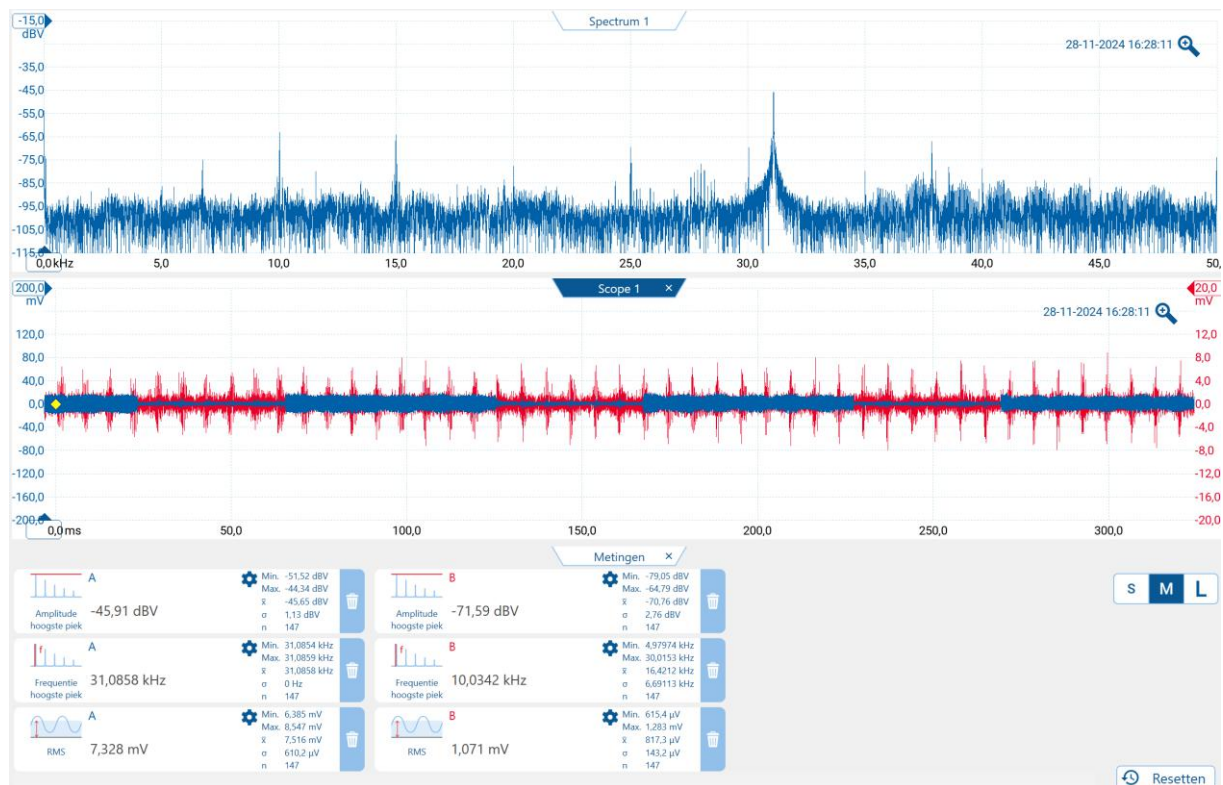
Meting in stal in lengterichting stal : windmolens aan, batterijen aan, zonnepark aan



Meting in stal in lengterichting stal : windmolens aan, batterijen aan, zonnepark aan en motoren RWZI aan

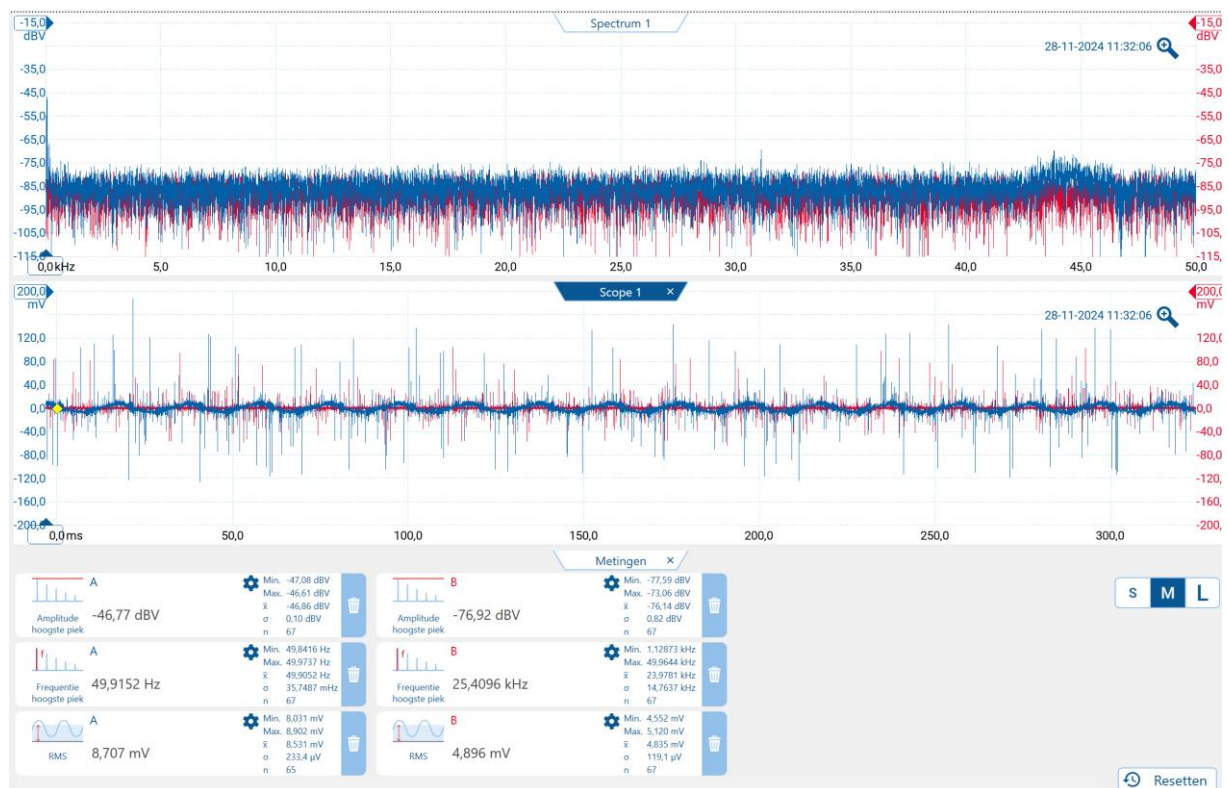


Meting in stal in lengterichting stal : windmolens aan, batterijen aan, zonnepark uit



Bijlage 5.1.2 Meting zwerfspanning in stal dwarsrichting stal

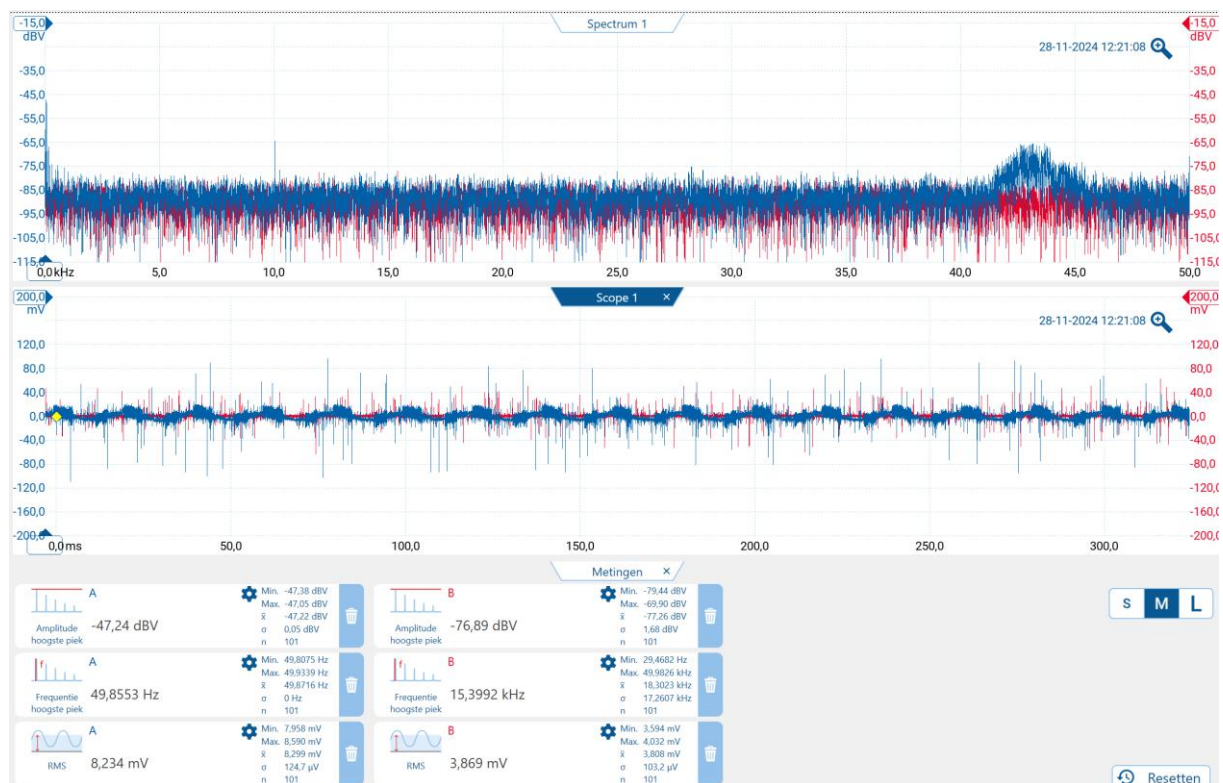
Meting in stal in dwarsrichting stal : windmolens uit, batterijen uit, zonnepark aan



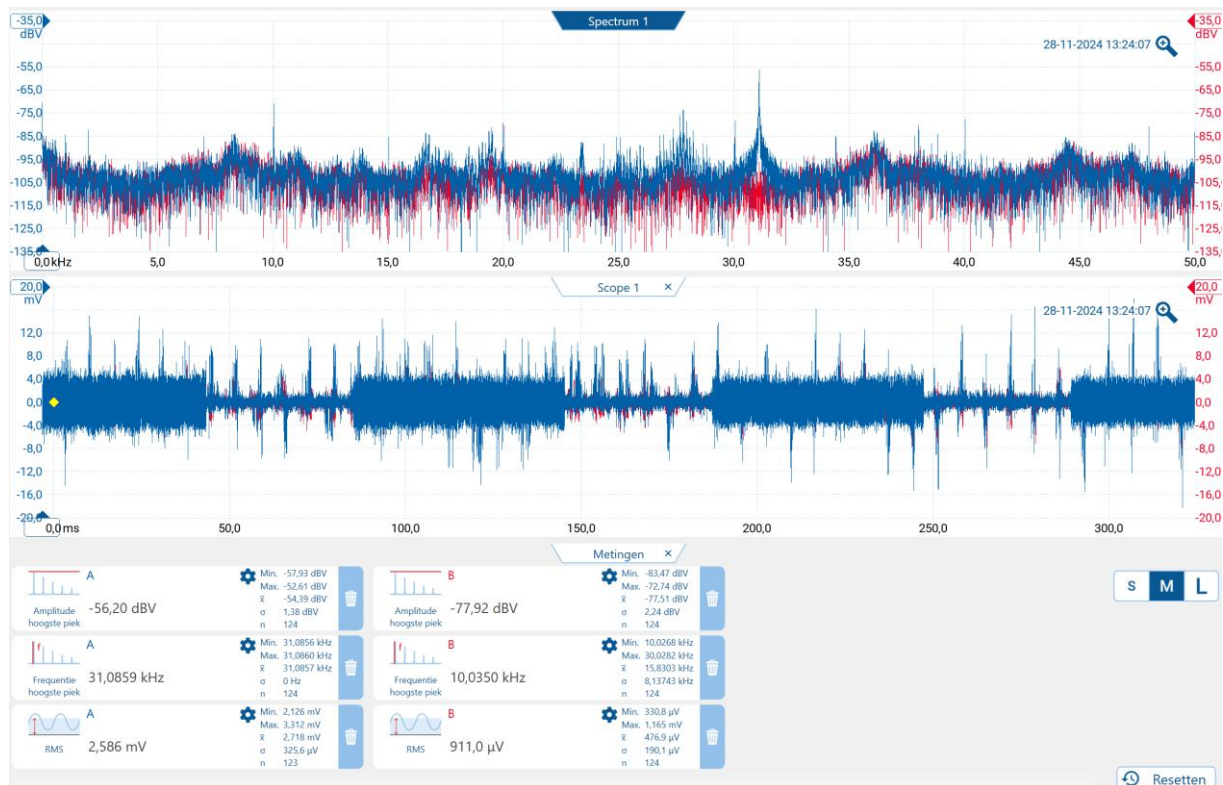
Meting in stal in dwarsrichting stal : windmolens uit, batterijen aan, zonnepark aan



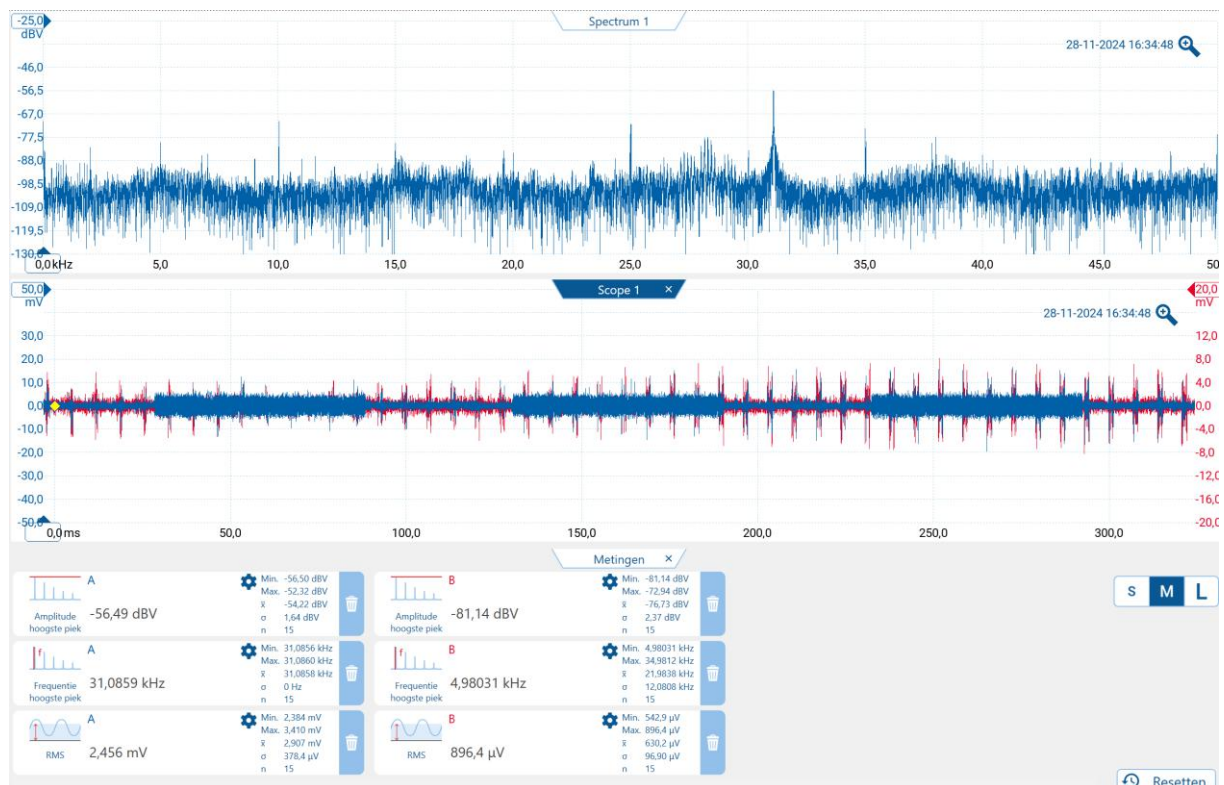
Meting in stal in dwarsrichting stal : windmolens aan, batterijen aan, zonnepark aan



