

FEJLSTRØMME OG UNORMAL ADFÆRD I SVINEBESÆTNING

RAPPORT NR. 50

Der blev målt elektriske strømme i et staldanlæg, som kan påvirke dyrene negativt. Strømpåvirkningerne kan skyldes såvel interne som eksterne forhold.

INSTITUTION: VIDENCENTER FOR SVINEPRODUKTION, DEN RULLENDE AFPRØVNING
DTU ELEKTRO, CENTER FOR EL OG ENERGI

FORFATTER: **ESBEN LARSEN, CEE, DTU ELEKTRO**
ERIK DAMSTED, SEGES VIDENCENTER FOR SVINEPRODUKTION

UDGIVET: 1. JULI 2016

Dyregruppe: Søer, smågrise og slagtesvin

Fagområde: Miljøteknologi, Velfærd (adfærd)

Sammendrag

Formålet med denne undersøgelse var at karakterisere nærmiljøet i en svinestald med henblik på kortlægning af fysiske forhold/parametre eller kombinationer heraf, som er af en størrelse, som kan stresser grise. Undersøgelsen blev baseret på måling af spændingspotentialer i 3 stier, hvor der også var videoovervågning. Endvidere blev der målt potentialer på jordspyd for om muligt at detektere eksterne vagabonderende strømme.

Årsagerne til, at der kan måles lækstrømme i staldanlæg, som påvirker dyrene negativt, kan skyldes såvel interne som eksterne kilder. I undersøgelsesperioden blev det blandt andet forsøgt at teste, om der kan være relationer mellem defekt elektrisk udstyr i nabolaget, driften af HVDCanlægget Kontiscan (High Voltage Direct Current forbindelsen mellem Nordjylland via Læsø til Sverige). Der blev internt på ejendommen eksempelvis konstateret sammenhæng mellem et defekt kabel til en gyllepumpe og strømpåvirkninger i dyrenes opholdszone. Efter en udskiftning af kablet til gyllepumpen forsvandt kabelfejlen, men der kunne fortsat konstateres problemer med jording i forbindelse med isættelse af stik til gyllepumpen.

Der er ikke fundet signifikante korrelationer til driften af Kontiscan. Derimod blev der under et lokalt tordenvejr (lynneslag) målt så voldsomme spændinger på de installerede jordspyd, at dataloggeren blev ødelagt. Det er således vist, at vagabonderende strømme fra eksterne kilder kan detekteres i såvel jorden uden for gården som i stadskillemurene.

I forbindelse med de forskellige måleprogrammer blev der ved en måling i farestien målt DC-(jævn)spænding/strøm i inventaret. Staldinventaret, der både indeholder jern og zink, giver sammen med gylle som elektrolyt et galvanisk element, som giver en spænding på ca. 0,7 V. Forsøget viste, at der fra et sådant batteri kan måles strømme på mere end 30 mA. Det må derfor antages, at såfremt dyret har kontakt med f.eks. en drikkenippel og samtidig urinerer, kan der etableres en elektrisk kreds, hvor der kan løbe strømme, som er mærkbare for dyret.

Ved stikprøvevis gennemsyn af videomaterialet er der ikke konstateret unormal adfærd, som kan bekræfte denne hypotese. Ved målinger i en anden besætning uden strømproblemer, kunne samme galvaniske element etableres. I denne besætning var der anvendt en anden inventartype med nedstøbte beslag, som bevirkede, at der ikke fysisk kunne etableres en strømkreds igennem et dyr.

Samlet kan det konstateres, at der kan være en sammenhæng mellem potentielle vagabonderende strømme fra eksterne kilder, men mere sandsynligt synes det fundne galvaniske element etableret ved forskellige metaller i staldinventaret sammen med gylle som elektrolyt at give en sandsynlig årsag til i det mindste nogle af de observerede problemer.

Indretning og design af stalde med hensyn til materialevalg, potentialudligning formodes at have en væsentlig indflydelse på risikoen for, om der kan forekomme lækstrømme i dyrenes opholdszone og medføre adfærdsforstyrrelser for dyrene.

Over tid ses mindre variationer på de enkelte målepunkter, men spændingsforskellen mellem målepunkterne er af en størrelse, som i forhold til nævnte hypotese vil kunne give reaktioner hos dyrene. Det blev forsøgt at lave en kraftig potentialudligning mellem de forskellige staldelementer. Herved kunne nævnte spændingsforskelle reduceres markant. Potentialudligningen må derfor konkluderes at være utilstrækkelig.

På baggrund af nærværende undersøgelse, som bør uddybes for at finde en egentlig årsagssammenhæng til dyrenes adfærd, må det anbefales, at designprincipper for staldbyggeri tages op til revision for check om gældende rekommandationer for potentialudligning er tilstrækkelige.

1. Baggrund

Flere svineproducenter oplever periodevis adfærds- og sundhedsmæssige problemer i besætningen. Dette udmønter sig i eksempelvis øget forekomst af halebid, manglende mælkenedlægning og kredsløbsforstyrrelser m.v. Sundheds- og adfærdsproblemerne kan i nogle tilfælde forklares ved uregelmæssigheder i foder- og vandforsyning, klima- og ventilationsmæssige forhold, og ofte er det summen af flere uheldige forhold, der er årsagen. I nogle tilfælde er der dog ikke nogen umiddelbar forklaring på problemerne, og her er det elektriske nærmiljø under mistanke for at være medvirkende årsag.

Det er kendt viden, at dyrene kan udsættes for såkaldte mikrochok som følge af potentialforskelle mellem inventar og underlag. Forskellige potentialer i staldmiljøet kan skyldes flere forhold, men cirkulerende strømme i inventaret pga. mangelfuld intern jording, potentialudligning, er ofte et problem [1]. Disse såkaldte vagabonderende strømme kan også tilføres udefra. Strøm, som løber i jorden mellem eksempelvis to transformerstationer og passerer en stald, er i denne sammenhæng mistænkt. Installationer med forskelligt potentiale/jording eller belastning mistænkes ligeledes. Højspændingskablers skærmjording kan også være årsag til lækstrøm. Det er ligeledes kendt, at frekvensstyrede motorer kan give forstyrrelser på lokaliteten, hvis de ikke er forsynet med skærmet kabel og relæer, som er godkendt til frekvensstyringer.

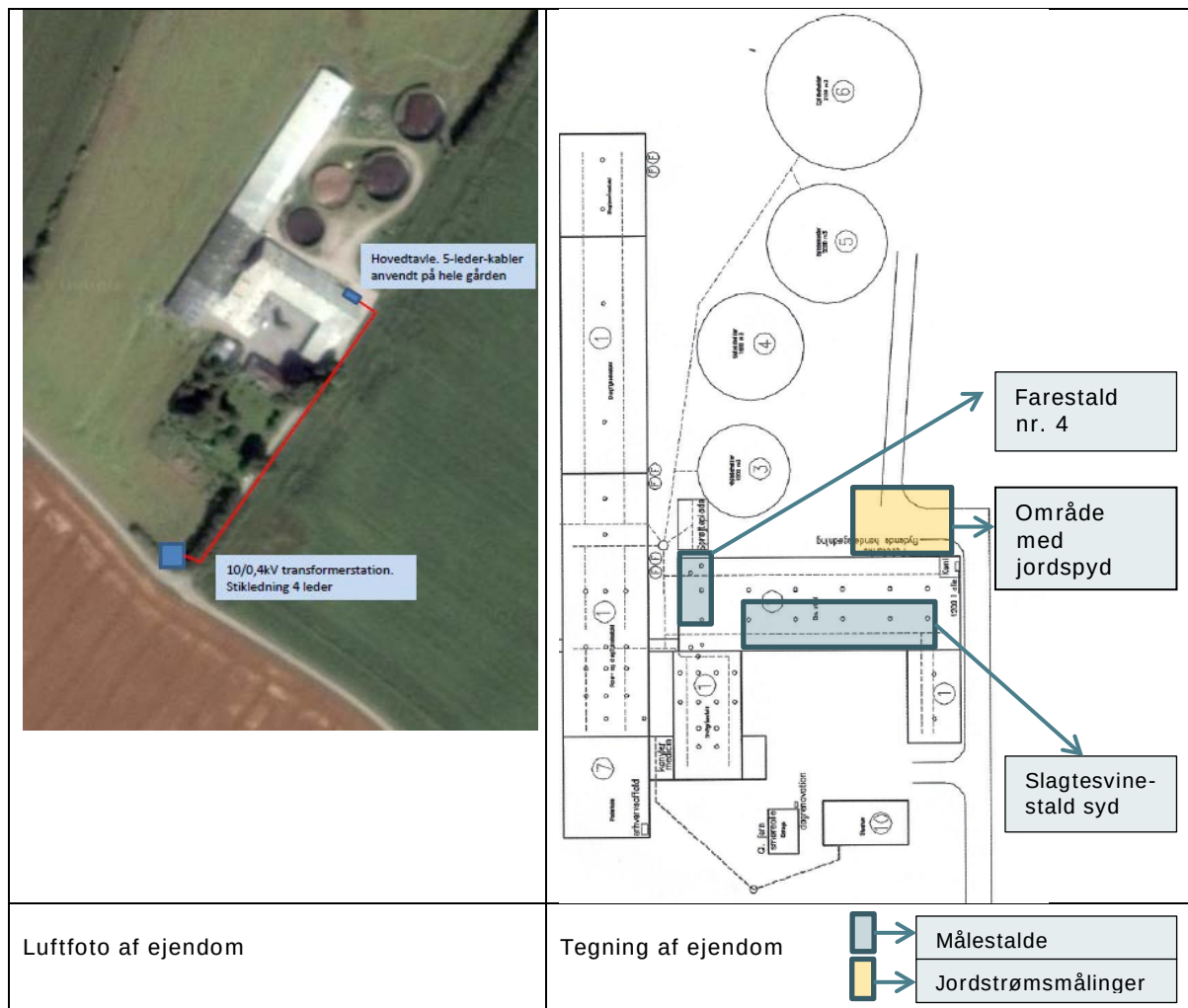
Aalborg Universitet, Institut for Energiteknik har i en indledende undersøgelse foretaget målinger i en besætning i Nordjylland, hvor der har været mistanke om lækstrøm og foreløbig konkluderet, at spændingskvaliteten (spec. 3. harmoniske) ikke levede op til gældende standard. Derudover er der foretaget supplerende målinger af spændingsforskelle mellem nul lederen og jord samt forekomst af "strøm i jorden". Der er foretaget impedansmålinger (vekselstrømsmodstand) mellem forskellige områder i besætningen med forskellige konfigurationer [3].

DTU har ligeledes foretaget målinger i samme besætning og kan ikke, for nuværende, frikende elnettet for at være "strømforurenende". Det vil sige, at "forureningen" i en besætning kan komme udefra, eksempelvis via defekte installationer i nabolaget [4]. DTU har ligeledes påvist, at jordlag i visse områder har høj resistivitetssværdi, hvilket betyder, at området har særdeles komplekse jordingsforhold, som kan resultere i vagabonderende strømme med mulighed for forurening af det elektriske nærmiljø på ejendommen.

Der blev derfor igangsat en udvidet undersøgelse på ejendommen i Nordjylland, hvor projektets formål var at karakterisere nærmiljøet med henblik på vurdering af, om forskellige fysiske påvirkninger kan påvirke grisenes adfærd og/eller velfærd. Der var primær fokus på elektriske parametre som spændinger og strømme i en sammenhæng med klimatiske parametre. Kontinuerte målinger blev sammenholdt med en videoovervågning af dyrene med henblik på korrelation til ændret adfærd og stressytringer hos dyrene. De indsamlede data blev herefter sammenholdt med de perioder, hvor der var mistanke om "strømforurening".

2. Materiale og metode

Undersøgelsen blev foretaget i en integreret svinebesætning [figur 2.1] på 295 årssøer og med en årsproduktion på 8.000 slagtesvin. Den pågældende besætning har gennem flere år haft mistanke om, at der forekom lækstrøm af den ene eller anden art i såvel staldanlæg som beboelse.



Figur 2.1 Beskrivelse af ejendom

Staldanlægget omfatter:

- Løbestald
- Drægtighedsstald
- Farestalde, 5 sektioner
- Fravænningsstalde, 9 sektioner
- Slagtesvinestalde, 6 sektioner
- Sygestald
- Udleveringsstald

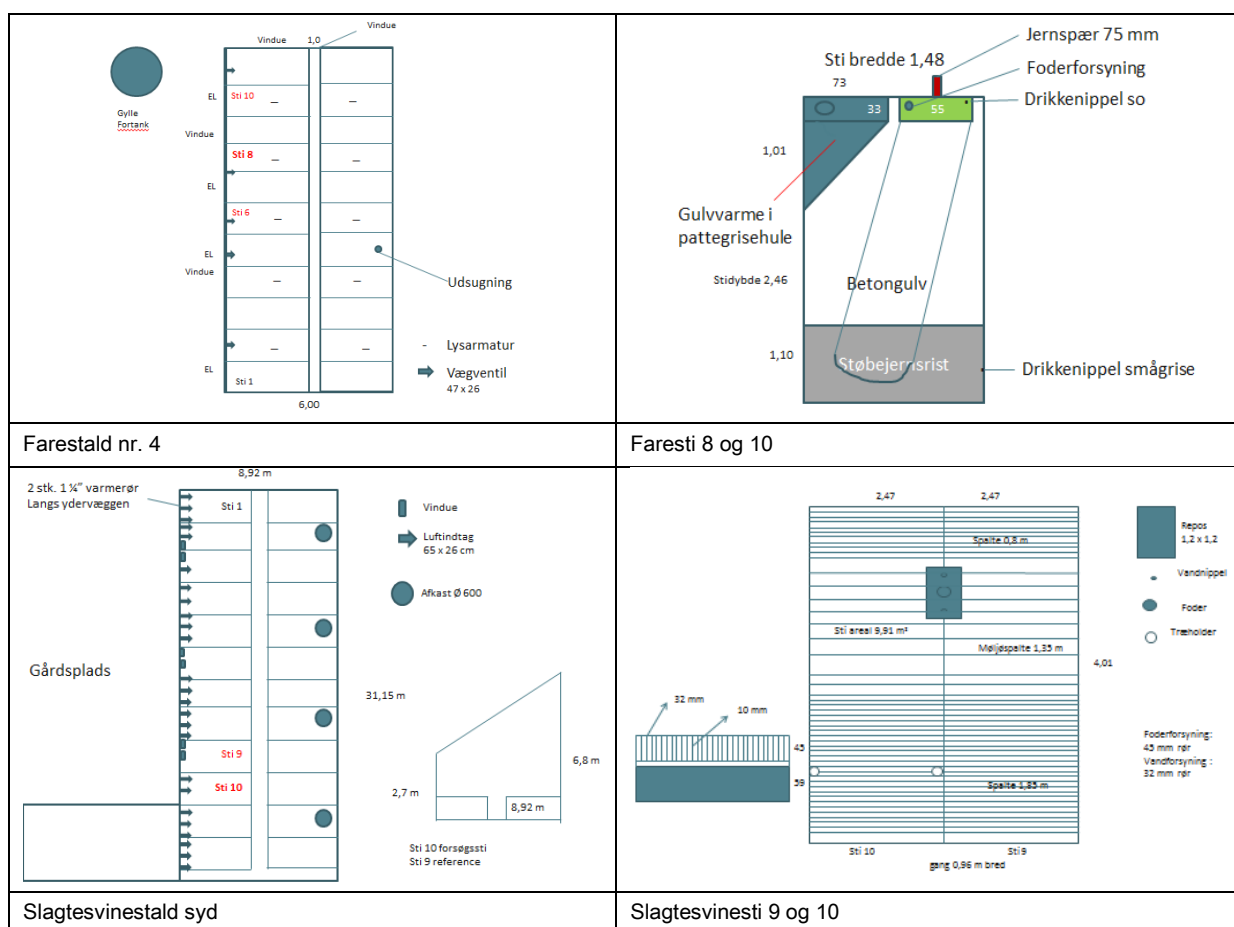
Det blev valgt at udføre målingerne og adfærdsobservationerne i hhv. en farestald og en slagtesvinestald.

Farestald nr. 4, som blev valgt som undersøgelsesstald, måler 16,5 x 6,0 m og har fladt loft med en væghøjde på 2,7 m. Stalden er indrettet med 22 farestier fordelt på 2 rækker. Stierne måler 2,46 x 1,48 m og er forsynet med 1,1 m støbejernsrist bagerst i stien. Traditionelle pattegrisehuler med gulvvarme og lem til varmelampe. Søerne tildeles tørfoder [figur 2.2-2.3].

Ventilationsanlægget er etableret som undertryk med ensidigt luftindtag via 5 stk. 1.200 cm² vægventiler, der er automatisk reguleret. Afkast ved 1 stk. Ø 600 mm udsugningsenhed med indløbstragt, spjæld og konus. Ventilationen styres ud fra staldens temperatur via en klimastyring.



Figur 2.2 Fare- og slagtesvinestald, som indgik i undersøgelsen.



Figur 2.3 Skitse af stalde med fare- og slagtesvinestier.

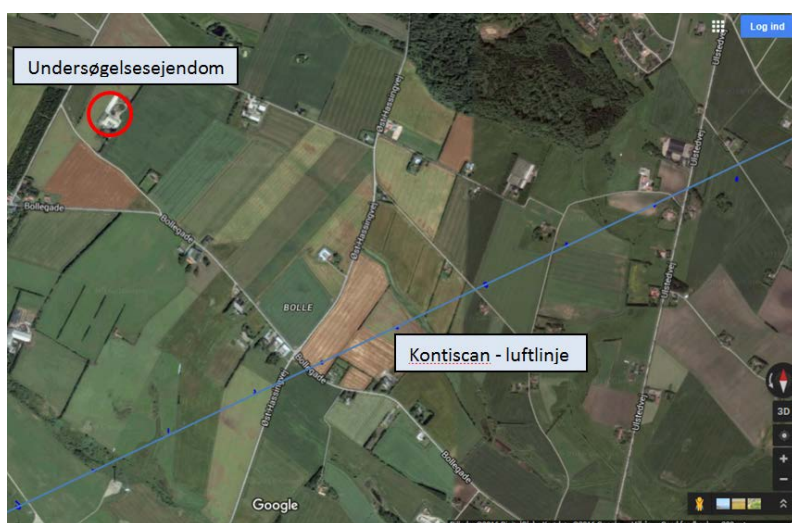
Slagtesvinestald syd [figur 2.3], som indgik i undersøgelsen, er indrettet i en 18 m bred bygning med stålspær, som er adskilt med en mur midt i stalden, der går til kip. Stalden måler således 31 x 9 m og har en væghøjde ved ydervæg på 2,7 m og 6,8 m midt i stalden. Stalden er indrettet med 24 stier fordelt på 2 rækker. Stierne måler 4,0 x 2,5 m og er med 1/3 drænet gulv og 2/3 spaltegulv.

Gangarealet er ligeledes forsynet med spaltegulv. Slagtesvinene går i stalden i vægtintervallet 30 – 105 kg, hvor de fodres med tørfoder via rørfodringsautomater. Ventilationsanlægget er etableret som undertryk med ensidigt luftindtag via 24 stk. vægventiler isat ydervæggen i 1,8 m's højde. Afkast ved 4 stk. Ø 600 mm udsugningsenhed med indløbstragt, spjæld og konus. Ventilationen styres ud fra staldens temperatur via en klimastyring. Slagtesvinestalden er forsynet med rumvarme via 2 stk. 1¼" varmerør langs ydervæggen.

2.1 Elforsyning af undersøgelsesejendommen

Ejendommen er elforsynet fra egen 10/0,4 kV transformerstation, som ligger tæt på ejendommens stuehus. Et 4 leder kabel er ført langs stikvejen til ejendommen frem til ejendommens hovedtavle, som er placeret i et hjørne af en staldbygning. Hovedtavlen er jordet til undersøgelsens jordspyd R8 [figur 2.1]. Alle interne lavspændingskabler er fremført som 5-leder.

Tæt på ejendommen løber HVDC (High Voltage Direct Current forbindelsen mellem Nordjylland via Læsø til Sverige) forbindelsen: Kontiscan som luftledning. Luftledningen løber minimum i en afstand af 1,26 km fra gården [figur 2.4]. Det skal nævnes, at det separate jordkabel på dette sted ikke følger luftledningerne. Dette kabel ligger i andet tracé væsentligt længere fra gården. EnergiNet DK oplyser, at der under normaldrift kan gå op mod 10A i dette jordkabel.



Figur 2.4 Kontiscan-liniens placering i forhold til undersøgelsesejendommen

2.2 Svineproducentens observationer og jordstrømmålers beskrivelse af "elektricitet"

Nærværende projekt blev initieret af en svineproducent fra Nordjylland, som har konstateret unormale adfærd blandt deres grise som en konsekvens af "elektricitet", dog uden nærmere specifikation af, hvor spændinger, strømme, felter måtte forekomme. Svineproducenten beskriver grisenes adfærd ved:

- Uro i stalden – periodevis høres høje skrig.
- Grisene forsøger at flygte og komme væk fra deres sti. Tilsyneladende har grisene god hukommelse, og deres sti huskes som utryg. Såfremt grisene flyttes til anden sti, kan de falde til ro. I løbet af 1 uge eller 2 kan de uden problemer flyttes tilbage til samme sti.
- Aktiverer drikkeniplen, således at vandtruget flyder over med vand og stien bliver våd.
- Diarré, som bevirker, at stien bliver tilsvinet, og den derfor ikke er opdelt i gøde- og lejeareal.
- Ovennævnte utryghed kan udvikle sig til paniske reaktioner, kramper, fråde om munden, krummer ryg, i værste fald dødsfald.
- Et dødsfald er videofilmet, men dette synes ikke at have haft en karakter som beskrevet ovenfor.
- Senere obduktion af døde grise har i en del tilfælde vist organdrejninger som dødsårsag. Desuden er der set flere tilfælde af udskudt endetarm.
- Der opleves flere problemer med strøm i weekenden end i løbet af hverdage. Dette kunne indikere en korrelation til belastningen af elnettet.

Udover observationerne fra ovennævnte besætning er der fra flere sider rapporteret om hændelser i såvel svine- som kvægbesætninger. For at afhjælpe disse ramte landmænd har Konsulent Kaj Østergaard, Kolding Herreds Landboforening udviklet en metode til at bortlede disse såkaldte jordstrømme. Kaj Østergaard karakteriserer jordstrømmene ved:

- At de løber fra en kilde til et mål typisk i en ret linje mellem de to punkter. Som kilde angives typisk en elektrisk installation, transformerstation, pumpestation, vindmølle el. lign.
- At den løber i en relativ snæver korridor i jorden, ligesom i en form for tykt kabel med en bredde på under 50 cm.
- At han (og andre) kan detektere strømmen med en letbevægelig messing (kobber) stang som drejer meget tydeligt mod ledende elementer, som bærer nævnte jordstrøm.
- Når han fjerner sig igen fra det ledende element, drejer stangen tilbage til udgangspunktet.
- At strømmene løber tværs igennem/under huse og kan genere dyr og mennesker.
- At de kan bortledes ved at slå et jordspyd i jorden, der hvor "strømmen" løber ind mod huset, og et nyt spyd der, hvor strømmen løber bort fra huset. De to jordspyd forbindes med et relativt tyndt kobberkabel $1\frac{1}{2}$ mm². Strømmen ledes således udenom huset/stalden. "Der er skabt en omfartsvej", som Kaj Østergaard benævner det.