Meting in stal in dwarsrichting stal : windmolens aan, batterijen aan, zonnepark aan en motoren RWZI aan

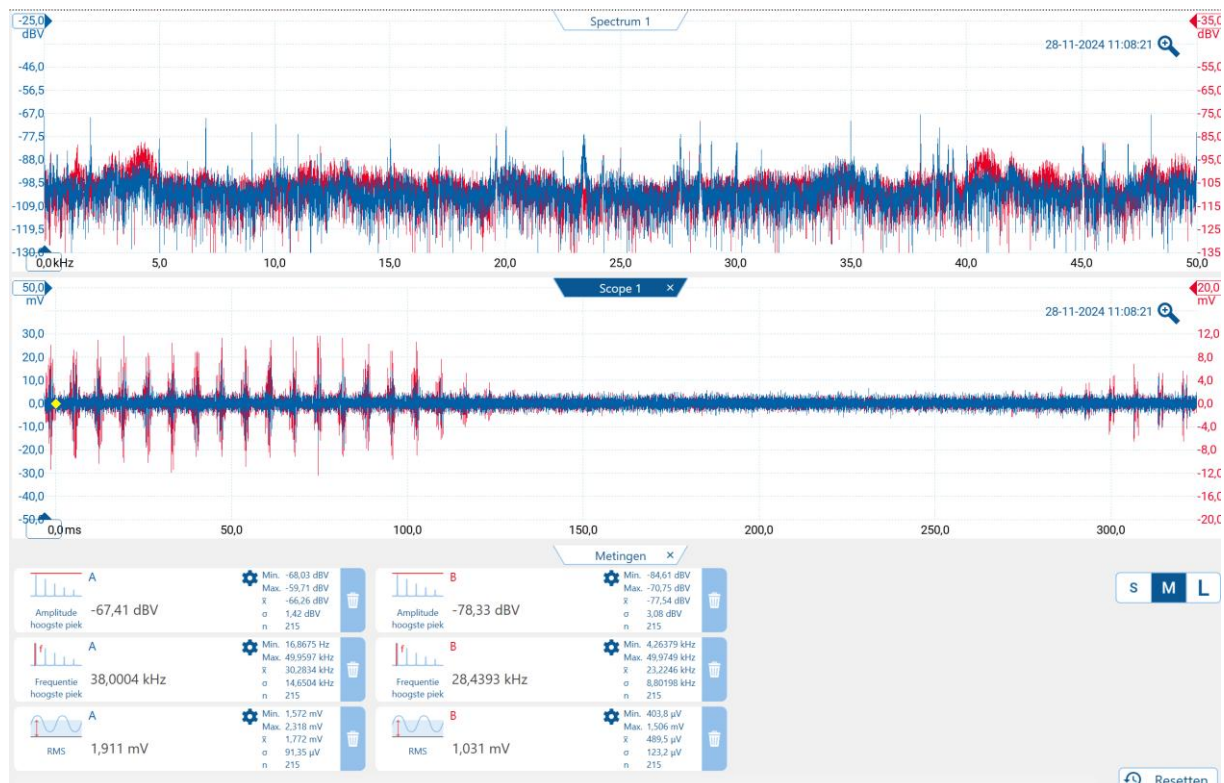


Meting in stal in dwarsrichting stal : windmolens aan, batterijen aan, zonnepark uit

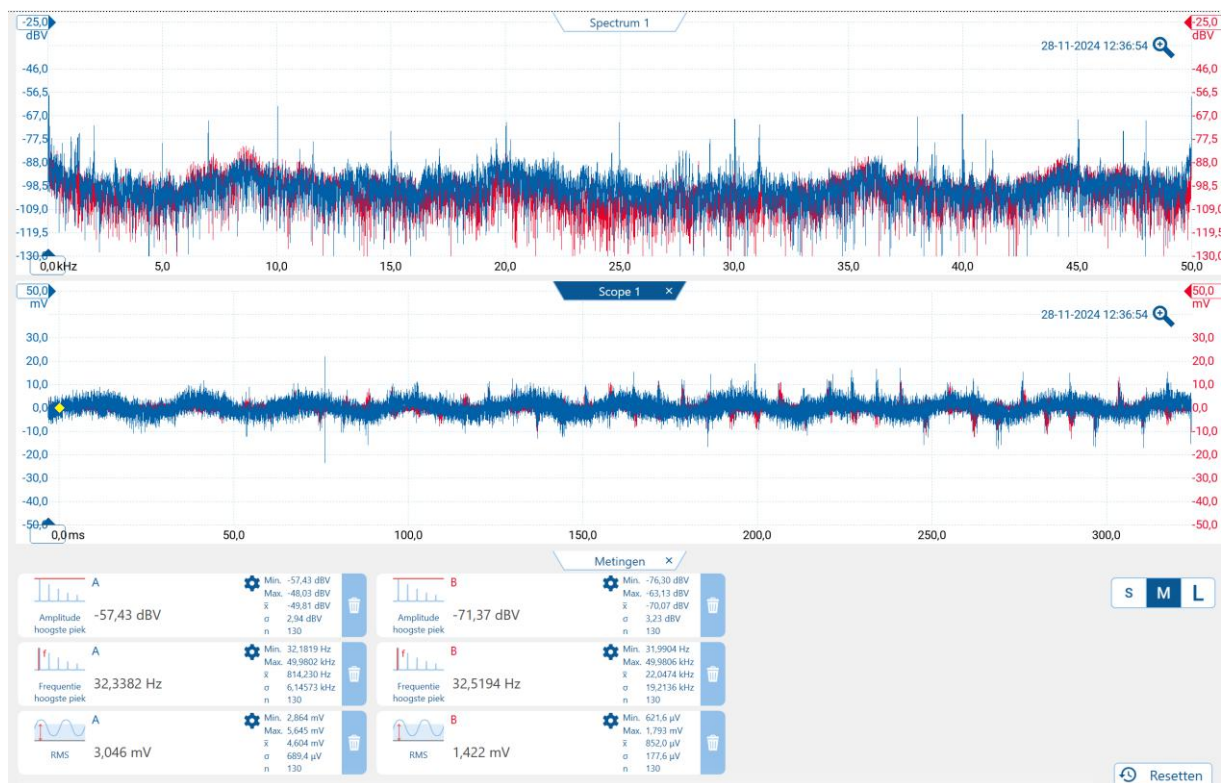


Bijlage 5.1.3 Meting zwerfspanning in veld lengterichting stal

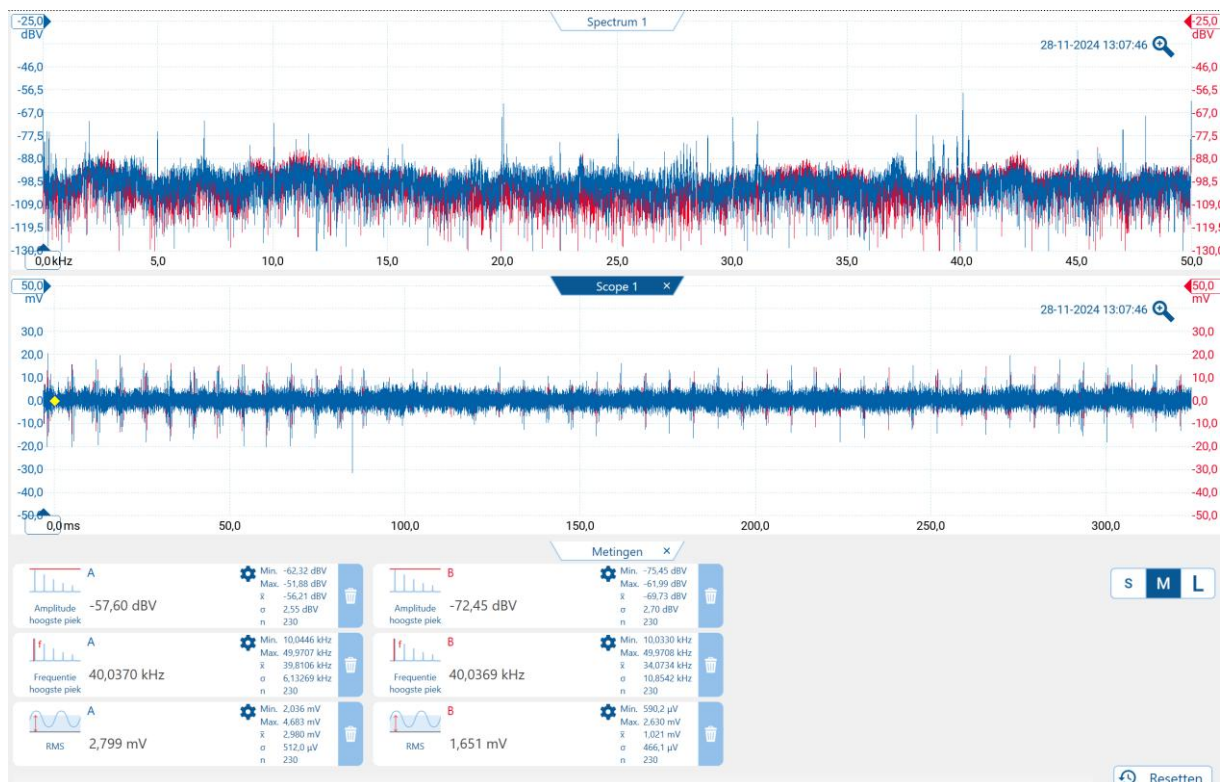
Meting in veld in lengterichting stal : windmolens uit, batterijen uit, zonnepark aan



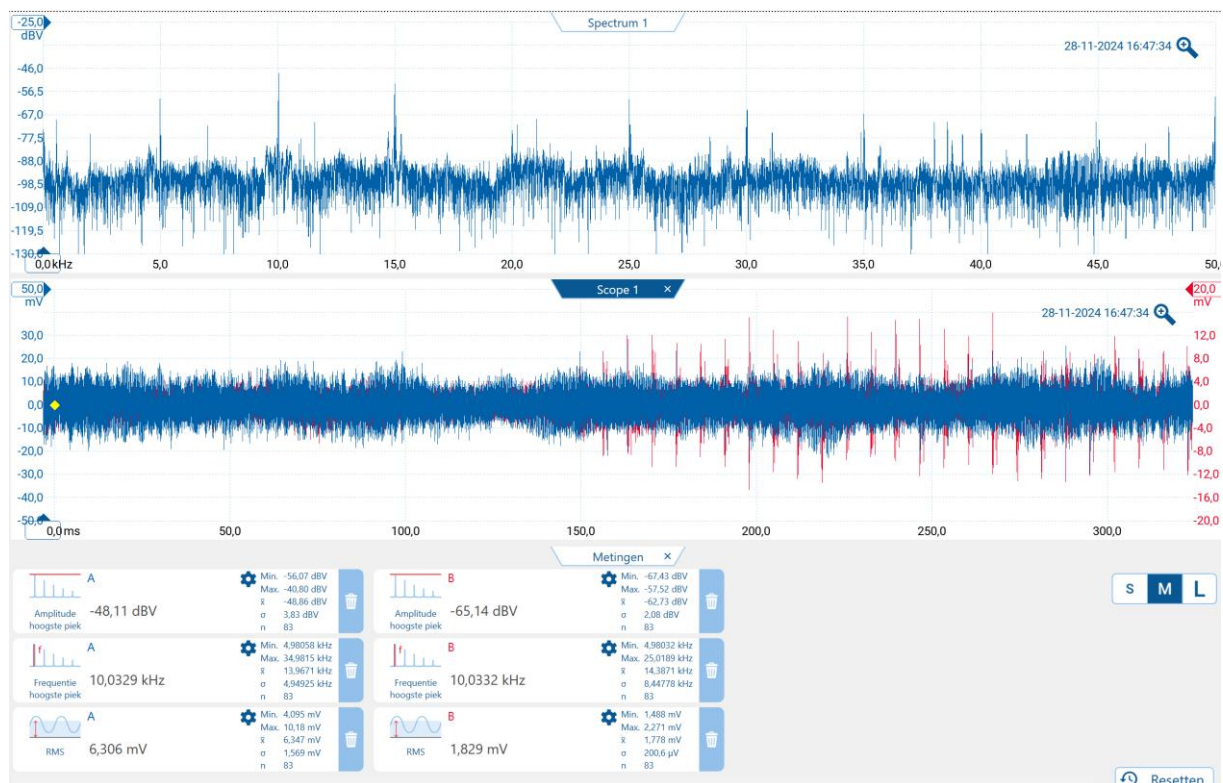
Meting in veld in lengterichting stal : windmolens aan, batterijen aan, zonnepark aan



Meting in veld in lengterichting stal : windmolens , batterijen en motoren RWZI aan

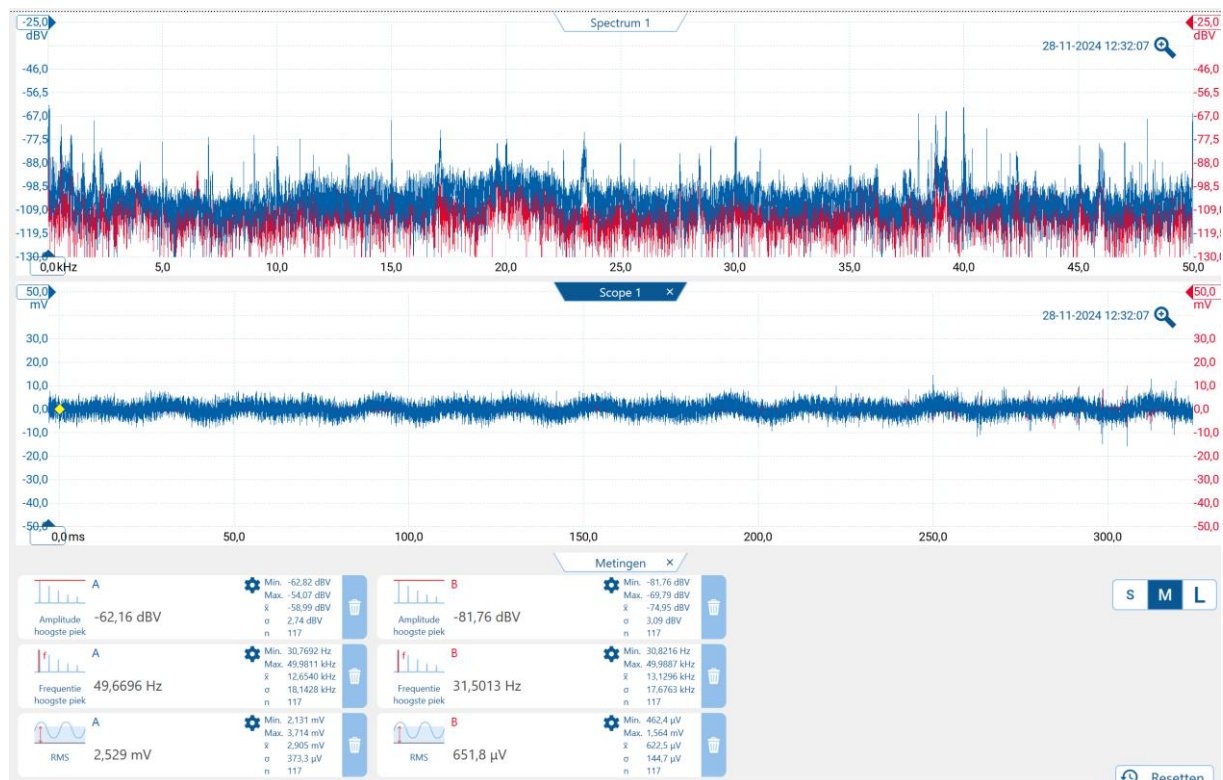


Meting in veld in lengterichting stal : windmolens aan, batterijen aan, zonnepark uit