- At strømmene kan komme og gå uden, at deres fysik i øvrigt kan forklares.

Kaj Østergaard nævner, at han har set samme problemer om end værre i Ukraine, hvor grisene går på fulddrænet gulv med støbejernsspalter i hele stien.

Tilsyneladende har Kaj Østergaard etableret sig som en succesfuld jordstrømsekspert, som har hjulpet mange tilfredse kunder. Nævnte metode er også forsøgt på undersøgelsesejendommen, hvor det havde en gunstig virkning i ca. 4 timer. Så snart omfartsvejen var etableret kunne han ikke registrere noget udslag med messingstangen. Efter de 4 timer havde forholdene ændret sig og blev lignende som før på trods af omfartsvejen. Senere er der fundet andre strømkorridorer omkring gården. Forholdene på gården må betegnes meget komplekse, idet disse strømme varierer såvel over tid som sted.

Ud fra et videnskabeligt synspunkt må Kaj Østergaards metode tilbagevises, dels ved at impedansen i en $1\frac{1}{2}$ mm² kobberledning vil være højere end for typiske jordlag, dels ved at strømme i jordlag vil brede sig ud og ikke følge snævre korridorer. Ligeledes kan den letbevægelige messingstangs bevægelser ikke forklares ud fra elektrotekniske teorier.

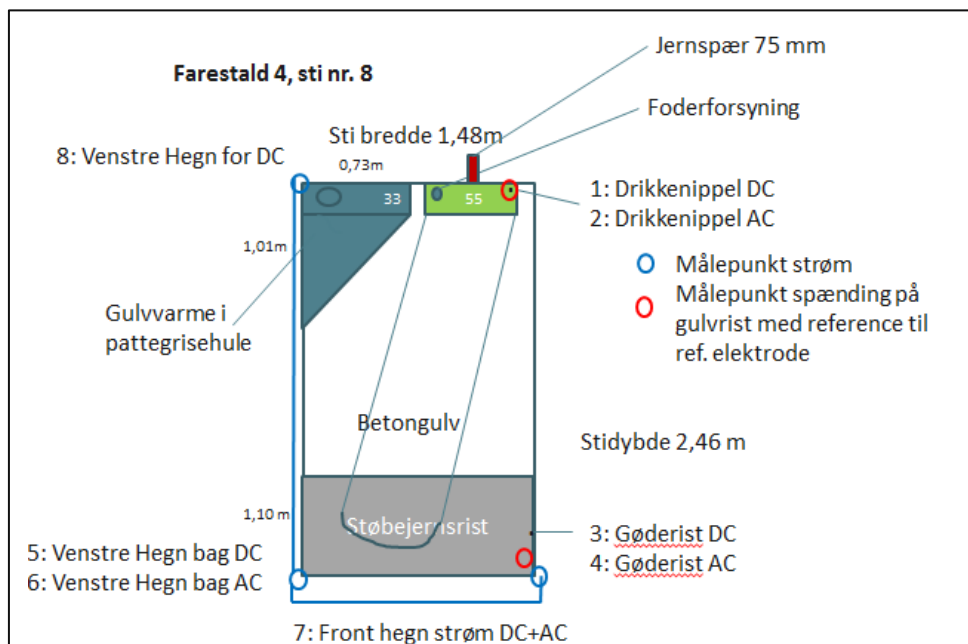
2.3 Målesystem for skridtspændinger m.m.

Efter en vurdering af hvilke fysiske parametre, som kunne tænkes at have en effekt på grisenes reaktionsmønstre, blev der udviklet et målesystem, som primært fokuserer på muligheden for forekomst af skridtspændinger (elektriske spændingsforskelle på overfladen af jord – imellem en persons ben) i stierne. Kilderne til sådanne skridtspændinger er ukendte, men kan tænkes skabt i gårdens elektriske anlæg eller i eksterne anlæg. Signalvejen fra eksterne kilder til gården blev antaget at være gennem jorden som vagabonderende strømme.

I henhold til standard for staldbyggeri skal alle metalliske elementer i stier være potentialmæssigt udlignet, hvorfor skridtspændinger ikke skulle forekomme [1-2]. Ved indledende undersøgelser syntes dette ikke nødvendigvis opfyldt. På baggrund af de refererede observationer fra svineproducenten måtte statistiske forhold også kunne spille en rolle, om der var ro eller uro i stalden.

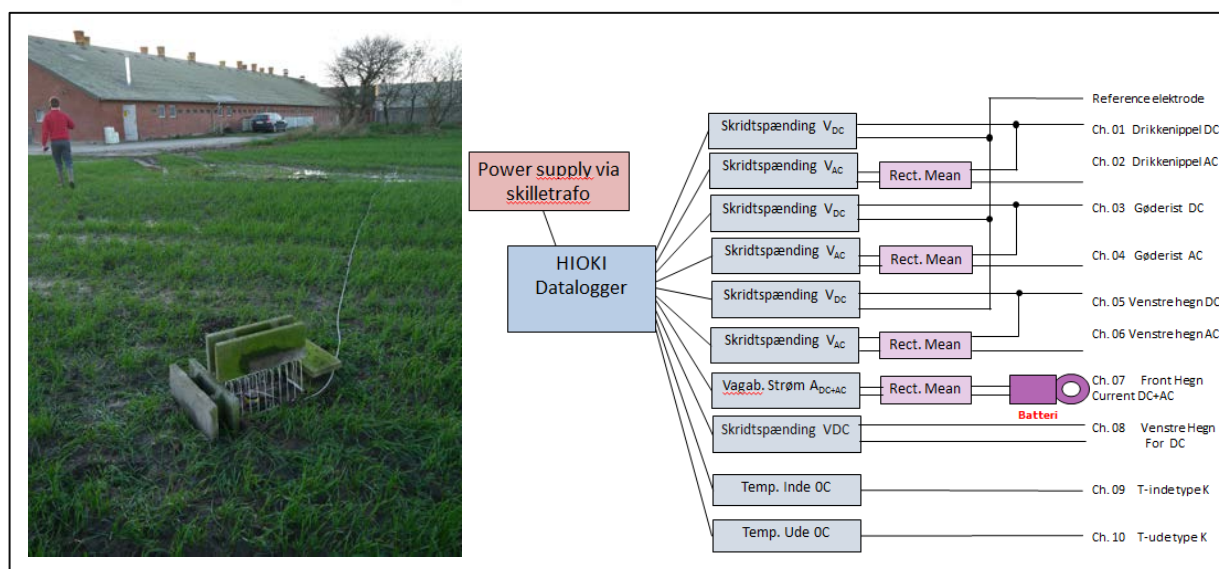
Målesystemet er således baseret på en datalogger (HIOKI 8820), som logger potentialer i diverse målepunkter [figur 2.5] i forhold til en reference elektrode Cu/CuSO₄, som blev placeret ude i marken [figur 2.6]. Som vist i figur 2.5 anvendes de galvaniserede hjørnestolper, drikkeniplen og gøderisten som spændingsmålepunkter. Imellem nogle af hjørnestolperne (benævnt Hegn) er der trukket en

kobberleder igennem, hvilken en eventuel strøm måles med strømtang. Da strømtangen er batteriforsynet er disse strømmålinger kun foretaget indenfor kortere perioder.



Figur 2.5 Målepunkter i udvalgt sti i farestald 4.

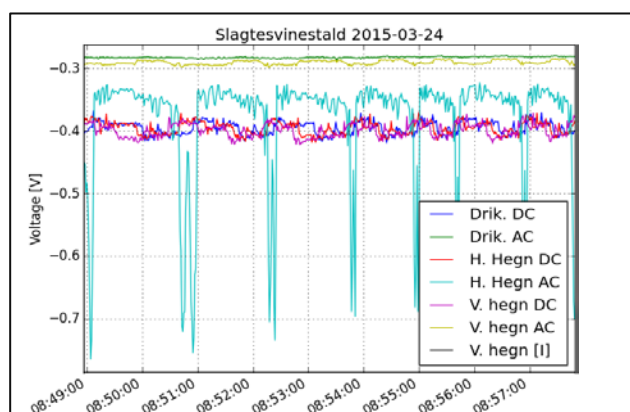
Oprindeligt var det ønsket at isolere målesystemet fuldstændigt fra gårdens elforsyning ved at batteriforsyne loggerne. Det viste sig imidlertid, at loggernes elforbrug var så stort, at det i praksis ikke kunne lade sig gøre, hvorfor loggerne blev forsynet fra elnettet via en skilletransformer, som næstbedste løsning.



Figur 2.6 Datalogger opkobling med 10 kanaler for spændingsmåling i forhold til Cu/CuSO₄ referenceelektrode placeret ude i marken ca. 36 m fra stalden.

Da der ikke var kendskab til karakteren (størrelse og frekvens) af disse spændinger blev loggeren, som grundlæggende er DC-målende (Direct current – jævnstrøm), suppleret på nogle kanaler med en passiv ensretter. For disse målepunkter blev DC-målingerne således suppleret med "AC-målinger" (Alternate current – vekselstrøm) foretaget med indsat passiv ensretter med efterfølgende RC-led med tidskonstant på ca. 3 sekunder. Ved tilstedeværelse af AC-spændinger måles således et tidspunkt for hændelsen men uden et egentligt spændingsniveau og/eller frekvens. Loggerne samler hvert 10. sekund.

Ved de senere analyser blev det konstateret, at én af disse AC-kanaler opførte sig atypisk ved, at der blev detekteret et kraftigt udslag med ca. 1 minuts mellemrum [figur 2.7: H. Hegn AC]. Der blev ikke fundet en årsag hertil, hvorfor dette fænomen ikke diskuteres yderligere.



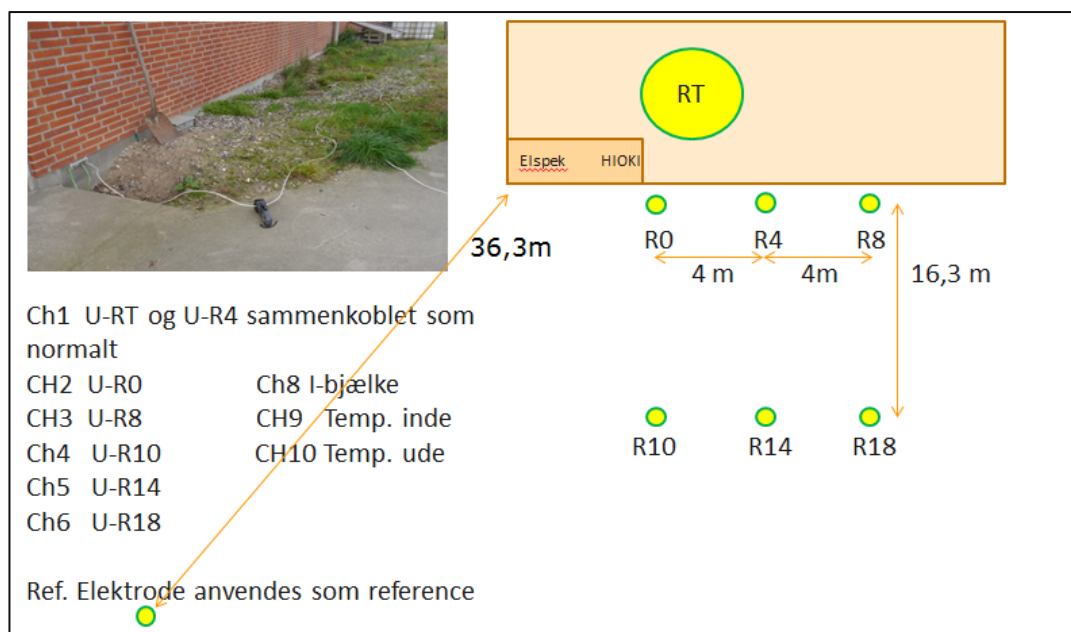
Figur 2.7 Typisk måling fra slagtesvinestald "H Hegn AC" udviser atypisk forløb med events ca. hvert minut.

Alle spændingsmålinger blev udført med reference til standard referenceelektroden placeret ude i marken. Det uskærmede kabel herfra og ind til loggerne var meget langt, hvorfor der var risiko for inducerede spændinger og anden støj på målingerne. Det blev vurderet, at på trods af denne risiko, var det en fordel at måle potentialer i forhold til en reference elektrode fremfor kun at måle differensspændinger lokalt i stien.

Derudover loggede instrumentet inde og ude temperatur. Dataloggeren samlede med 10s opløsning i mere end et år (24-10-2014 til dec. 2015). Der blev opsat 2 af de beskrevne målesystemer - et placeret i en slagtesvinestald og et i en farestald – begge hvor videoovervågning var etableret. Under måleforløbet blev der konstateret flest gener i farestalden, hvorfor det blev besluttet at flytte målesystemet fra slagtesvinestalden til en anden sti i farestalden (nr. 10). Samtidig blev der etableret en forstærket potentialudledning i sti 8, hvor alle metaldele blev elektrisk sammenkoblet med kraftige kobberkabler (6mm²). Disse ændringer blev udført 28-05-2015.

2.4 Målesystem for eksterne vagabonderende strømme

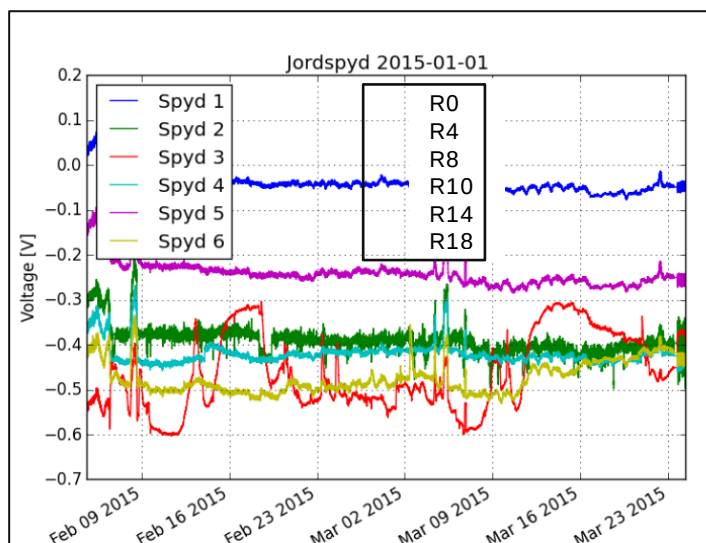
Målesystemerne i staldene havde fokus på registrering af potentielle skridtspændinger, som mulig årsag til reaktioner hos grise. Om kilderne, til disse potentielle vagabonderende strømme er interne eller eksterne, er imidlertid uvist. For at undersøge om der kunne være tale om eksterne kilder, blev de 2 målesystemer suppleret med et tredje baseret på samme type datalogger, hvor der blev målt på jordspyd placeret op af staldbygningen.



Figur 2.8 Målesystem for monitorering af DC-spændinger mellem jordspyd. Gårdens elsystems PE (Protective Earth) er forbundet til R4.

Tre jordspyd var af svineproducenten placeret meget tæt på staldbygningen (R0, R4, R8). De er placeret så tæt på staldbygningen, at nærfeltsproblemer forårsaget af bygningens fundamentsjording ikke kan udelukkes. 3 nye jordspyd (R10, R14, R18) blev af DTU/SEGES Videncenter for Svineproduktion banket ned i god afstand fra gårdens staldbygninger [figur 2.8]. Gårdens apparater, potentialudligningssystem m.m., som er forbundet til elsystemets jordleder (PE), er her betegnet som RT. Endeligt blev en sidste kanal på dataloggeren forbundet til en I-bjælke i den fjerneste og nordligste stald (slagtesvinestald). I-bjælken (CH8: I-bjælke) er en del af tagkonstruktionen. Svineproducenten oplyser, at I-bjælken er potentialudlignet med det nedstøbte støbejernsnet under stierne.

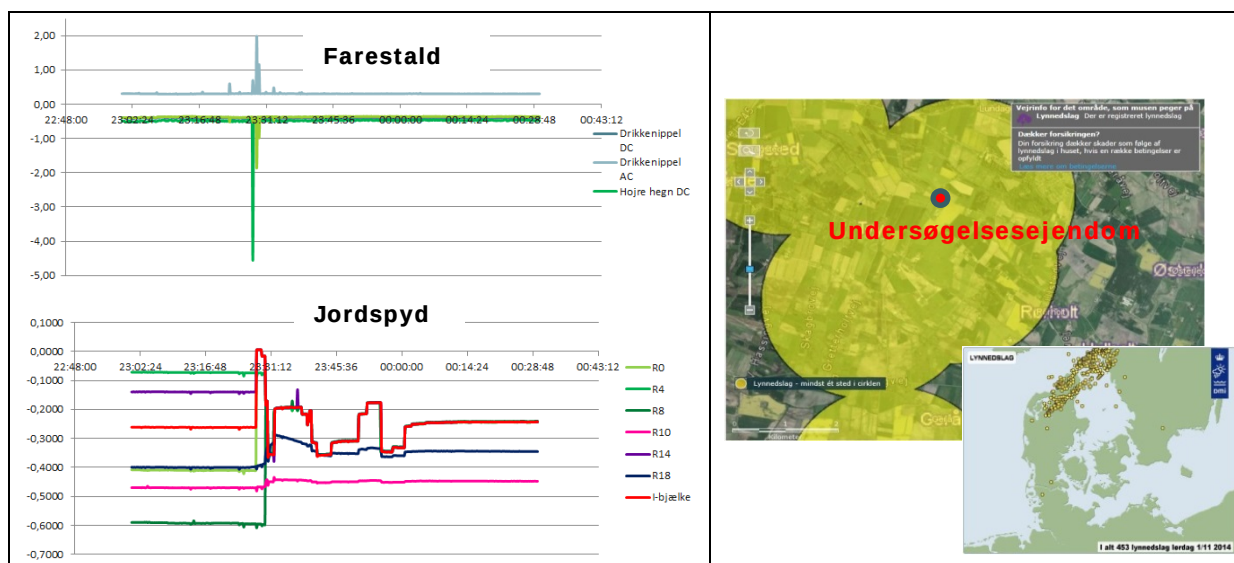
Målingerne foretaget på jordspyd R8 [figur 2.8] har udvist et markant anderledes variationsmønster [figur 2.9] end for de øvrige. Det er ofte set, at dette jordspyd har stået i midten af en lille sø af væske. Det har ikke været muligt at forklare disse variationer, hvorfor dette ikke vil blive behandlet yderligere. Svineproducenten nævner, at jordspyd R8 er placeret et sted, hvor hans kobberstænger (analogt til Kaj Østergaards, afsnit 2.2) tit slår ud.



Figur 2.9 Spyd R8 udviser atypisk forløb

Analogt til målingerne i staldene blev målinger på jordspyd udført som potentialemålinger med reference til standard referenceelektroden placeret ude i marken. Alle kabler til elektroder og jordspyd i øvrigt var uskærmede kabler. Selvom kablerne til jordelektroderne var forholdsvis beskedne i længde, vil der for et sådant system være en risiko for inducerede spændinger og anden støj på målingerne.

For at give et indtryk af målesystemernes følsomhed skal det nævnes, at der under et tordenvejr den 1. november 2014 blev registret meget store spændinger såvel på jordspyd som i staldene. Fra DMI ses i figur 2.10 som gule cirkler, at der tæt på gården har været mindst 4 lynnedslag. De eksakte nedslagspositioner kendes ikke.



Figur 2.10 Registrering af spændinger i farestald og på jordspyd som følge af lokalt lynnedslag. Dataloggeren til jordspydsmålinger overlevede ikke.

Tilsyneladende blev de målte spændinger på jordspydene så store under tordenvejret, at dataloggerens indgangsmodul gik i stykker, hvilket kom til udtryk i, at 5 kanalers målte spændinger faldt sammen (R0, R4, R8, R14, I-bjælke samme spænding, dvs. kurverne ligger over hinanden). Loggeren blev hjemtaget til undersøgelse og blev senere udskiftet.

2.5 Målesystem for gårdens elforsyning

I en periode ved projektets start (18-06-2015 til 29-08-2016) blev der i gårdens hovedtavle installeret en power analysator (Elspek 450 Blackbox) for måling og analyse af elforbrug specificeret ved detaljerede målinger af fasespændinger og strømme med henblik på analyse af aktiv, reaktiv effekt, harmoniske spændinger og strømme m.m.

2.6 Adfærdsobservationer via videooptagelser

Der blev opsat videoudstyr i hhv. farestald og slagtesvinestald [figur 2.11], således at grisenes adfærd kunne registreres. Videooptagelserne foregik i hele projektperioden døgnet rundt, og formålet var at iagttage, om der var adfærdsændringer i de perioder, hvor der var afvigelser på parametrene i det opsatte måleprogram af elsystemet.

Videokameraerne blev opsat over 2 stier i hhv. fare- og slagtesvinestald, hvor den ene sti var forsøgssti, hvor måleudstyret fra DTU var monteret, mens den anden sti var en referencesti.

Videooptagelserne blev foretaget med Small IR Dome Kamera. Videooptagelserne blev lagret på en computer, og regelmæssigt overført til eksterne harddiske.



Figur 2.11 Videoovervågning.

2.7 Analysens omfang

I projektperioden okt. 2014 til udgangen af 2015 blev der logget mere end 3 millioner datasæt bestående af realtidsregistreringer, potentialer og strømme i de nævnte målepunkter samt inde og ude temperaturer. Derudover blev der foretaget specialmålinger og test fokuserende på særlige problemstillinger (se afsnit 3). Der er udført målinger stort set kontinuert i perioden dog med enkelte udfald som eksempel efter nævnte tordenvejr.

Svineproducenten har løbende noteret ændret adfærd i en logbog. Ud fra disse noterede særlige adfærdsregistreringer blev der udtaget et antal events (stikprøver) til nærmere analyse (se afsnit 3).

Produktionsresultaterne for såvel so- som slagtesvineholdet blev opsamlet via besætningens normale effektivitetskontrol (afsnit 3.10).

3. Resultater

3.1 Resultater i forhold til logbog for uro i staldene

Over mere end et år har dataloggerne målt på de forekommende potentialer i henholdsvis slagtesvinestald, farestald og på jordspyd placeret udenfor tæt på staldbygningerne. Med en samplingfrekvens på 10 sekunder er der generet en meget stor datamængde, som stikprøvevis er analyseret. Svineproducenten har ført en logbog, hvor uro og øvrige hændelse er registreret. Hændelserne er søgt karakteriseret i en skala 1-3, hvor 3 er alvorligst (NaN – Not a Number, dvs. ingen karakterisering). Ud fra logbogen er tidspunkter – benævnt events udpeget for særlig analyse.