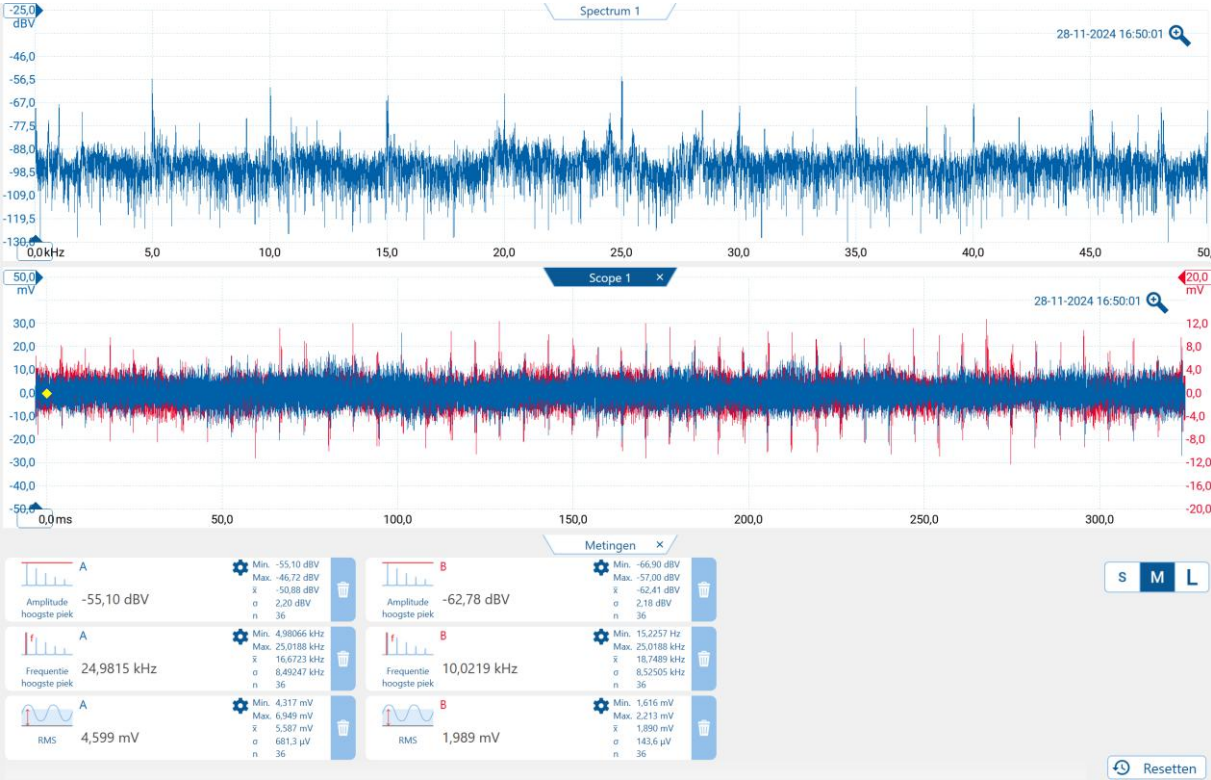


Bijlage 5.1.4 Meting zwerfspanning veld dwarsrichting stal

Meting in veld in dwarsrichting stal : windmolens aan, batterijen aan, zonnepark aan



Meting in veld in dwarsrichting stal : windmolens aan, batterijen aan, zonnepark uit



Bijlage 5.2 Meting zwerfspanning bedrijf B

Bijlage 5.2.1 Meting zwerfspanning in stal lengterichting stal

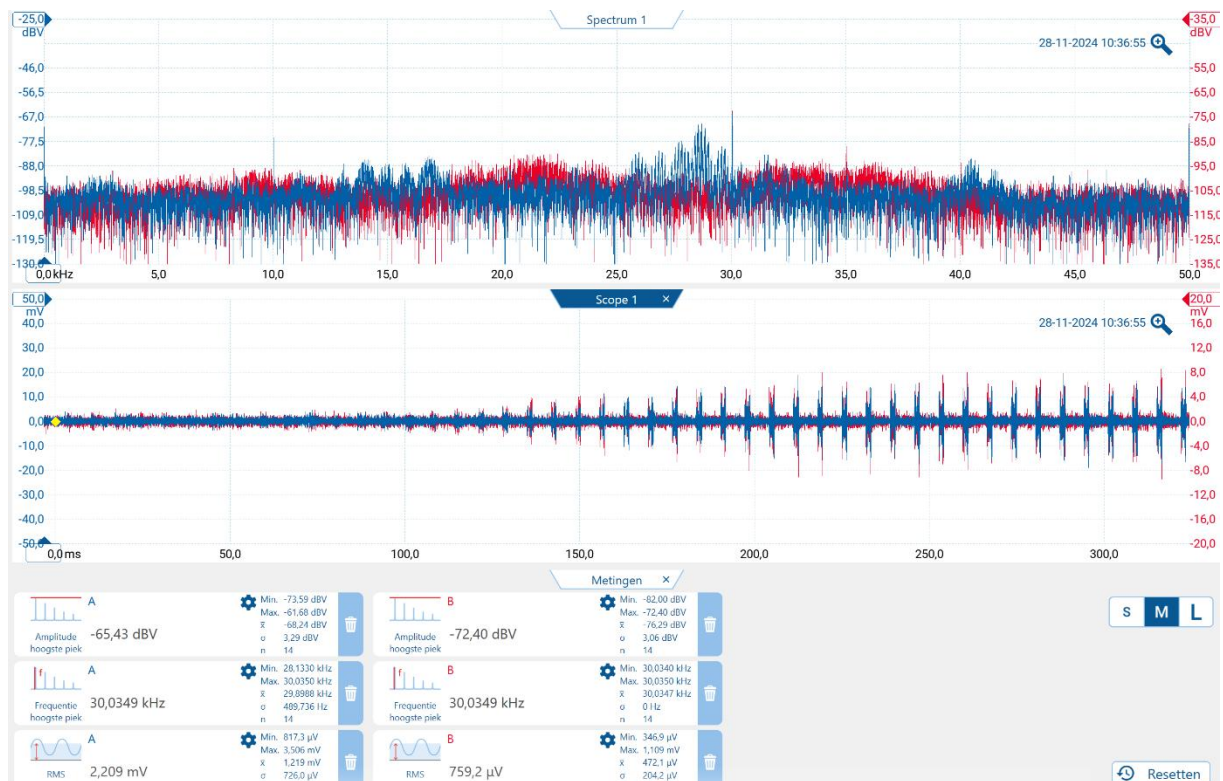
Meting in stal in lengterichting stal : windmolens aan, batterijen uit, zonnepark aan



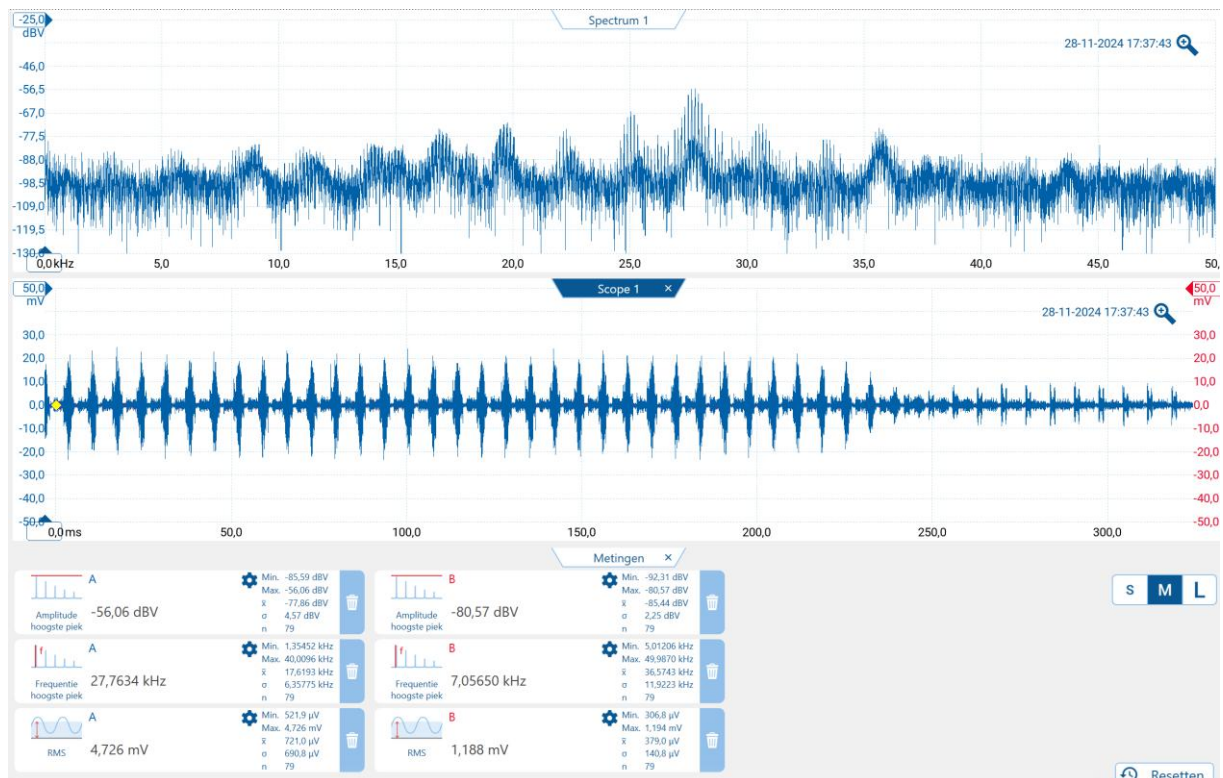
Meting in stal in lengterichting stal : windmolens uit, batterijen uit, zonnepark aan



Meting in stal in lengterichting stal : windmolens uit, batterijen aan, zonnepark aan

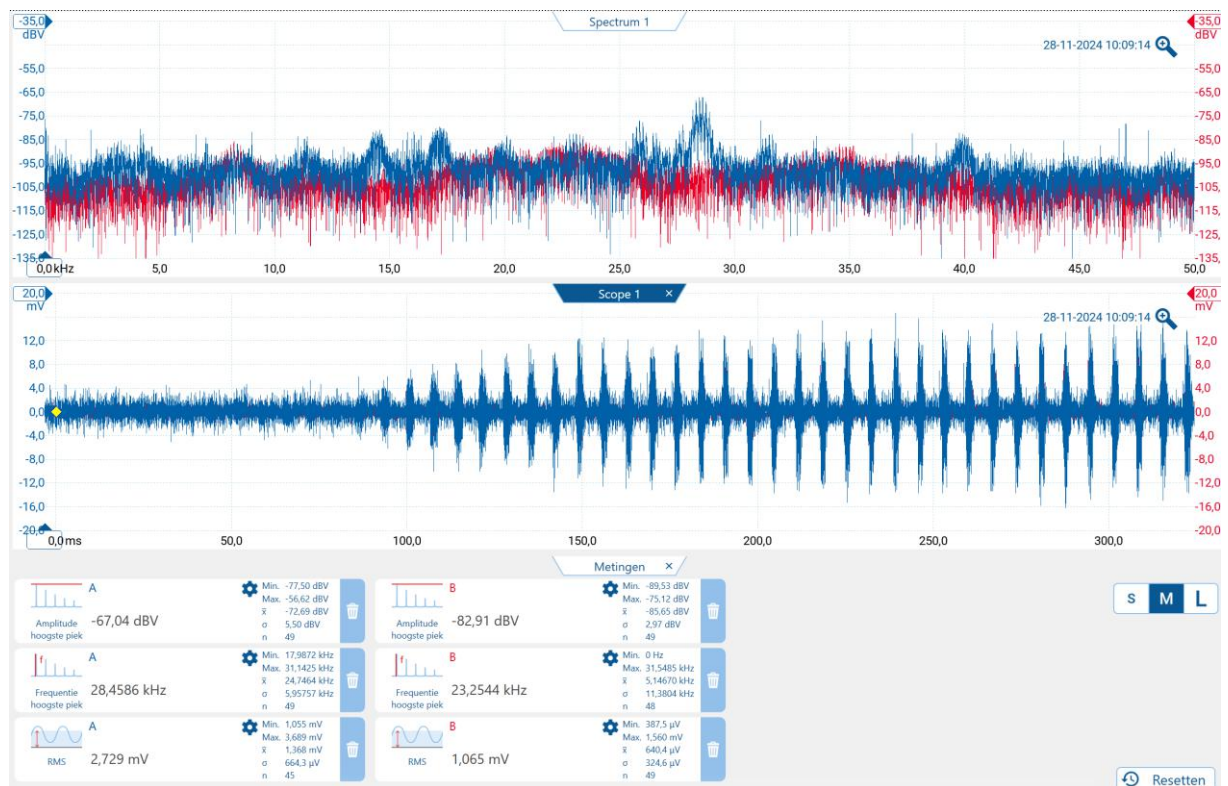


Meting in stal in lengterichting stal : windmolens aan, zonnepark aan, zonnepark uit

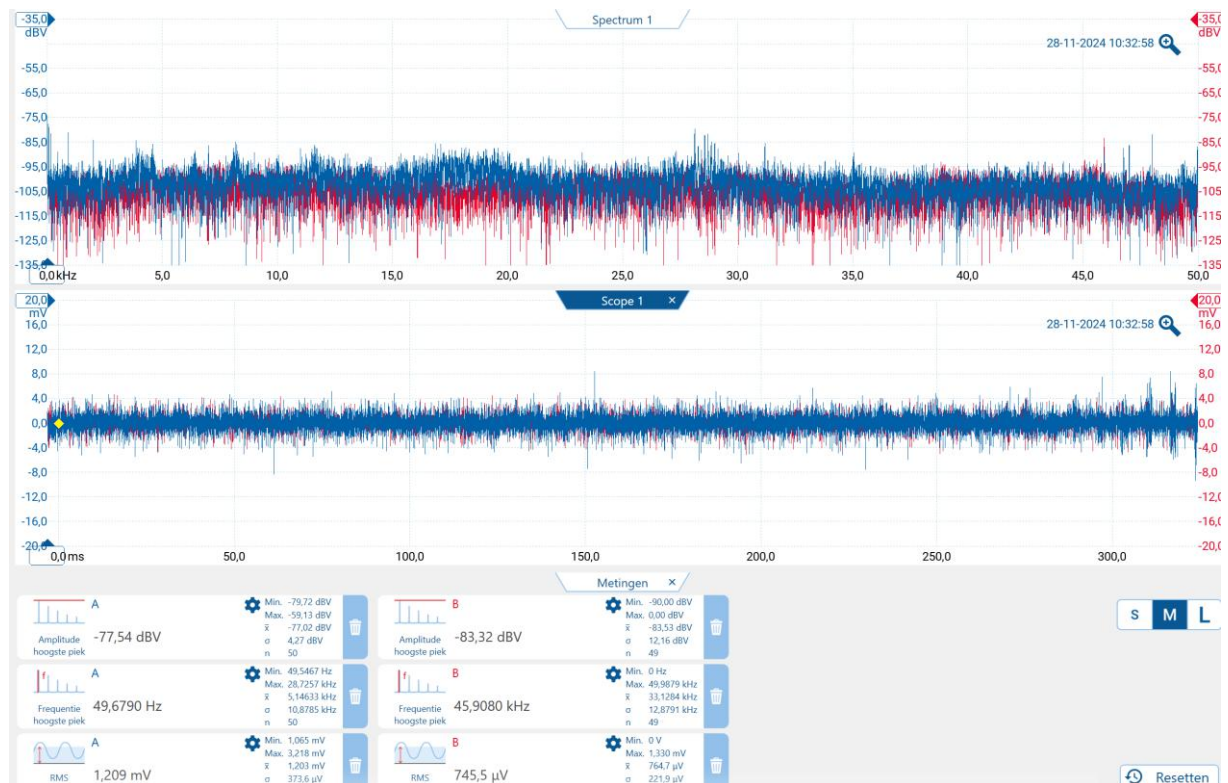


Bijlage 5.2.2 Meting zwerfspanning in stal dwarsrichting stal

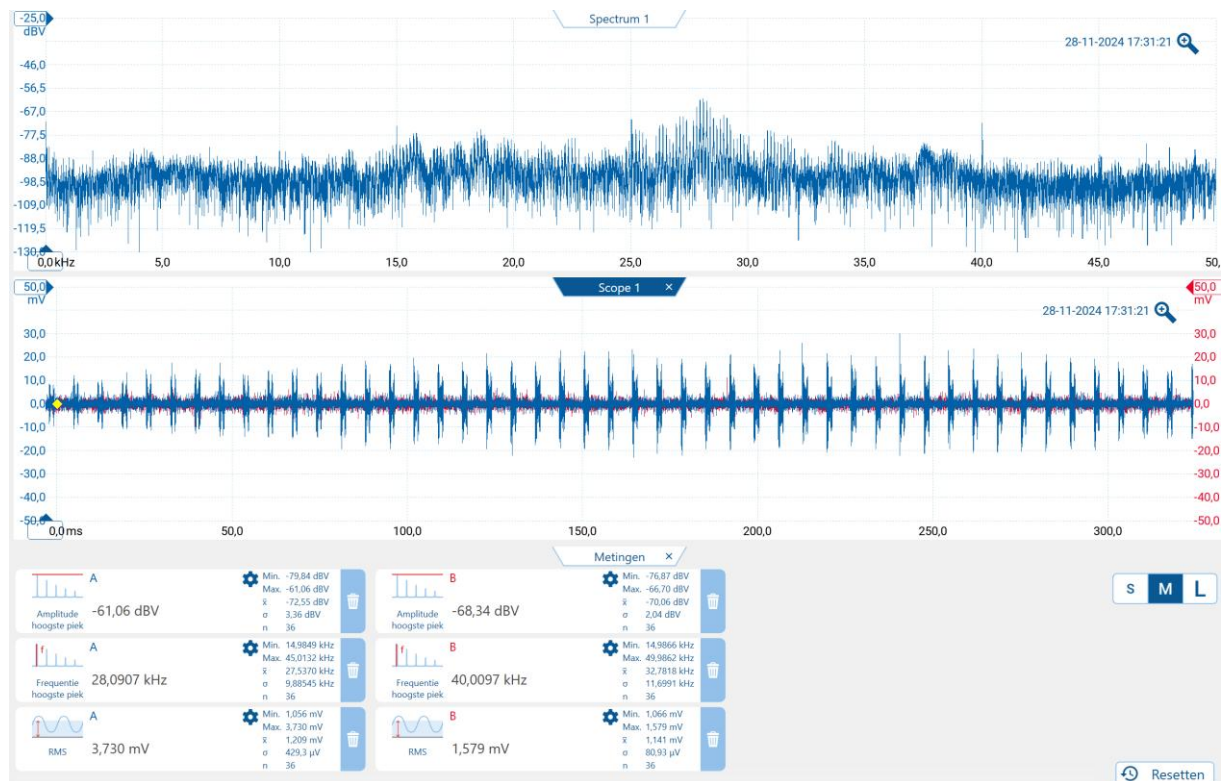
Meting in stal in dwarsrichting stal : windmolens uit, batterijen uit, zonnepark aan



Meting in stal in dwarsrichting stal : windmolens uit, batterijen aan, zonnepark aan

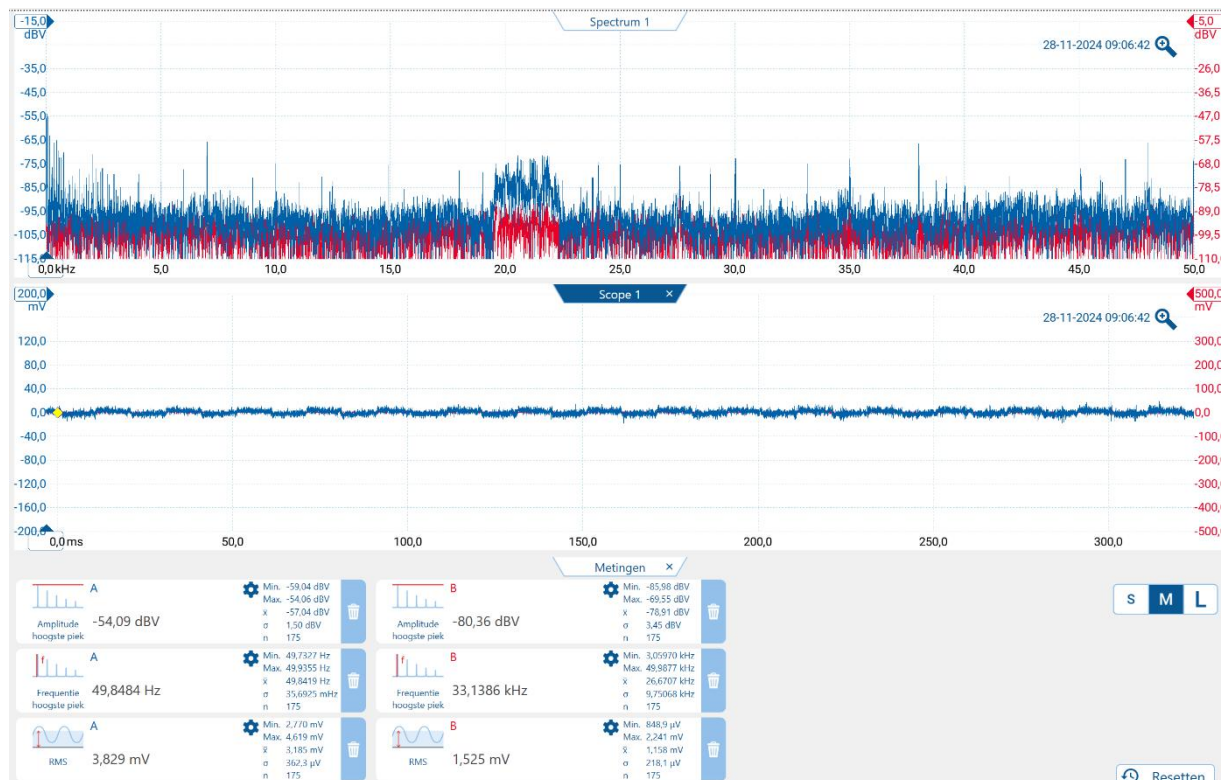


Meting in stal in dwarsrichting stal : windmolens aan, batterijen aan, zonnepark uit

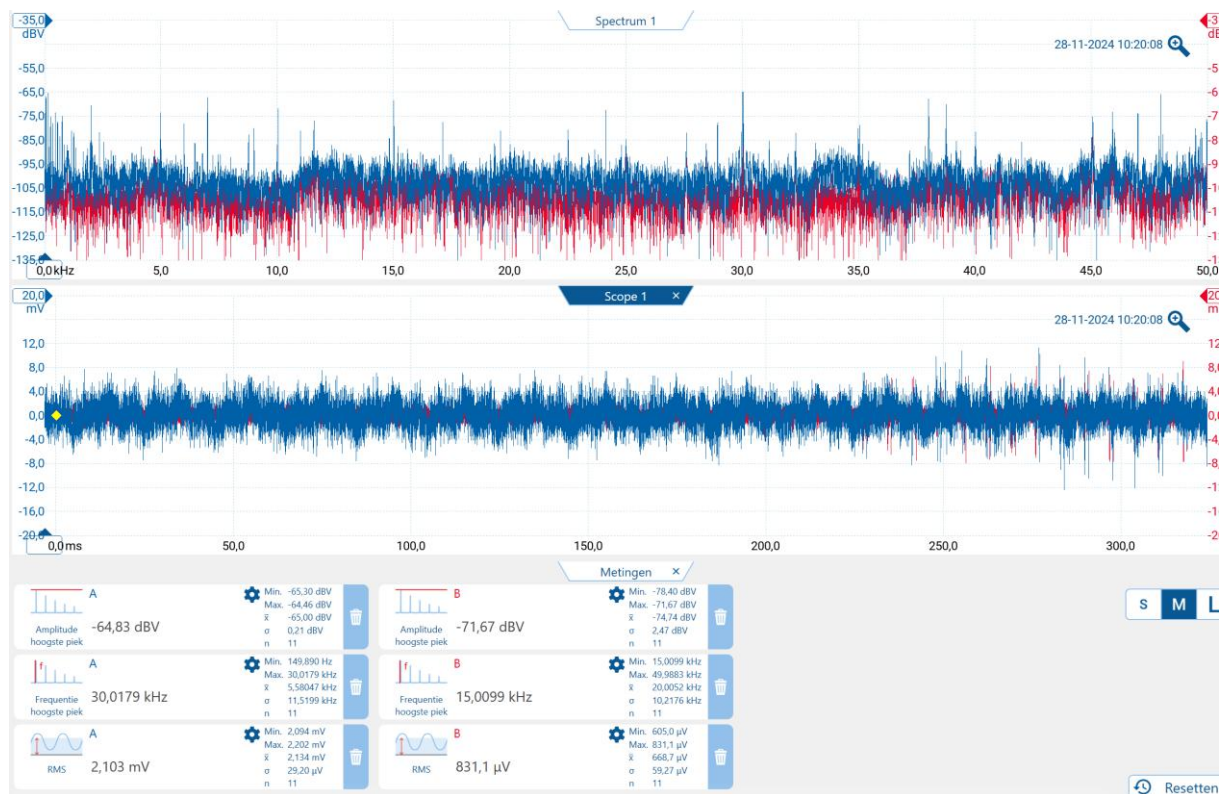


Bijlage 5.2.3 Meting zwerfspanning in veld lengterichting stal

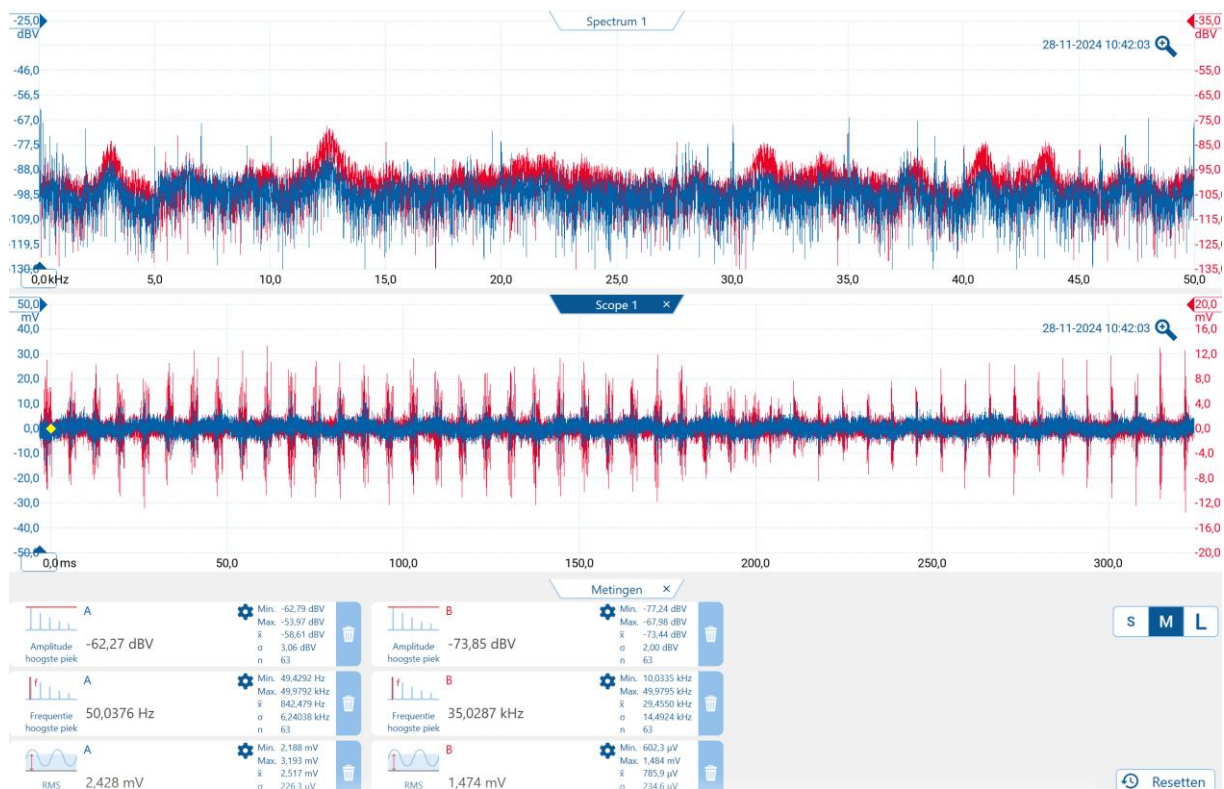
Meting in veld in lengterichting stal : windmolens aan, batterijen uit, zonnepark aan



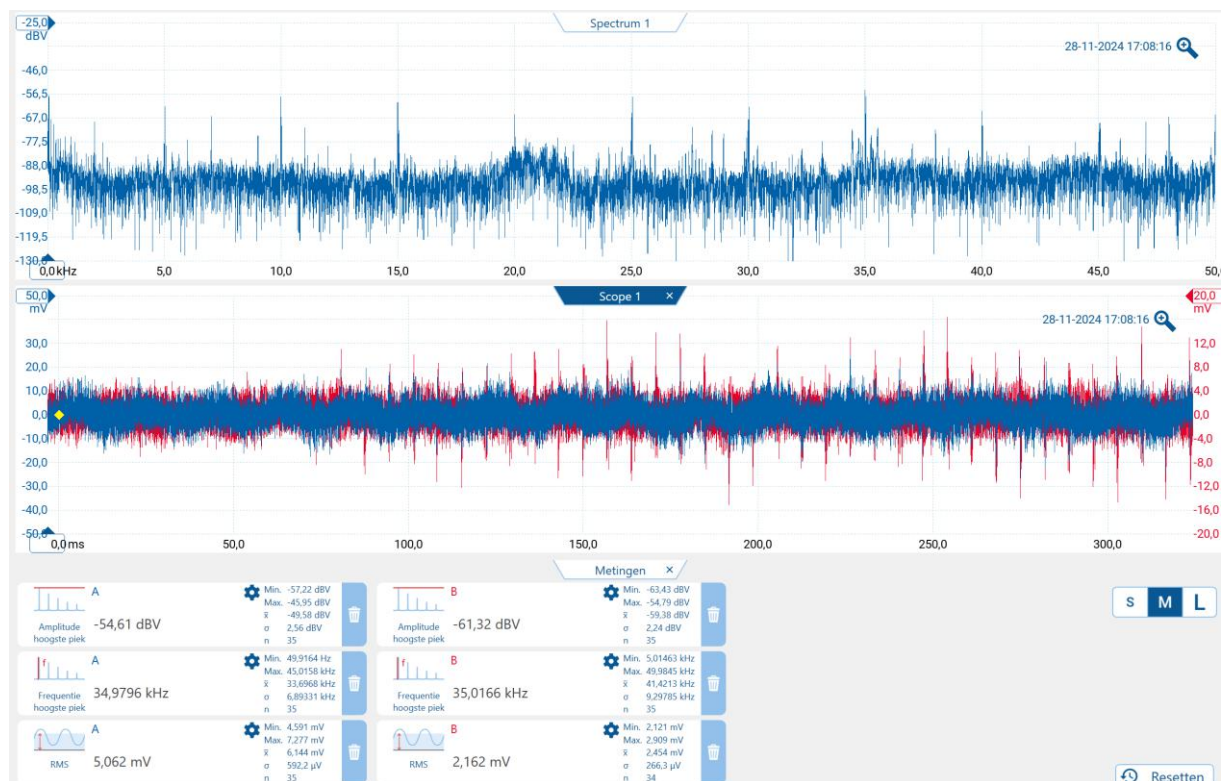
Meting in veld in lengterichting stal : windmolens uit, batterijen uit, zonnepark aan