For en mere detaljeret beskrivelse henvises til ref. [4]. Samlet er der analyseret på 12 events (stikprøver):

Slagtesvinestald				
Event nr.	Dato	Tid / skala	Tid / skala	Tid / skala
1	2015-03-13	11:05 / 3	12:55 / 2	19:00 / 1
2	2015-03-21	14:10 / 2	16:35 / 2	
3	2015-03-24	13:30 / 2	18:25 / 3	22:25 / 3
Farestald				
Event nr.	Dato	Tid / skala	Tid / skala	Tid / skala
4	2015-02-19	08:50 / 1		
5	2015-02-20	12:15 / 1	18:45 / NaN	
6	2015-02-21	12:06 / NaN	13:15 / NaN	
7	2015-02-22	15:50 / NaN		
8	2015-02-23	12:45 / NaN	18:45 / NaN	21:45 / NaN
9	2015-02-24	13:11 / NaN	18:25 / NaN	
10	2015-02-25	9:00 / 1	13:05 / 1	
3	2015-03-24	18:45 / 2		
Stier uden spændingsmålesystem				
Event nr.	Dato	Tid / skala	Tid / skala	Tid / skala
11	2015-03-11	So død i farestalden	Nøjagtigt tidspunkt for dødsfald er ukendt	
12	2015-03-31	Dødsfald i sti 10 i farestalden	Videofilmet dødstidspunkt 23:10	

Figur 3.1 Uddrag af logbog over events til særlig analyse. Skala angiver svineproducentens karakterisering af hændelsen.

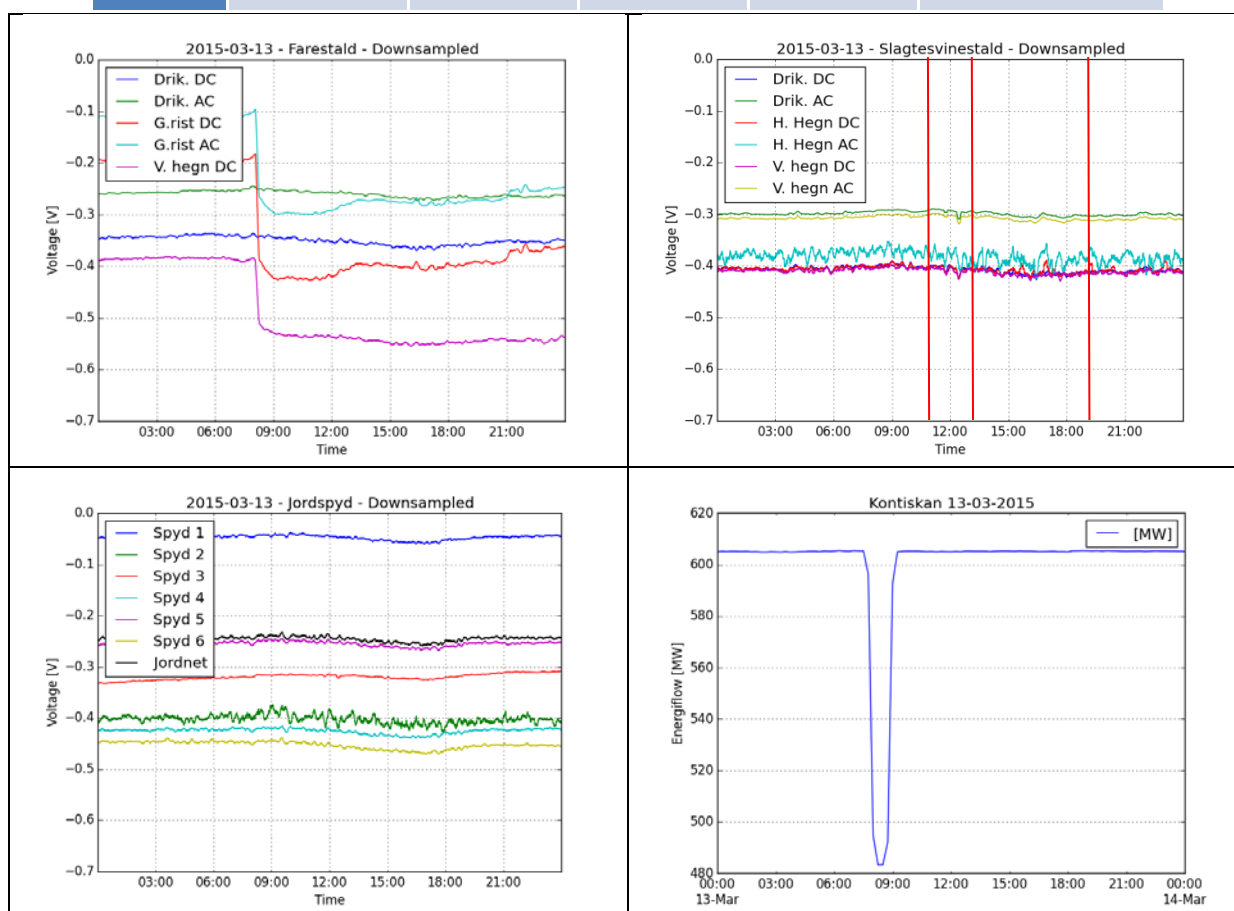
Af figur 3.1 ses umiddelbart, at uroen kun registreres i dele af ejendommen, dvs. i nogle stalde, mens der kan være ro i andre staldafsnit.

Ved analysen er det specielt undersøgt, hvor store spændinger som er målt mellem de enkelte målepunkter i en given sti, idet spændingsforskellen herimellem er et udtryk for størrelsen af de skridtspændinger, som er til stede i stien. Desuden ses der på, om der er gradienter, dvs. at

spændingsniveauerne ændres markant over en kortere periode. Sådanne kortvarige spændingsændringer kaldes transienter.

Formentligt kan der for mindre påvirkninger gå lidt tid, inden grisene reagerer og føler egentligt ubehag, mens for større påvirkninger må det antages, at de reagerer prompte. Ud fra svineproducentens observationer (afsnit 2.2) har grise tilsyneladende en vis hukommelse, hvorfor det må forventes, at grisene fortsat vil reagere negativt, selvom den elektriske påvirkning er passé. Der foreligger ikke kvantitative observationer til indikation for varigheden af sådanne stressperioder.

Event nr.	Dato	Tid / skala	Tid / skala	Tid / skala	Sted
1	2015-03-13	11:05 / 3	12:55 / 2	19:00 / 1	Slagtesvinestald

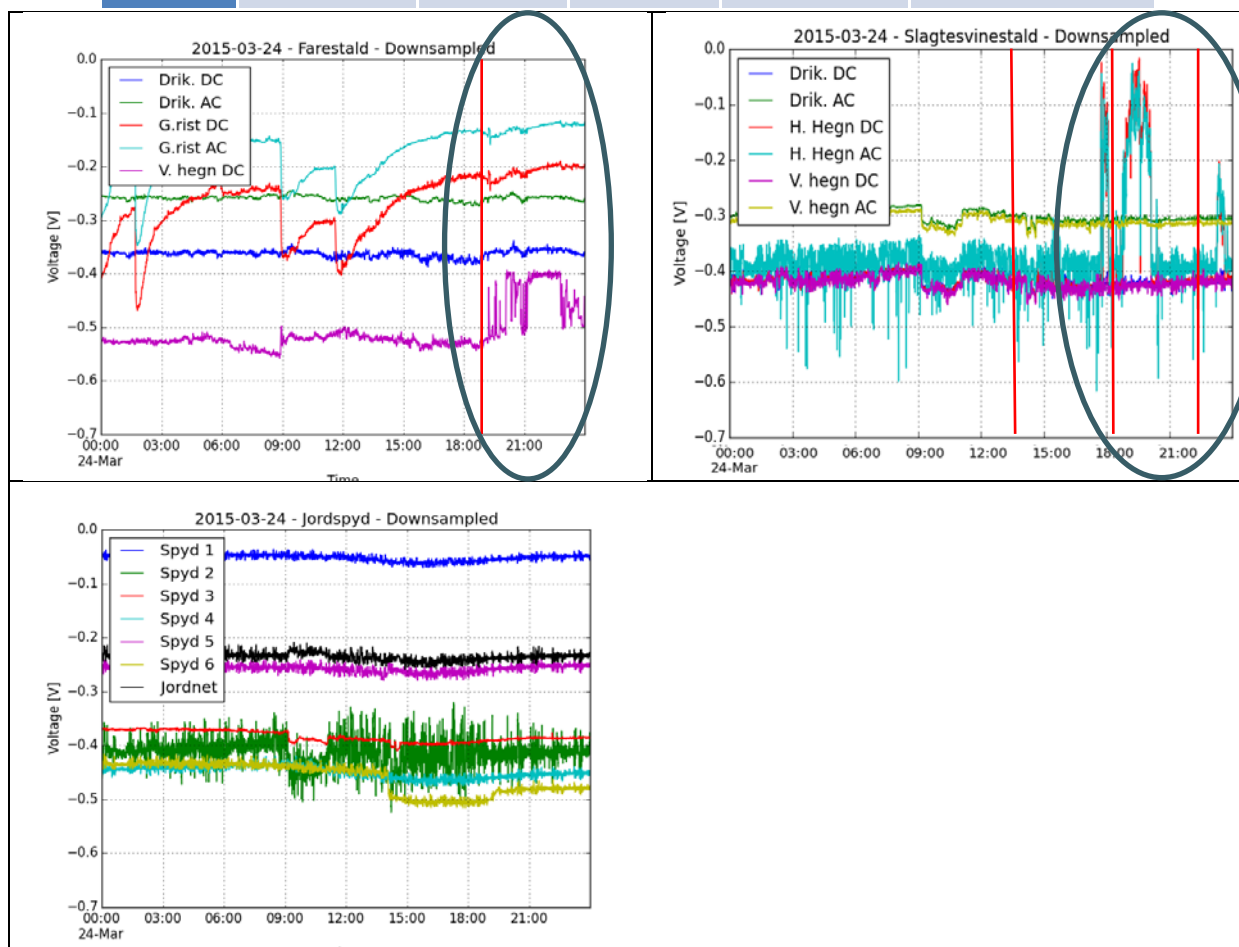


Figur 3.2 Analyse af event nr 1.

Med henvisning til figur 3.2 angiver logbogen, at der var megen uro i slagtesvinestalden omkring kl. 12, men i løbet af eftermiddagen aftager det for så at opnå ro hen mod aftenen. Af spændingsmålingerne i denne stald ses kun sædvanlige forskelle i spændingsniveauer. Det vil sige stort set konstante spændinger gennem perioden og relativt små spændingsforskelle mellem de enkelte målepunkter - her maksimalt ca. 100mV. Det er så lavt et niveau, at der næppe kan være tale om risiko for

mærkbare skridtspændinger. Samme stabilitet ses på jordspydsmålingerne. Inde i farestalden registreres et markant spændingsstep omkring kl. 8:00. For flere målepunkter (Gøderist og Venstre Hegn) registreres et spændingsdrop på 0,15 - 0,25 V. Derimod er spændingen på drikkeniplen stort set konstant. Såfremt samme spring var set på alle kanaler, var det sandsynligt, at der var sket noget med referenceelektroden, men dette er ikke tilfældet. Ved sammenligning med driften af Kontiscan ses omkring kl. 8:00 en belastningsændring på ca. 20 %. Dette sker nogenlunde samtidig med det registrerede spændingsfald på en del af målepunkterne i farestalden. Da effekten på Kontiscan efter ca. 1 time igen er på det oprindelige niveau, ses ingen ændring på spændingsmålinger i staldene eller jordspyd. 8 dage senere ved event 2 måles stort set samme forløb med spændingsspring på samme målepunkter i slagtesvinestalden.