Meting in veld in lengterichting stal : windmolens uit, batterijen aan, zonnepark aan

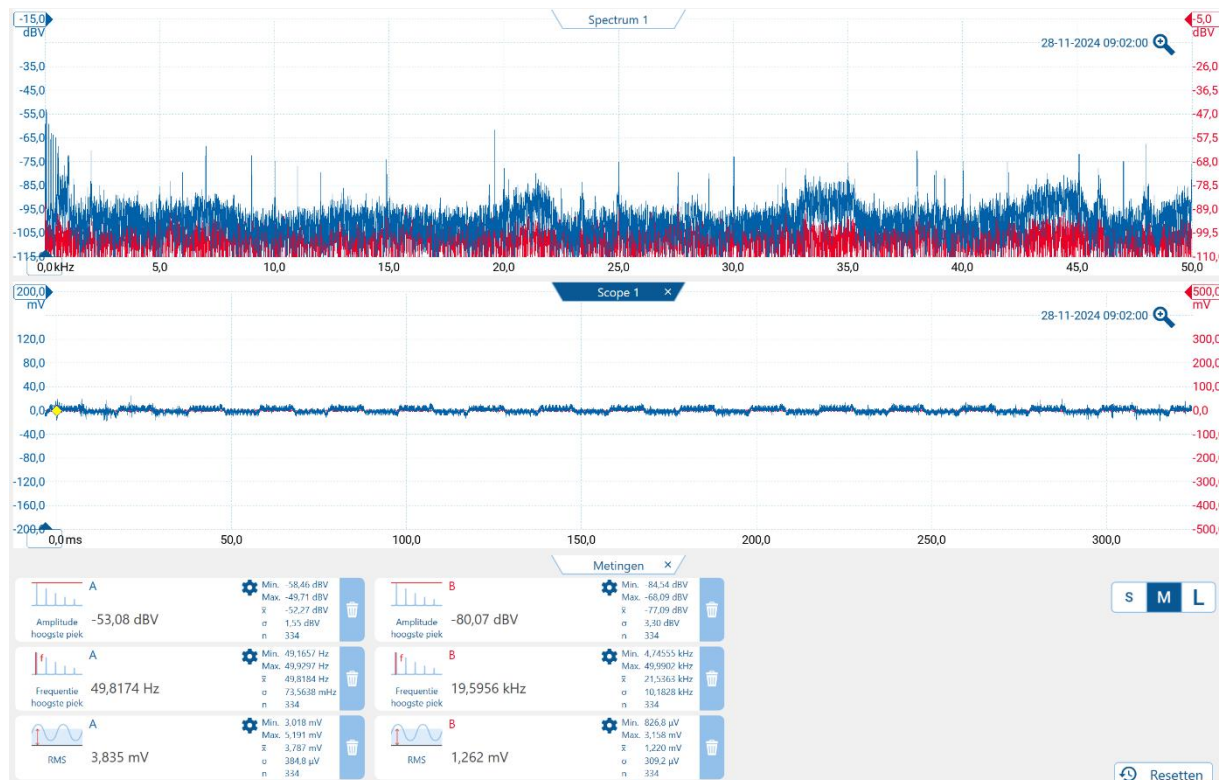


Meting in veld in lengterichting stal : windmolens aan, batterijen aan , zonnepark uit

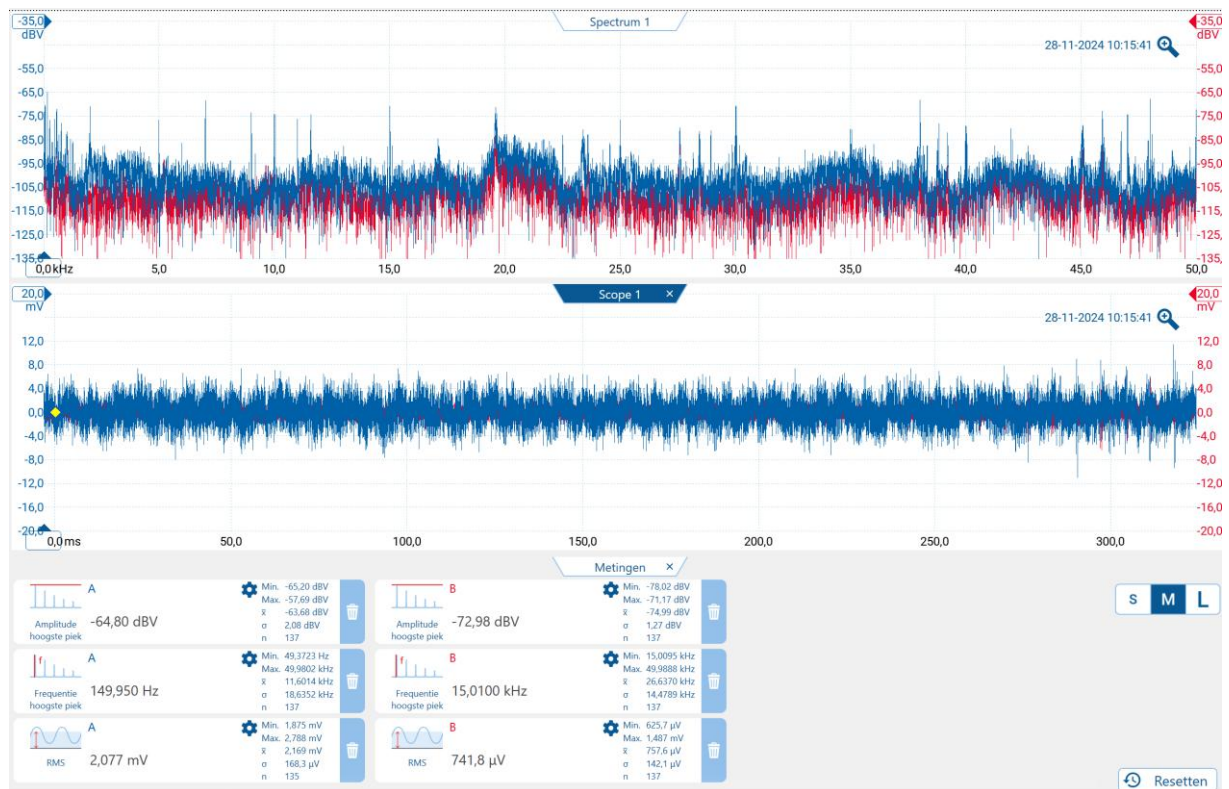


Bijlage 5.2.4 Meting zwerfspanning veld dwarsrichting stal

Meting in veld in dwarsrichting stal : windmolens aan, batterijen uit, zonnepark aan



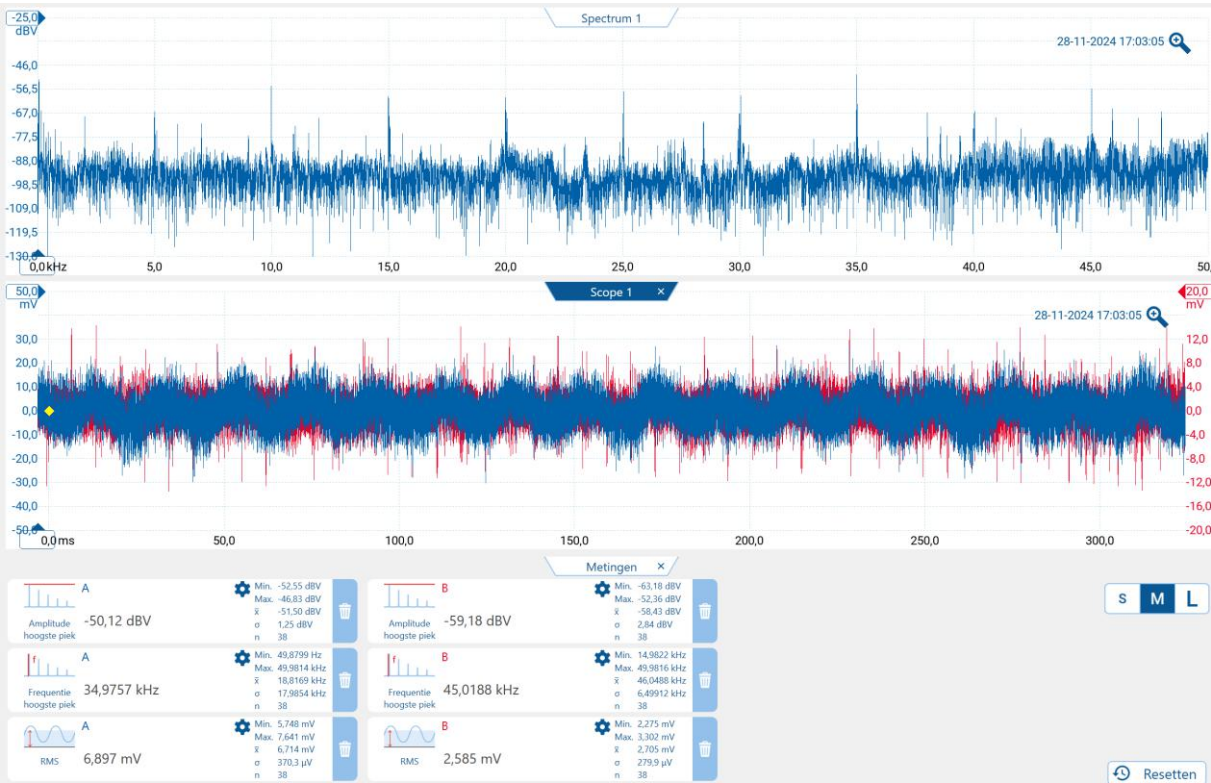
Meting in veld in dwarsrichting stal : windmolens uit, batterijen uit, zonnepark aan



Meting in veld in dwarsrichting stal : windmolens uit, batterijen aan, zonnepark aan



Meting in veld in dwarsrichting stal : windmolens aan, batterijen aan, zonnepark uit

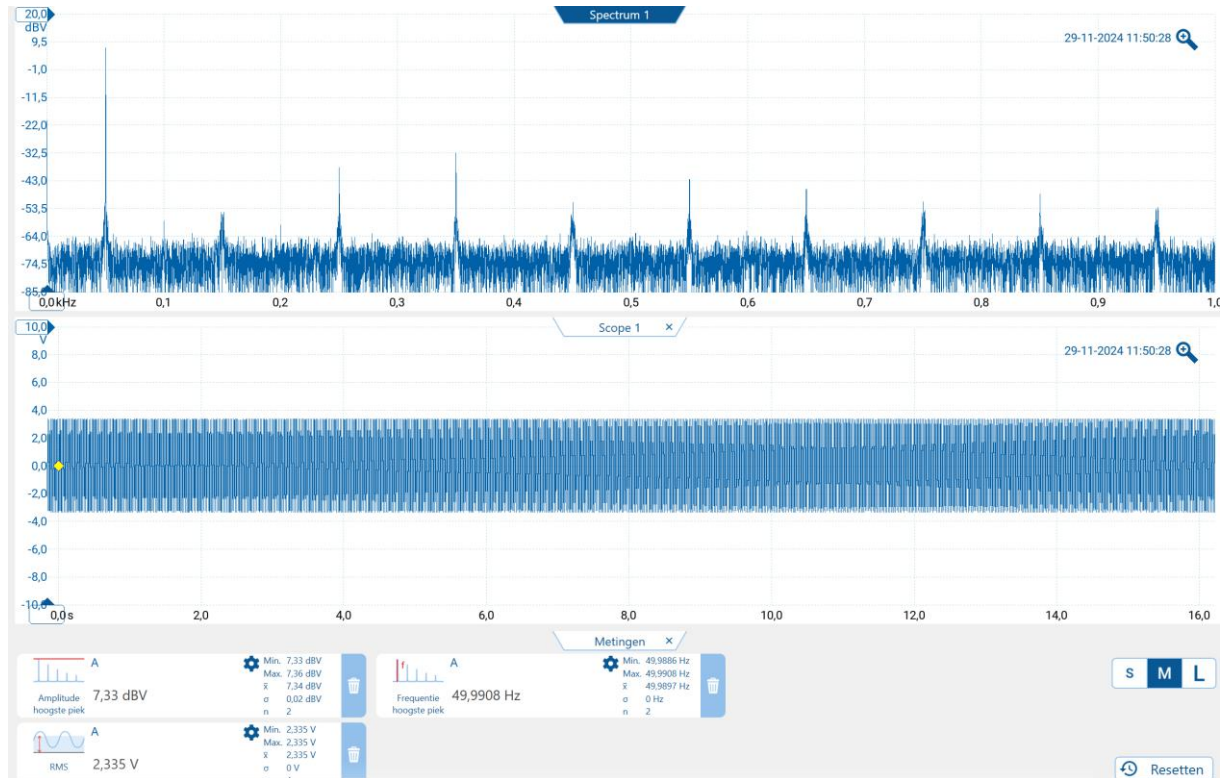


Bijlage 6 Meting zwerfspanning bij transformatoren

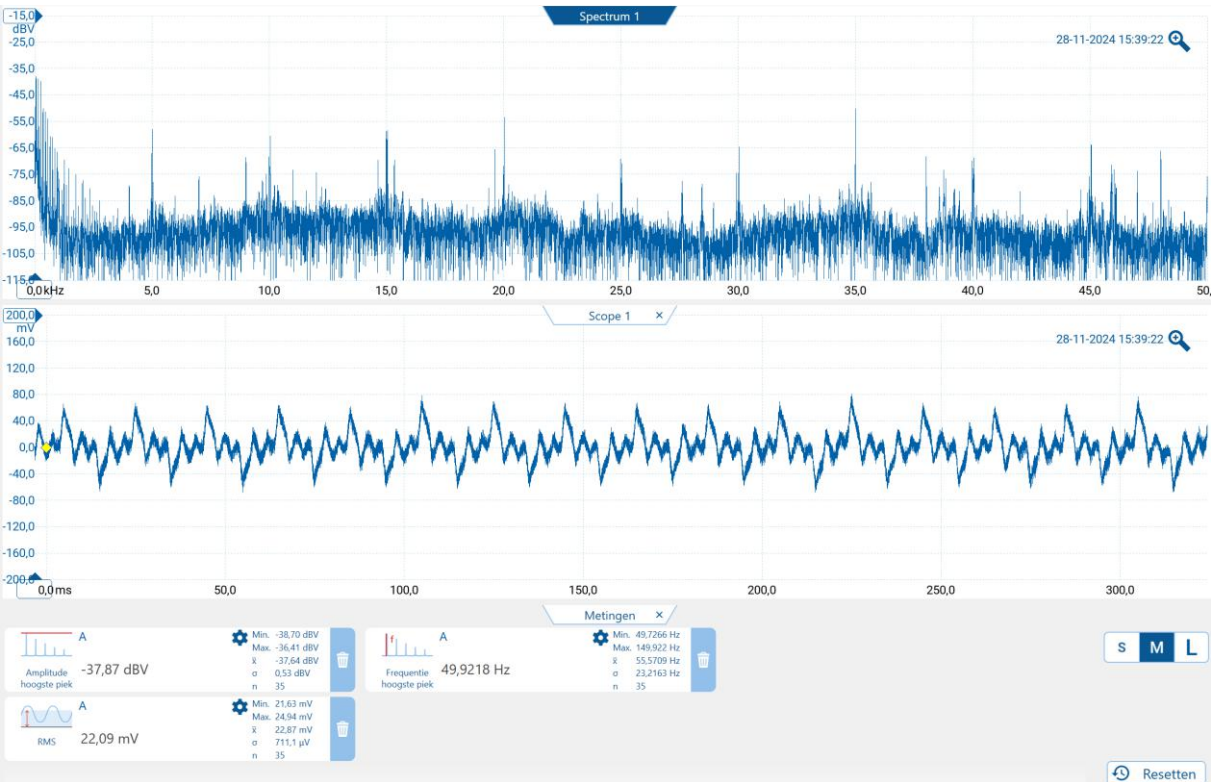
Bijlage 6.1 Metingen zwerfspanning bij transformator bedrijf A

Spanningsmeting vanaf transformator bedrijf A richting transformator buren

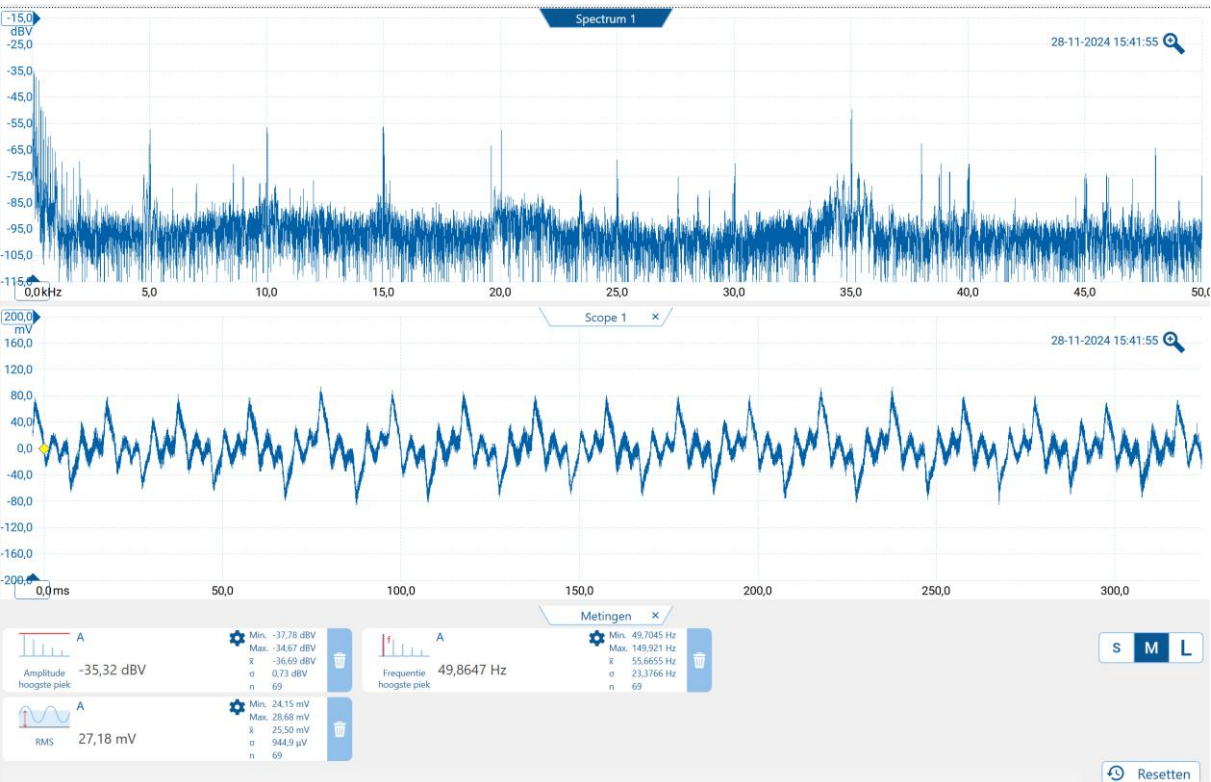
Spanningsmeting trafo



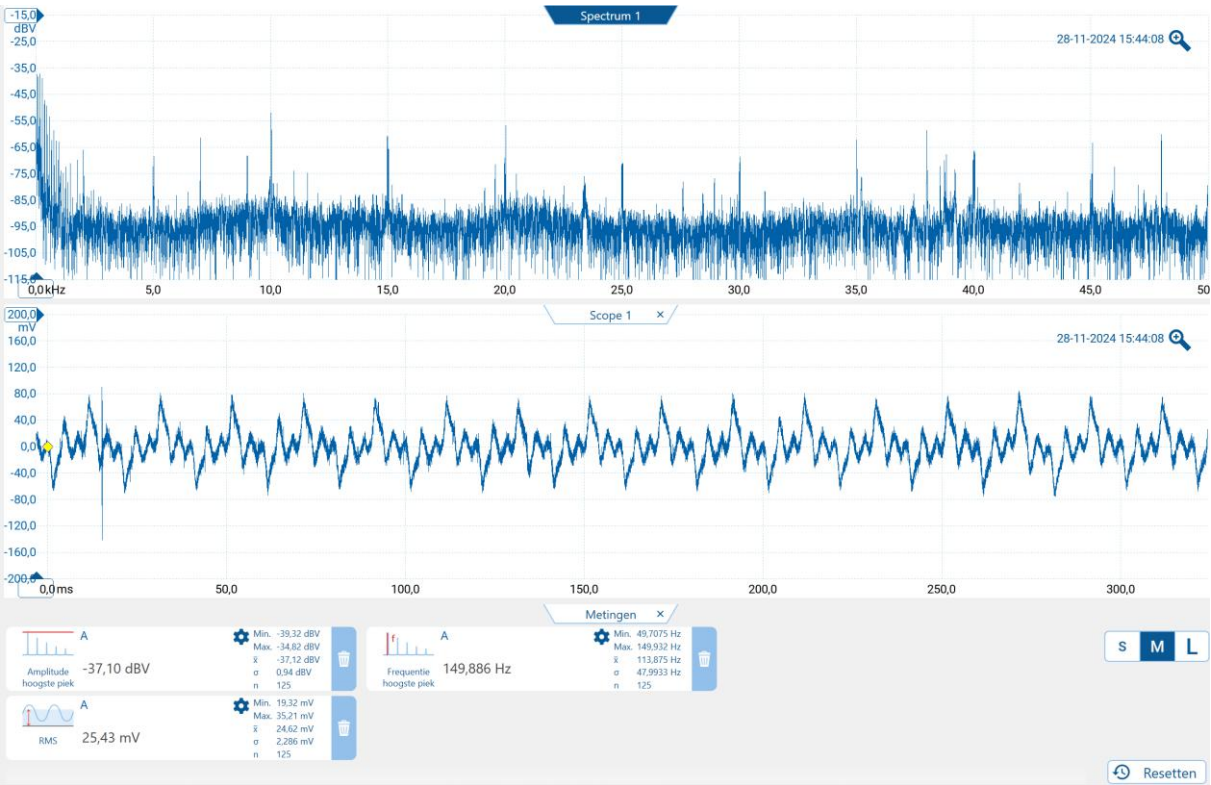
Spanningsmeting op aarding transformator 0 - 5 meter



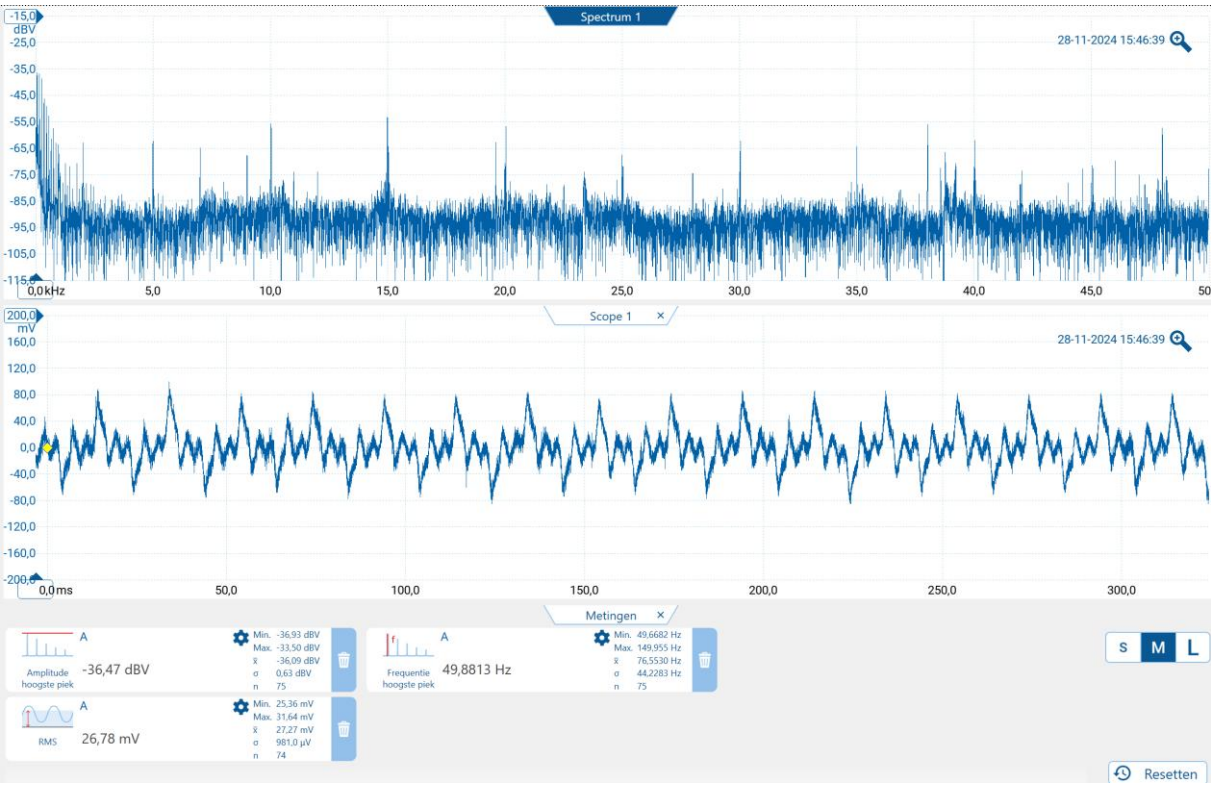
Spanningsmeting op aarding transformator 0 - 10 meter



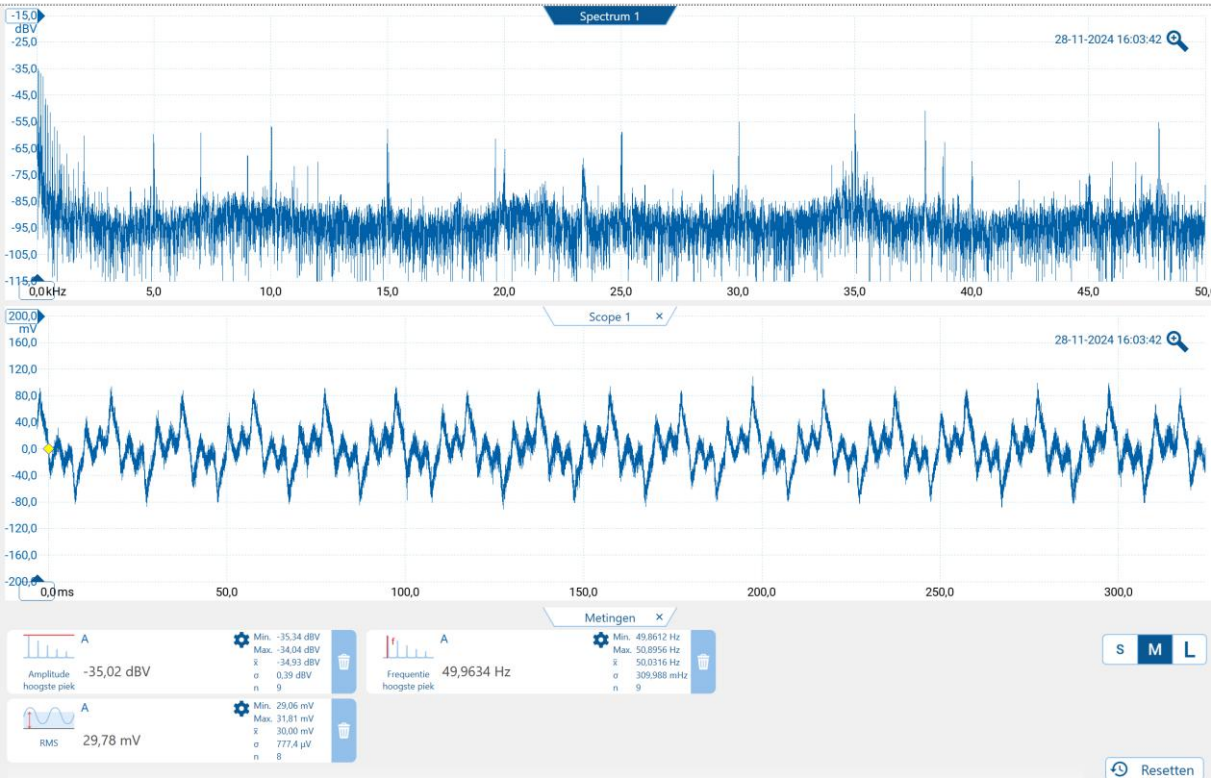
Spanningsmeting op aarding transformator 0 - 15 meter



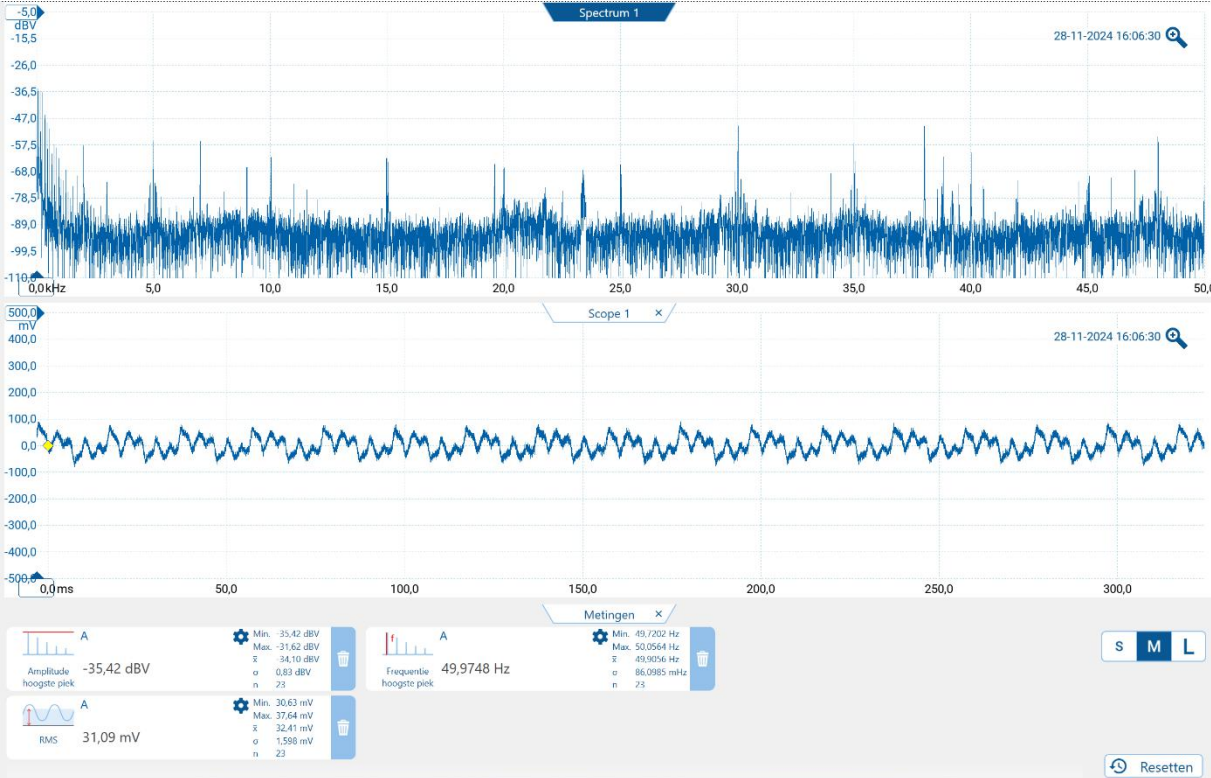
Spanningsmeting op aarding transformator 0 - 20 meter