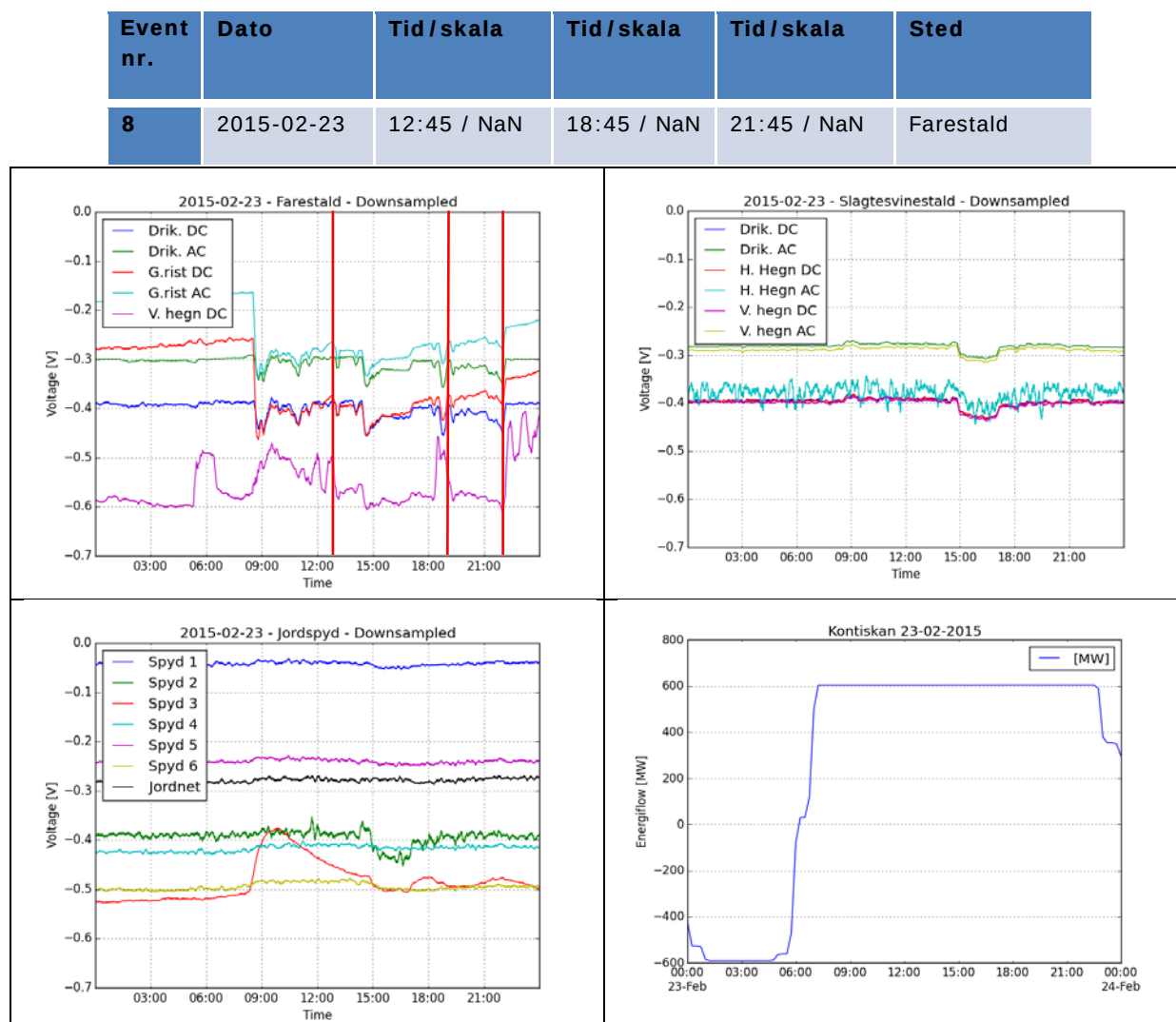
Event nr.	Dato	Tid / skala	Tid / skala	Tid / skala	Sted
3	2015-03-24		18:45 / 2		Farestald
3	2015-03-24	13:30 / 2	18:25 / 3	22:25 / 3	Slagtesvinestald



Figur 3.3 Analyse af event nr 3. (Ingen data fra Kontiscan)

Ved event nr. 3 [figur 3.3] er der i logbogen registreret uro i begge stalde om eftermiddagen mellem kl. 13:30 og 22:25. I begge stalde omkring kl. 9:00 ses tilsvarende spændingsspring som ved event 2. Desuden ses nogle kraftige udsving om aftenen i begge stalde (markeret med ellipser). I farestalden ses endvidere nogle tilsvarende spændingsspring omkring kl. 2:00 og 11:30. Igen ligger spænding på drikkeniplen helt stabilt.

Event 4 – 10 ser generelt meget ens ud. Event 8 præsenteres nedenfor som typisk for disse events



Figur 3.4 Analyse af event nr 8 – repræsentativ for event 4-10.

Ved event 8 [figur 3.4] ses som tidligere i Farestalden dette karakteristiske spændingsdrop omkring kl. 9:00, som om en eller anden aktivitet startes på dette tidspunkt. Denne aktivitet er ikke identificeret. Omkring kl. 15:00 ses ændringer, som slår igennem i begge stalde og på jordspydene. Som nævnt i afsnit 2.3 udviser jordspyd R8 en atypisk adfærd, som ikke kan forklares.

Driften på Kontiskan er i løbet af dette døgn markant, idet der i løbet af en times tid (kl. 6:00) sker en ændring fra fuld eksport til fuld import af elektrisk effekt mellem DK og S. Denne markante

driftsændring synes ikke at have indflydelse på målingerne hverken på jordspyd eller i staldene, ligesom der ikke ses ændret adfærd hos dyrene via videooptagelserne.

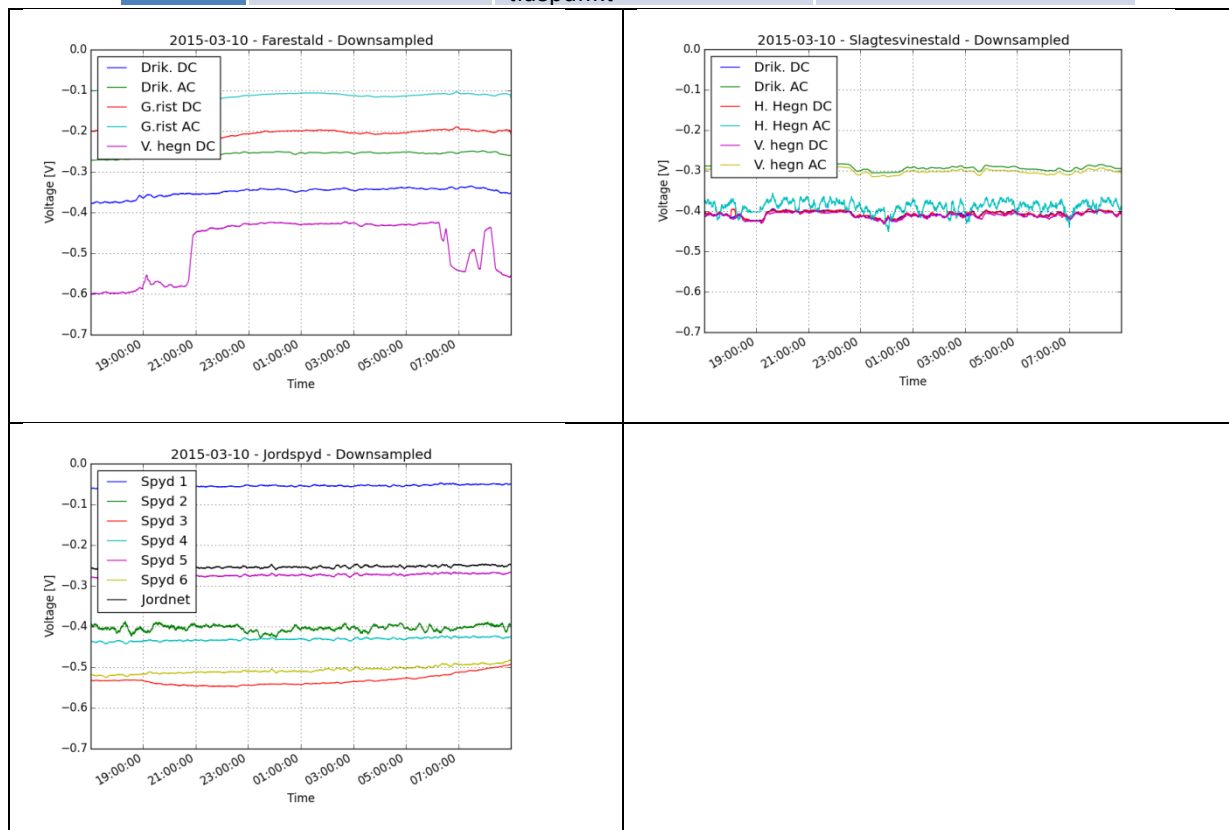
Samlet ses måske lidt overraskende spændingsforskelle mellem de enkelte målepunkter i stiadskillelserne på op imod 0,5 – 0,6 V. Der er registreret markante transienter, hvis årsag ikke er afklaret. Tilsyneladende sker der ofte en event omkring kl 9:00, hvis årsag ikke er identificeret. I forhold til registreringerne fra logbogen ses ikke nogen klar korrelation. Der kan dog være tale om hændelser af statistisk karakter. Fordi der måles små skridtspændinger, som dyrene måske kunne reagere på, er det ikke sikkert, at de står på en måde, således at de kan etablere en elektrisk kreds, som gør, at de bliver påvirket af denne lille spænding. Såfremt grisene måtte føle ubehag er der ikke kendskab til, hvor hurtigt grisene vil falde til ro og have glemt en eventuel hændelse. Der er således ikke fundet karakteristika fra spændingsmålinger, som tydeligt kan relateres til grisenes adfærd.

3.2 Resultater i forbindelse med dødsfald blandt søer

Der blev registreret 2 dødsfald blandt søerne [figur 3.5 – 3.6]. Selvom dødsfaldene er sket i andre stier end, hvor målingerne blev foretaget, blev målingerne fra disse tidpunkter alligevel udtaget til nærmere analyse. Det ene dødsfald [figur 3.6] skete, hvor der blev videofilmet, hvorfor denne sekvens er særlig interessant med henblik på reaktioner, som kunne tolkes afledt af elektriske strømme.

Som det ses af graferne [figur 3.5 – 3.6] for begge events tegner der sig et billede, som er meget lig, hvad der er set ved de tidligere events. Det skal dog bemærkes, at kanal "Venstre hegn DC" (dvs. Venstre stiadskillelse DC) laver et hop i de perioder, som måske har været kritiske for søerne. Disse hop medfører imidlertid lavere skridtspændinger, hvilket egentligt skulle være mindre problematiske. For event 12 ses helt som tidligere dette karakteristiske spændingsdrop omkring kl. 9:00. Dette gentager sig dog i mindre grad 2 gange senere i løbet af dagen, senest kl. 18:00. Endelig noteres, at nogle hurtige små variationer overlejet signaler forsvinder fra samtlige målinger efter ca. kl. 17:00. Da det er gældende for alle kanaler på alle 3 dataloggere, kunne det være forårsaget af inducerede spændinger eller andre ændringer på forbindelsen til reference elektroden. Det skal i øvrigt bemærkes, at disse elektriske målinger er foretaget i andre stier, end der hvor de berørte søer har befundet sig. Da svineproducenten tydeligt beskriver, at disse uro-events kan være lokaliseret til kun dele af staldene, er der ingen sikkerhed for, at såfremt disse dødsfald var forårsaget af elektriske events, at de i så fald var målbare i de stier, hvor målingerne er foretaget.

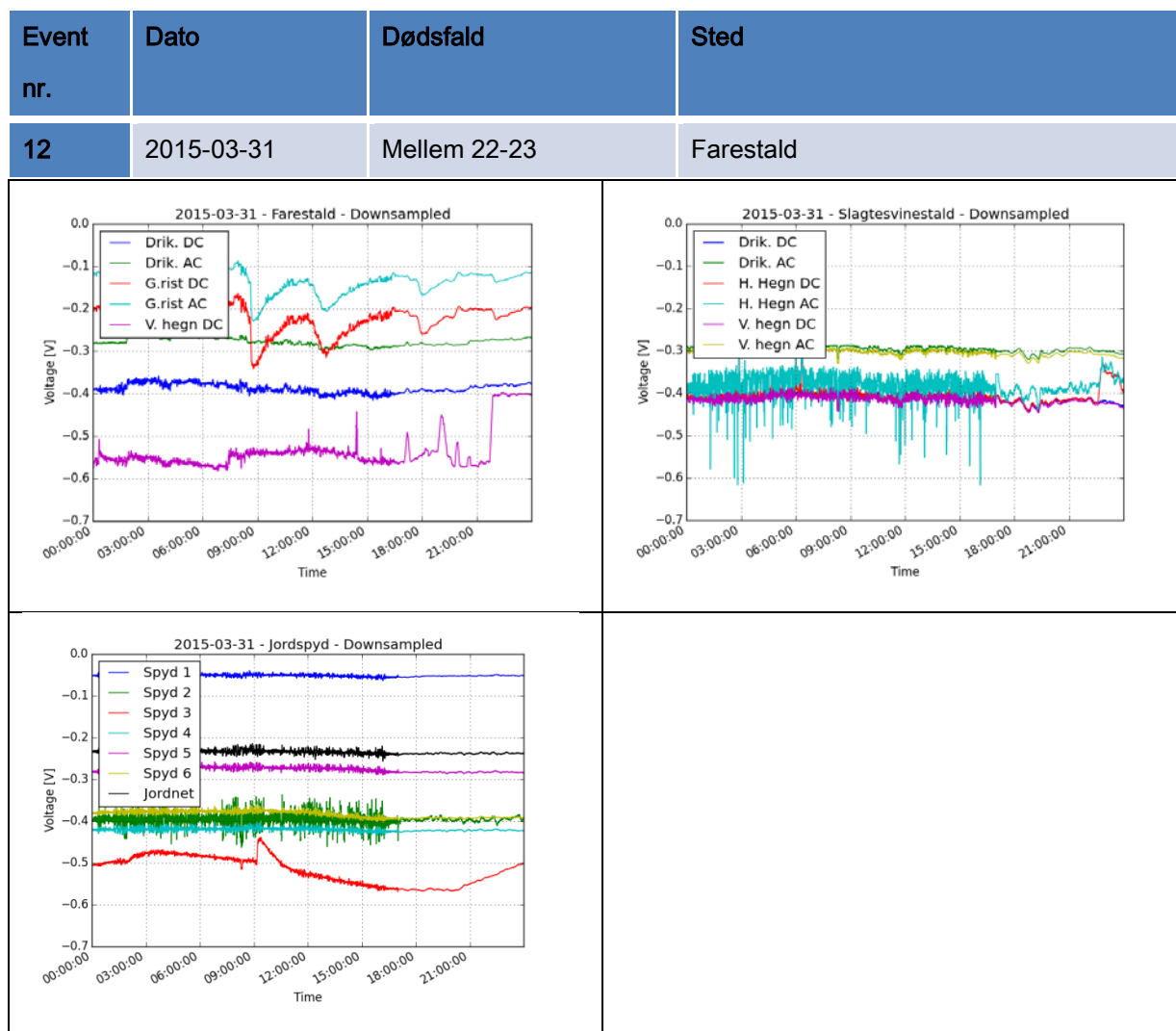
Event nr.	Dato		Sted
11	2015-03-10 til 2015-03-11	Dødsfald i løbet af natten, kender ikke tidspunkt	Farestald



Figur 3.5 Analyse af event nr 11 – dødsfald

Af videofilmen kan der i løbet af den sidste time før selve dødsfaldet ses, at soen bliver dårligere og dårligere. Den vil ikke lægge mælk ned til pattegrisene, som arbejder febrilske med soen. Soen lægger sig på patterne, således de ikke kan komme til. Hun rejser og lægger sig flere gange, tydeligt utilpas med situationen. I modsætning til andre observationer, hvor reaktionsmønsteret har været forskrækkelse, skrig, forsøg på at flygte, er dette forløb mere roligt om end, at soen giver udtryk for uro i kraft af det manglende velbefindende. Soen har til sidst ikke kræfter til at reagere, lægger sig på siden, "giver op" og udånder.

Dyrlægen har efterfølgende oplyst, at en organdrejning kan ske inden for et døgn, så selv om strømbilledet ser normalt ud på dødstidspunktet, bør såvel strømmålinger som adfærd på video observeres i op til et døgn før selve dødstidspunktet. Videofilmen er kun scrollet igennem, hvorfor det ikke kan udelukkes, at der kan have været en drastisk hændelse i døgnet op til dødstidspunktet.



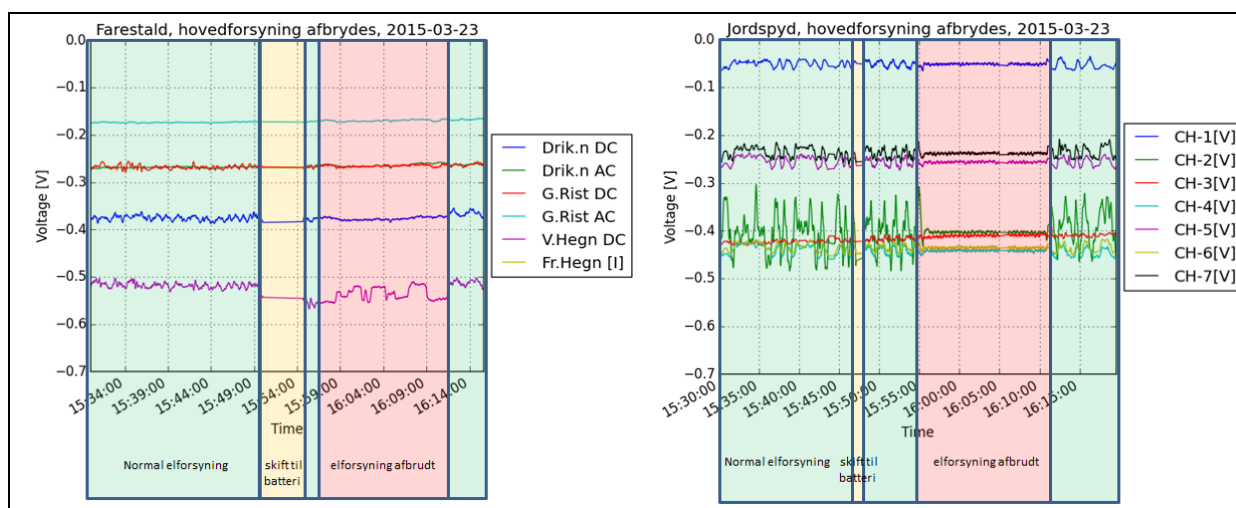
Figur 3.6 Analyse af event nr 12 – dødsfald videofilmet

3.3 Resultater i forbindelse med total afbrydelse af elforsyning til gården

Det har i flere forbindelser været diskuteret, om problemerne var afledte af elforsyningen af gården, eller problemerne var afledt af interne kilder eller som vagabonderende strømme udefra. Det blev derfor forsøgt at foretage en kortvarig total strømafbrydelse til hele gården. For at målesystemerne kunne fungere, blev de modificeret således, at de kunne køre på batteri gennem den korte afbrydelsesperiode. I afbrydelsesperioden blev kun målesystemerne i farestald og for jordspyd batteriforsynet, figur 3.7.

Under skiftet til batteri logges ingen data. Grafisk vises ved batteriskiftet, at sidst gyldige måling forbindes med først gyldige måling med en ret linje. Generelt ses, at en del af svingningerne på de enkelte målesignaler forsvinder eller i det mindste reduceres kraftigt. Dette ses specielt på CH-2 for jordspyd. Dette jordspyd er forbundet til gårdens jordforbindelse (PE), som er forbundet forskriftsmæssigt til motorer og andre kraftinstallationer på gården. Ved strømafbrydelsen er der ikke

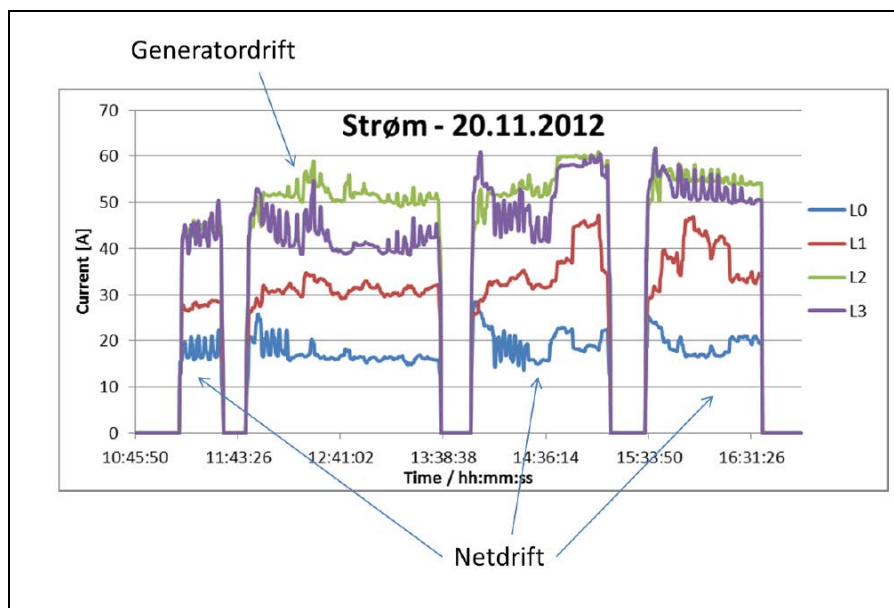
længere belastning på elnettet, hvorfor signaler afledt herfra forsvinder fra målingerne. De kortvarige overlejlrede svingninger på signalerne forsvinder, og der er kun DC-niveauerne tilbage, som kunne være foranlediget af vagabonderende DC-strømme. Imidlertid giver disse DC-spændinger på spyddene ikke et pænt feltbillede, som var forventet, såfremt der var tale om vagabonderende strømme gennem jord. Det vil sige, at disse niveauer er afledt af andre lokale eller eksterne kilder.



Figur 3.7 Total spændingsafbrydelse af gården – målesystem batteriforsynes

3.4 Resultater i forbindelse med elforsyning fra mobilt elværk

Der er i flere omgange forsøgt at forsyne gården fra et mobilt elværk med henblik på afklaring af, om problemerne er afledt af elforsyningen. Fra svineproducenten nævnes, at tidligere har gården i en længere periode været forsynet fra mobilt elværk, i hvilken periode der har været ro på gården. Dette blev igen etableret ved et kortere forsøg tilbage i efteråret 2012, inden målesystemerne i stierne blev etableret. Ved denne test blev gårdens belastningsstrøm målt ved gårdens hovedtavle med den tidligere benævnte Power Quality Analyser, Elspek.



Figur 3.8 Belastningsstrøm ved forsyning fra elnettet og med mobilt elværk

Der ses ikke nogen signifikant forskel mellem forsyning fra elnet eller fra mobilt elværk. Desværre var jordspydsmålingerne på det tidspunkt endnu ikke etableret. Det ville have været interessant at se, om der kunne registreres nogen ændringer på potentialerne i såvel stalde som jordspyd. Ikke mindst da det senere er kommet frem, at det mobile elværk har kørt som isoleret net, mens de positive erfaringer blev opnået. Senere hvor elværket var forskriftsmæssigt jordet, er der ikke konstateret forskelle i forhold til normal elforsyning. Såfremt dette står til troende, synes jordingsforhold at have en indflydelse på forholdene.