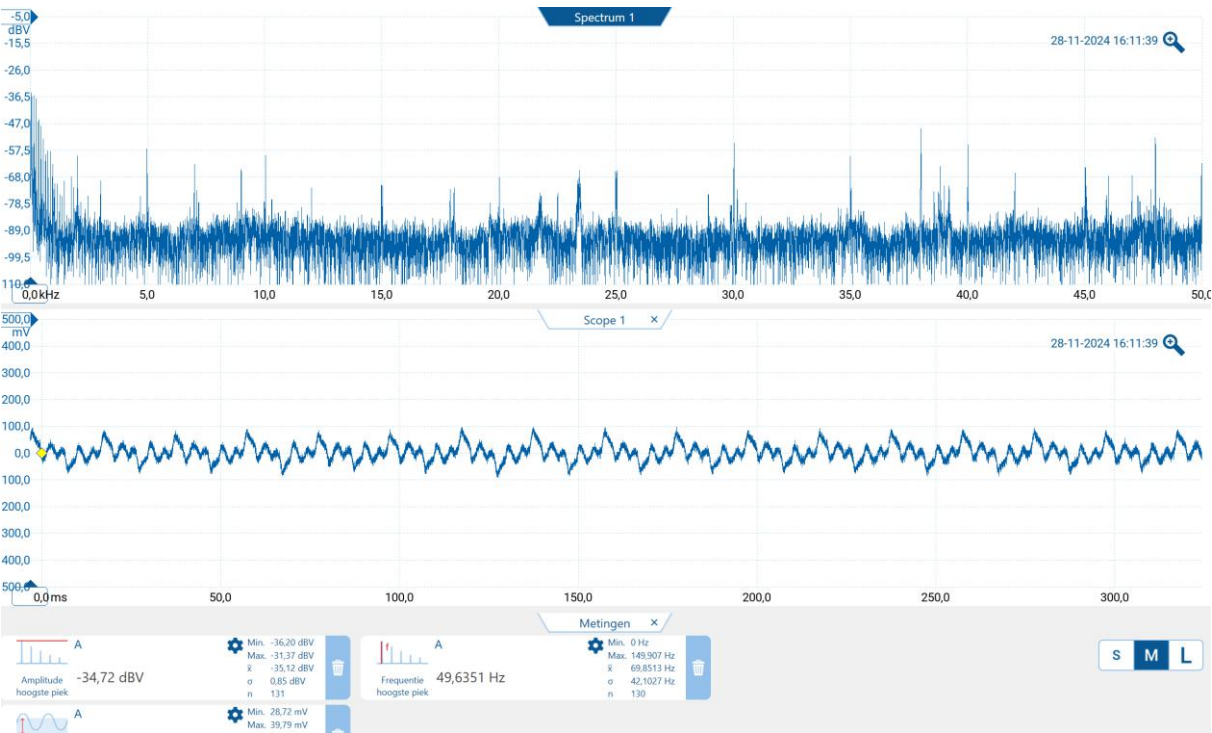
Spanningsmeting op aarding transformator 0 - 25 meter



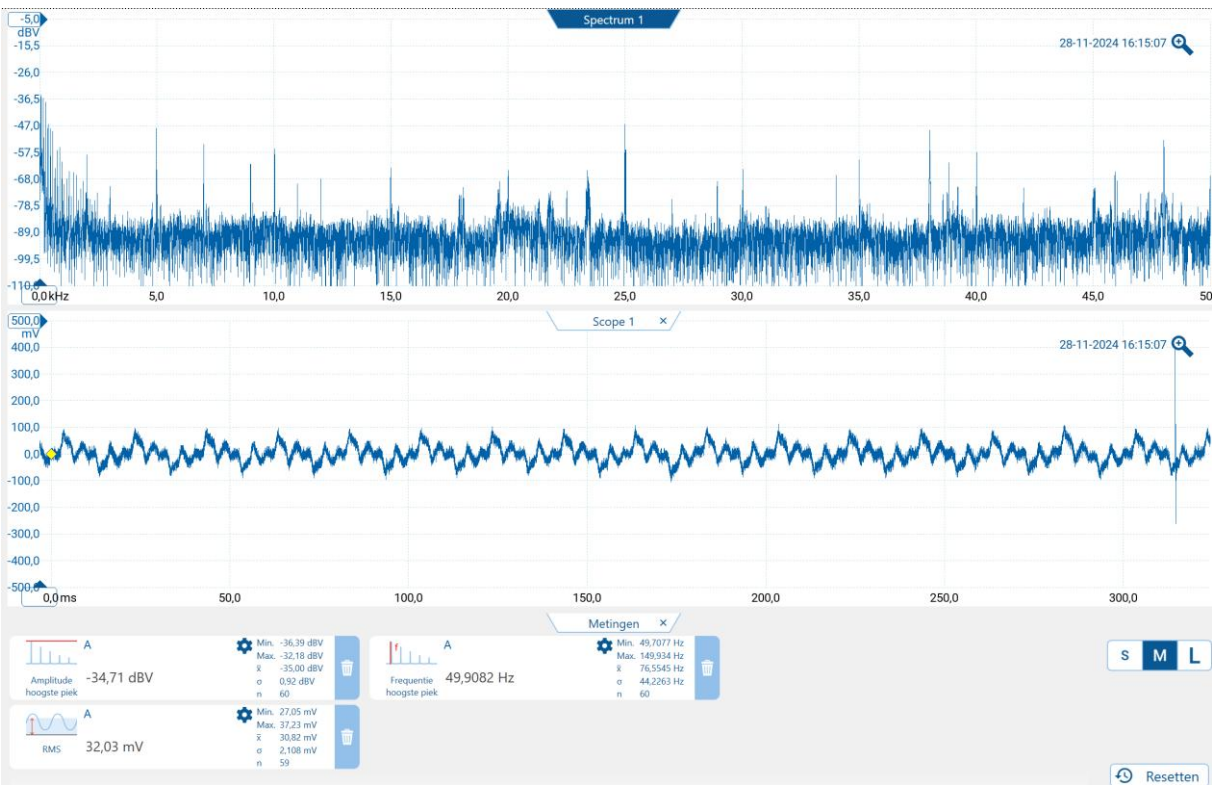
Spanningsmeting op aarding transformator 0 - 30 meter



Spanningsmeting op aarding transformator 0 – 35 meter

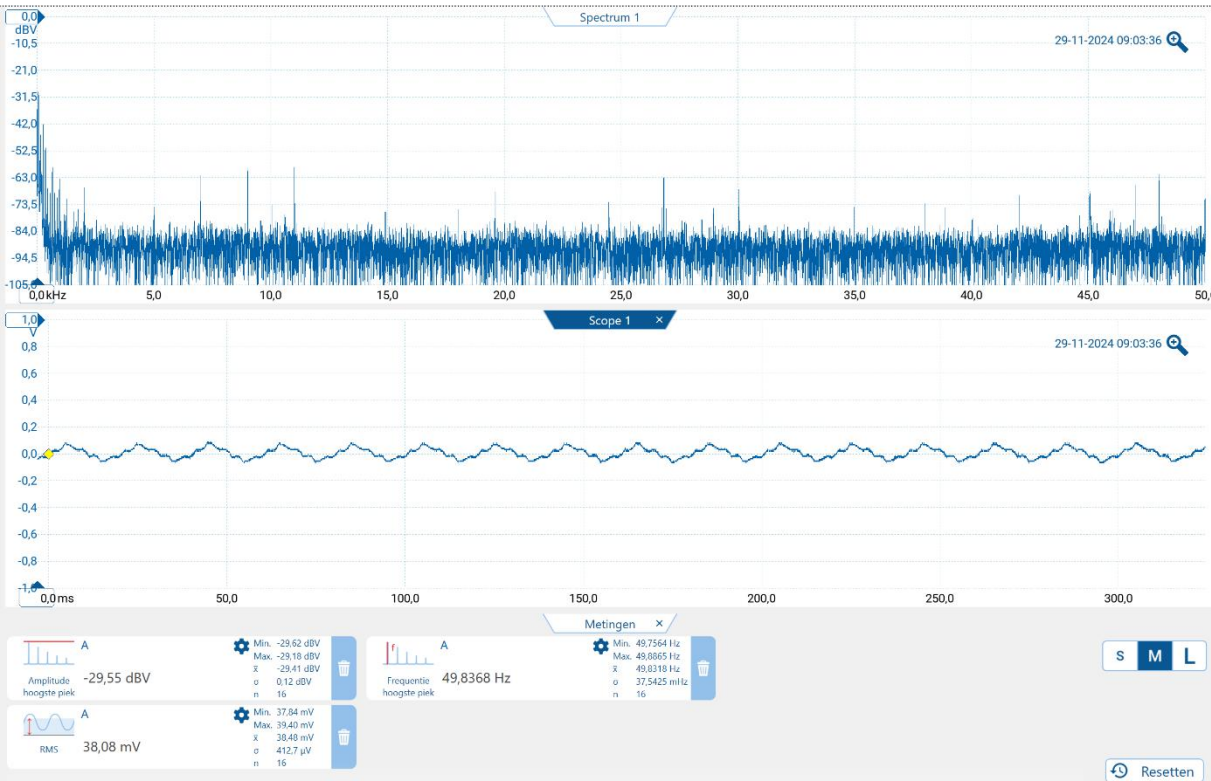


Spanningsmeting op aarding transformator 0 -40 meter

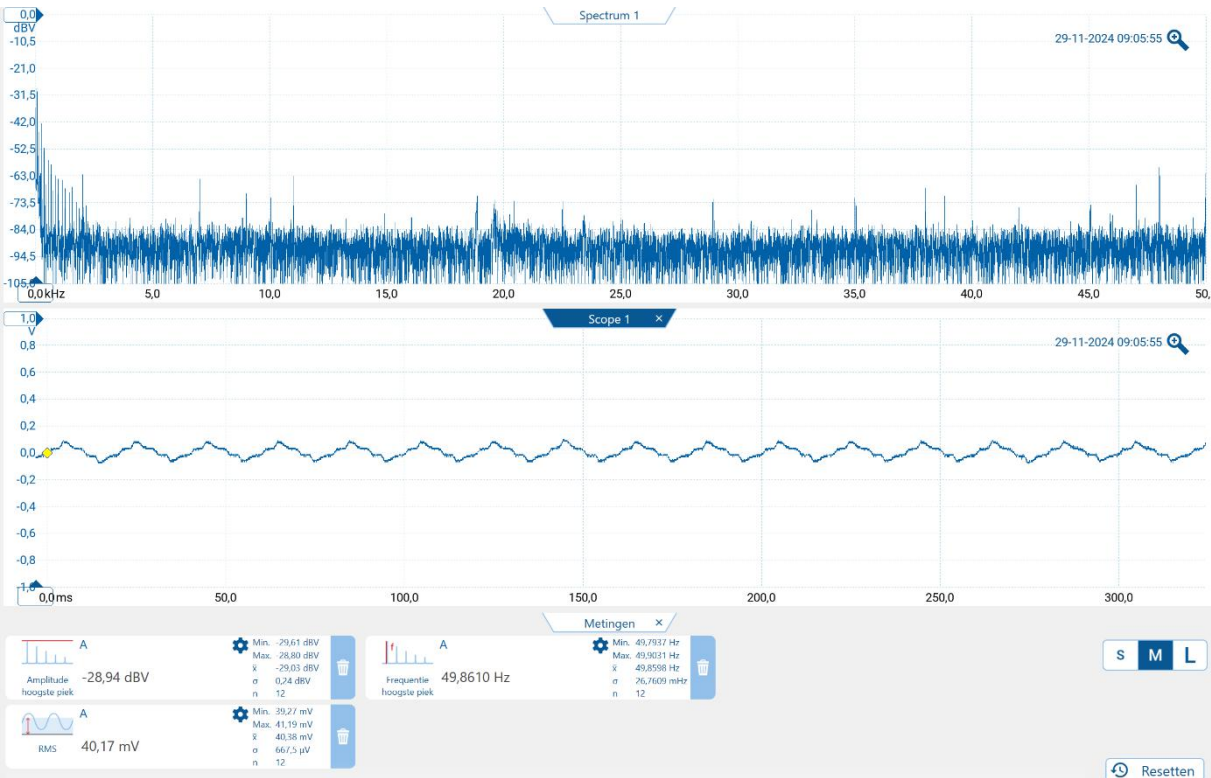


Spanningsmeting vanaf transformator bedrijf A richting windmolen 5 achter bedrijf

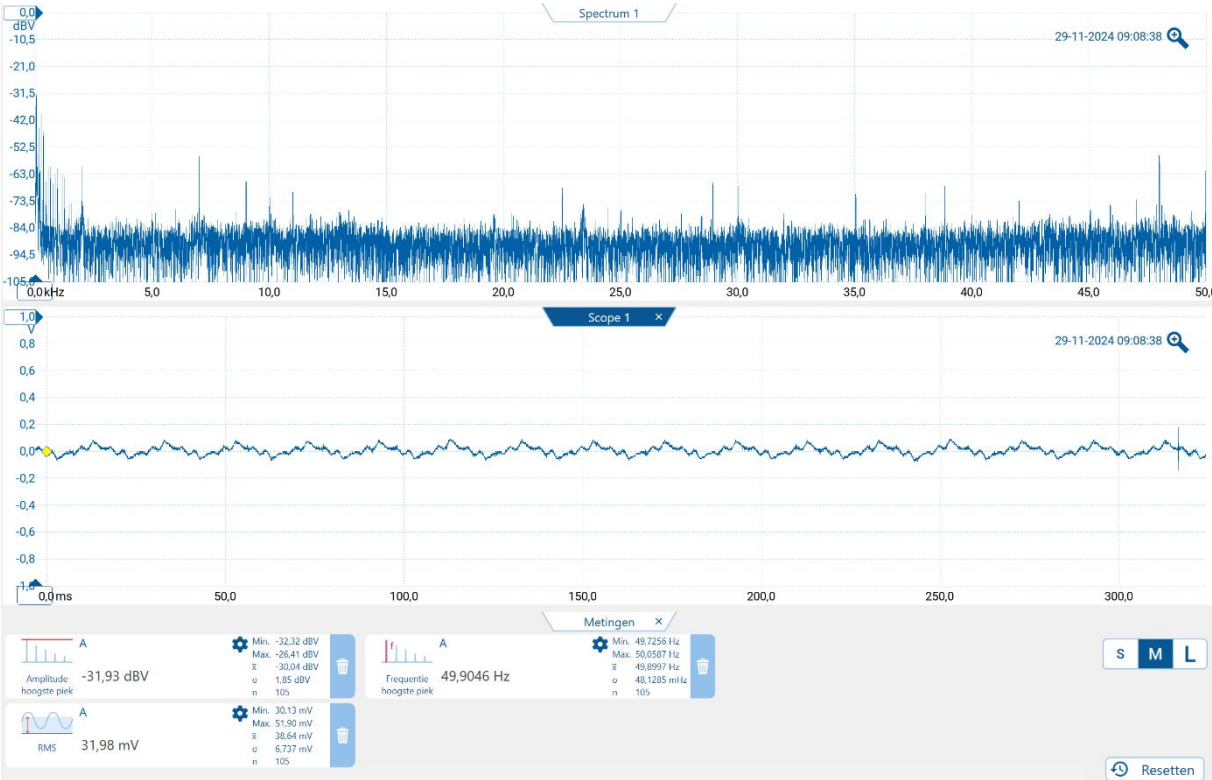
Spanningsmeting op aarding transformator 0 - 5 meter



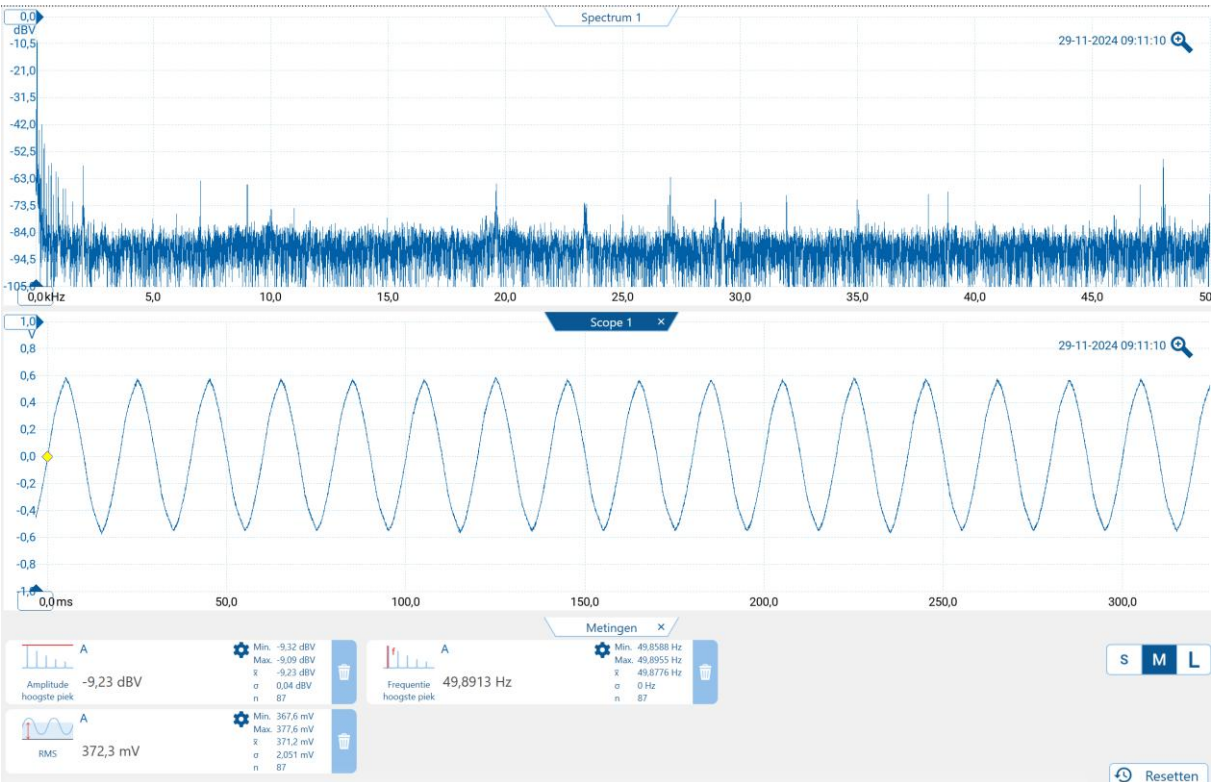
spanningsmeting op aarding transformator 0 - 10 meter



Spanningsmeting op aarding transformator 0 - 15 meter

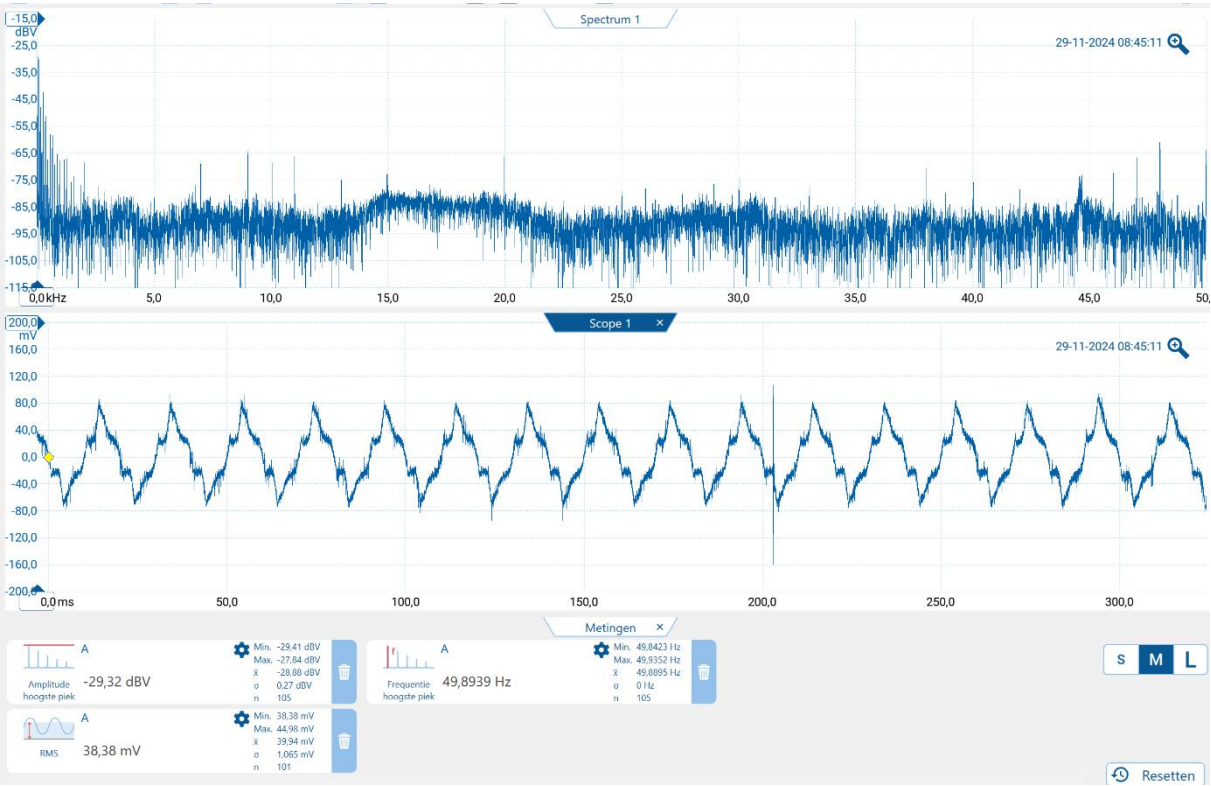


Spanningsmeting op aarding transformator 0 - 20 meter

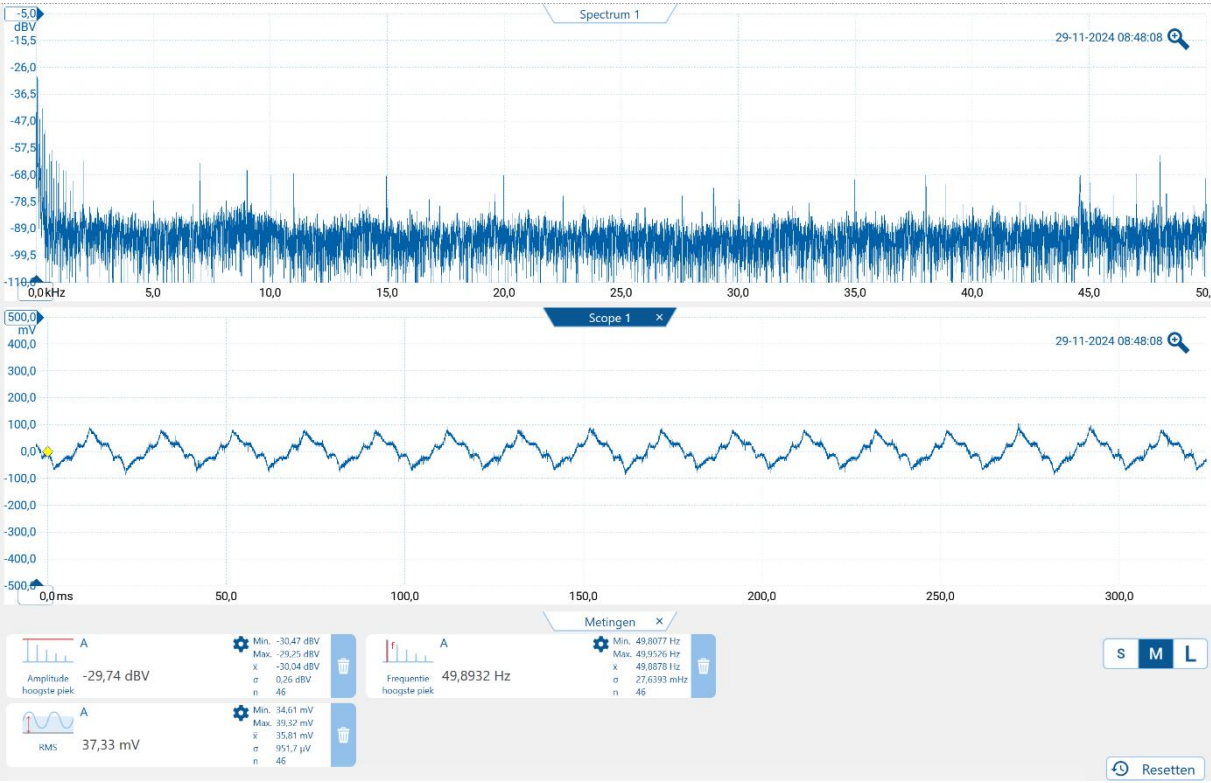


Spanningsmeting vanaf transformator bedrijf A richting transformator buren

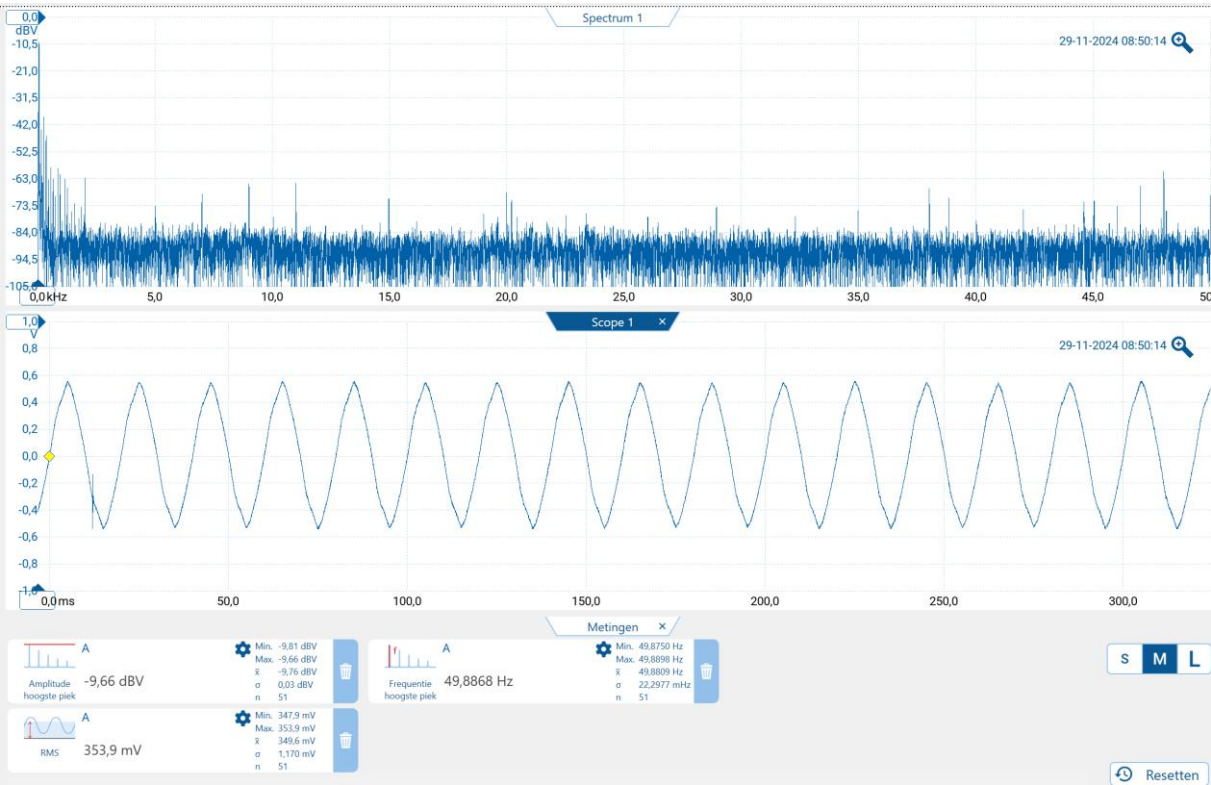
Spanningsmeting op aarding transformator 0 - 5 meter



Spanningsmeting op aarding transformator 0 - 10 meter

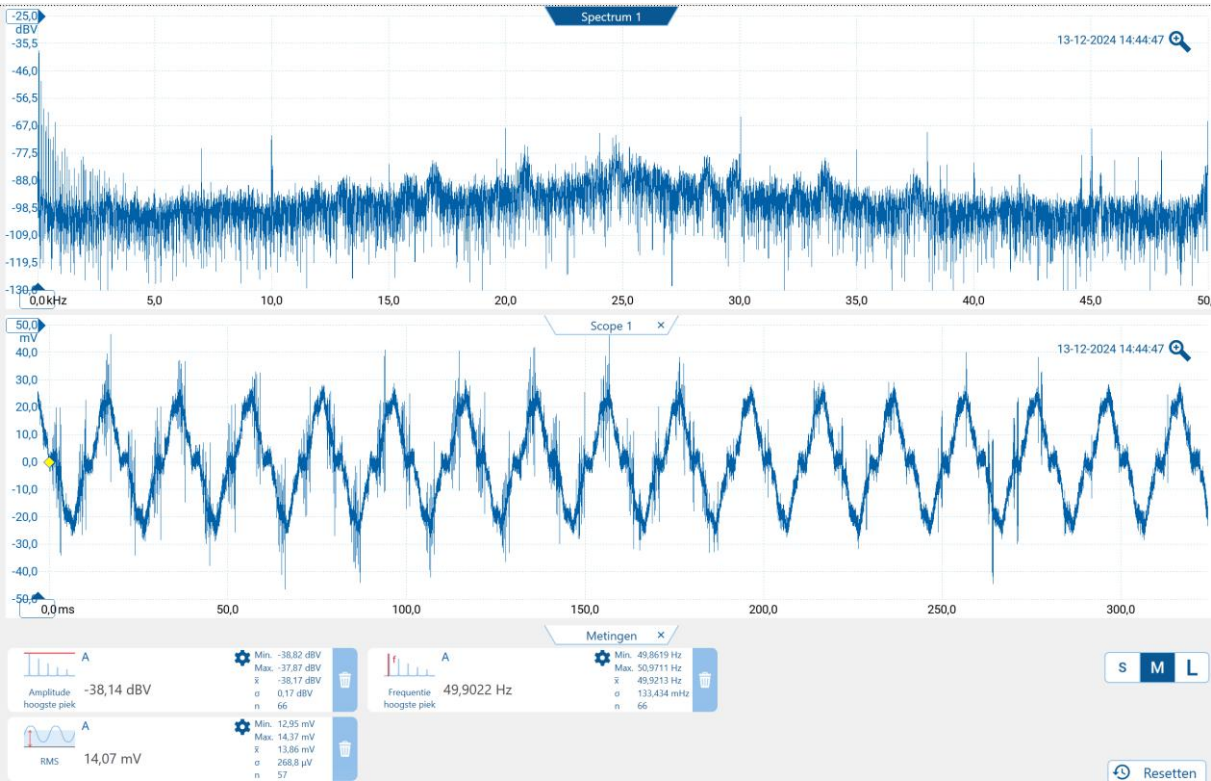


Spanningsmeting op aarding transformator 0 - 15 meter



Bijlage 6.2 Metingen zwerfspanning bij transformator bedrijf B

Zwerfspanningsmeting bij trafo op 5 tot 10 meter afstand vanaf de transformator



Zwerfspanningsmeting bij trafo op 10 tot 15 meter afstand vanaf de transformator