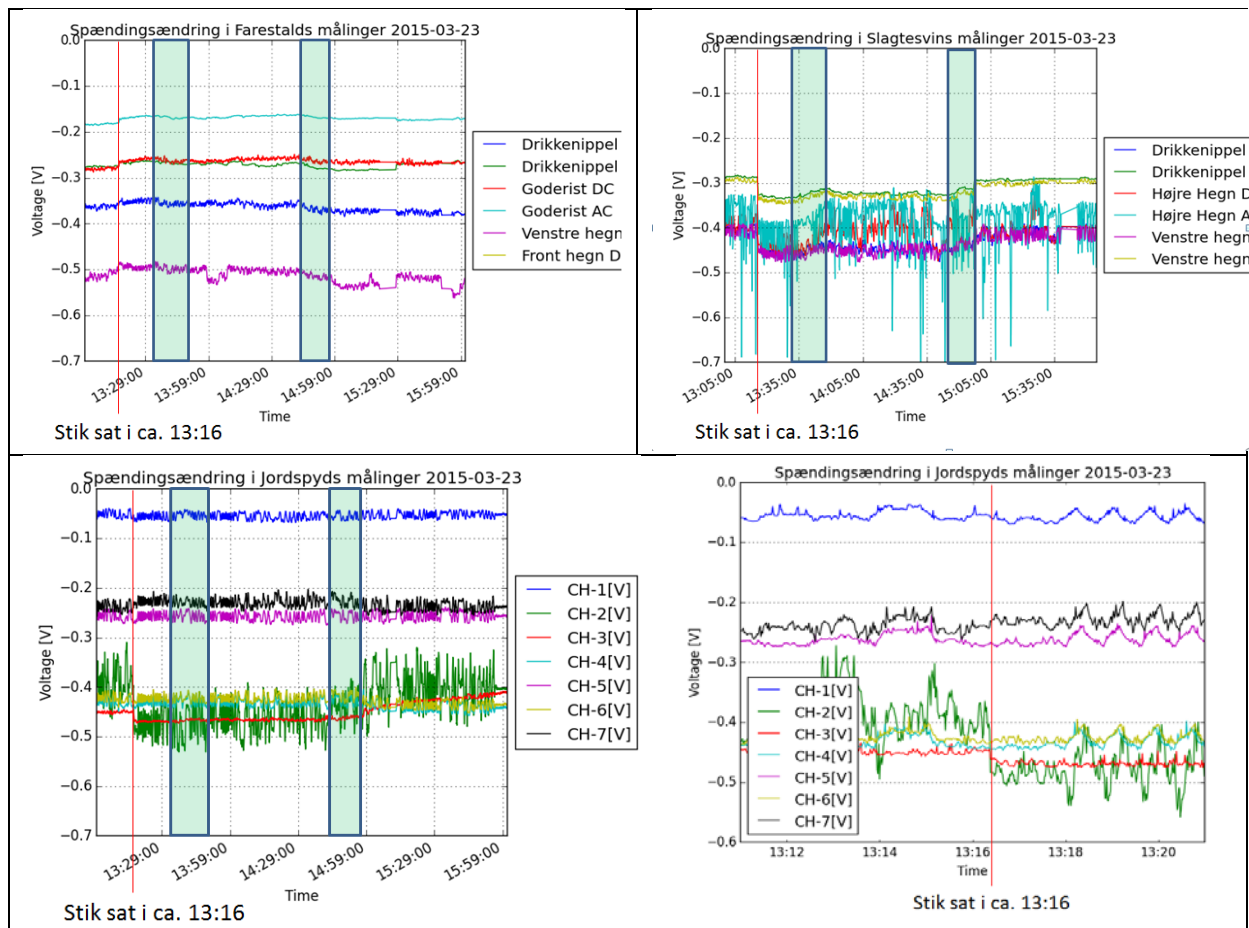
3.5 Resultater i forbindelse med test af gyllepumpe

Fra svineproducenten blev det oplyst, at der var konstateret problemer med uro i staldene, når kraftstikket til en gyllepumpe blot var isat et kraftudtag.

Handling	Start	Slut	Varighed
Stik isat	13:16		
Kørsel 1	13:34:53	13:49:01	14' 08"
Kørsel 2	14:46:32	14:58:00	11' 28"
Stik udtaget	Ca. 15:00		

Figur 3.9 Forsøg med gyllepumpe - tidsplan

Den store gyllepumpe startes med en såkaldt stjerne-trekant-starter, som er monteret i stalden. Fra denne enhed findes et udtag, som gyllepumpens motor tilsluttes med et særligt 7-benet CEE-stik. De af svineproducenten beskrevne forhold var således, at så snart stikket var isat, opstod der uro i staldene.



Figur 3.10 Forsøg med gyllepumpe – grønne markeringer: gyllepumpe kører

Der blev derfor iværksat et forsøg for at undersøge, hvorvidt pumpen kunne fremprovokere målbare spændinger, som kunne bevirke en ændret adfærd hos grisene [figur 3.9 – 3.10]. Pumpen blev sat i gang i 2 omgange med ca. en times mellemrum, indtil tanken var tom. Stikket blev ikke taget ud af kraftudtaget, førend pumpen var slukket og havde stået stille i et par minutter.

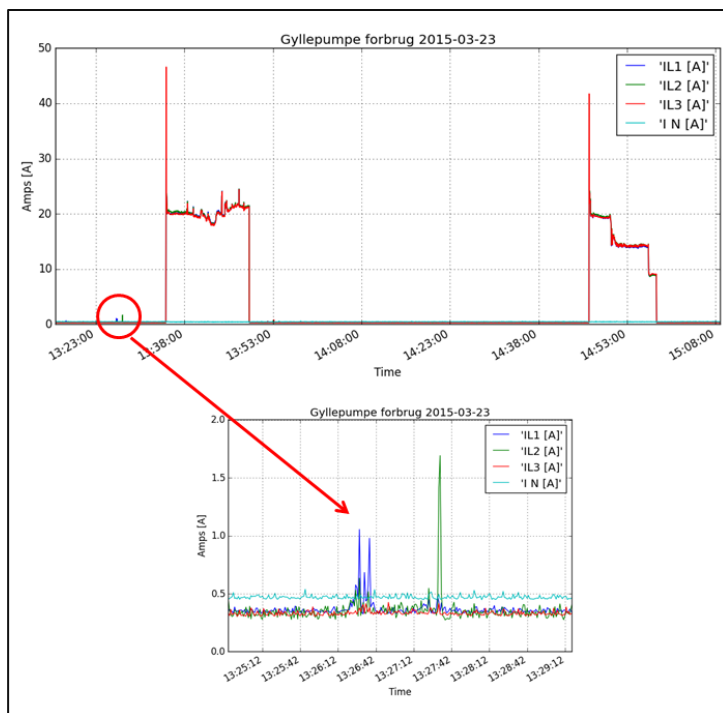
I såvel stalde som på jordspyd målinger ses tydeligt et spændingsspring, når stikket sættes i kraftudtaget, tydeligst på jordspyd R4 (CH-2), som er sammenkoblet med gårdens elsystems jord (PE). I slagtesvinestalden ses på alle målepunkter spring som følge af, at stikket isættes, mens dette ikke kommer tydeligt frem i farestalden. For jordspyddene er det på spyd R4 (CH2) og R8 (CH3), hvor ændringer ses tydeligst.

Derimod er der ikke tydelige ændringer som følge af, om pumpen kører eller ej.

Står udsagnet til troende: "Så snart stikket isættes, er der stor sandsynlighed for, at der opstår uro i staldene", haves en indikation af, hvad som måles i de 2 situationer: ro contra uro. Forsøget indikerer i

højere grad spændingsspring som indikator for ro/uro end egentlige DC-spændingsniveauer, dvs. skridtspændinger.

I forbindelse med forsøget blev der monteret en Power Quality Analyzer (a-eberle: PQ-Box 100) på forsyningen til stjerne-trekant starteren til måling af pumpens elforbrug under forsøget [figur 3.11].



Figur 3.11 Forsøg med gyllepumpe – pumpens strømforbrug

Som ventet ses driftperioderne tydeligt, men derudover ses nogle strømspikes såvel under drift, som før pumpen startes. Ved nærmere analyse ses sekundlange strømspikes på flere faser på op til 1 - 1,5 A. Dette tydede på en ikke nærmere forklarlig fejl. Et kabel ved stjerne-trekantstarteren er siden blevet udskiftet, og fejlen med strømspikes er fjernet. Derimod observerer svineproducenten fortsat problemer med, at kraftstikket skal udtages for ikke at skabe unødigt uro i staldene.

En hypotese kan være, at gyllepumpen måske har forbindelse længere nede i jordlagene og kan virke som "en elevator" for jordstrømme. Svineproducenten oplyser, at der også er observeret uro, når der tændes for strømmen til vandforsyningen. Svineproducenten observerer jævnligt sammenhænge mellem uro blandt grisene og særlige forhold omkring vandforsyning. Disse korrelationer er ikke undersøgt nærmere i denne undersøgelse. Det oplyses, at gården er forsynet med vandværksvand gennem PE-rør (Polyetylen), som elektrisk set er isolerende.

Det kan sandsynliggøres, at forskellige jordlag under gården har forskellig resistivitet [7], evt. med kortslutninger for lavereliggende/højereliggende strømme gennem vandboringer gyllepumpe o.l. Modstand i jord er meget påvirket af vand. Svineproducenten bemærker, at forholdene forbedres ved frost.

3.6 Resultater i forbindelse med test af potentielle eksterne kilder

Svineproducenten har flere gange nævnt, at fejl i elinstallation o.l. i nabolaget kunne have indflydelse på svinenes reaktionsmønstre. Svineproducenten har erfaring for, at fejl i pumper, vindmøller og andet udstyr i en afstand af op til 5-8 km fra gården kunne påvirke grisene.

I 2014 inden målesystemerne blev idriftsat, var der konstateret en fejl i en VLT til drift af en vandpumpe i det lokale vandværk ca. 4 km borte. Der blev iværksat et forsøg på, om dette kunne detekteres på gården. Den fejlende Pumpe blev koblet ind og ud og meddelt via mobiltelefon, men det var ikke muligt med daværende udstyr at detektere ændringer som følge heraf.

3.7 Impedansmålinger på dyr

I diskussionen om størrelsen på strøm, som kan løbe gennem en gris forårsaget af skridtspændinger, er det interessant at få en egentlig måling af impedansen gennem et dyr henholdsvis fra vulva til tryne og fra trædepuder til tryne. Ved et besøg på gården blev der under veterinær overvågning målt på afdøde dyr. Som elektroder blev anvendt kraftige kanyler, som blev stukket dybt ind i dyret. I Appendix 1 ses de detaljerede målinger. I relation til nærværende undersøgelser, som primært fokuserer på DC-spændinger, er det resistansen (modstanden), som er den primære parameter. De ækvivalente induktanser og kapacitanser måles dog også, men må betragtes som relativt små i forhold til resistansen.

Samlet set er den ækvivalente resistans for et dyr afhængig af omfang og længde, hvorfor det ses, at for større dyr bliver $R=300-600\Omega$. For smågrise måles ca. den dobbelte resistans $1000 - 1500\Omega$. Som kredsløbsmodel for en gris i forbindelse med studiet af det galvaniske element (afsnit 3.8) er der anvendt en kunstig gris på $R=1000\Omega$.

Ved den anvendte metode for bestemmelse af den ækvivalente impedans gennem dyret elimineres modstanden gennem huden, som meget vel kan være af samme størrelse som impedansen gennem dyret. Denne overgangsmodstand gennem huden er meget afhængig af hudens tørhed.

3.8 Galvanisk element

I løbet af måleperioden er der målt karakteristiske og forskellige DC niveauer imellem de enkelte målepunkter. Lidt ved et tilfælde blev en gevindstang sænket ned i gyllekanalen, og der blev målt såvel en spænding mellem gevindstangen og nogle af målepunkterne som en strøm af betydelig størrelse leveret af denne spændingskilde.

I erkendelse af at der er forskellige metaller repræsenteret i staldanlægget, og gylle kan være elektrolyt, blev det nærmere undersøgt, om der kunne etableres et galvanisk batteri i dyrenes nærmiljø.

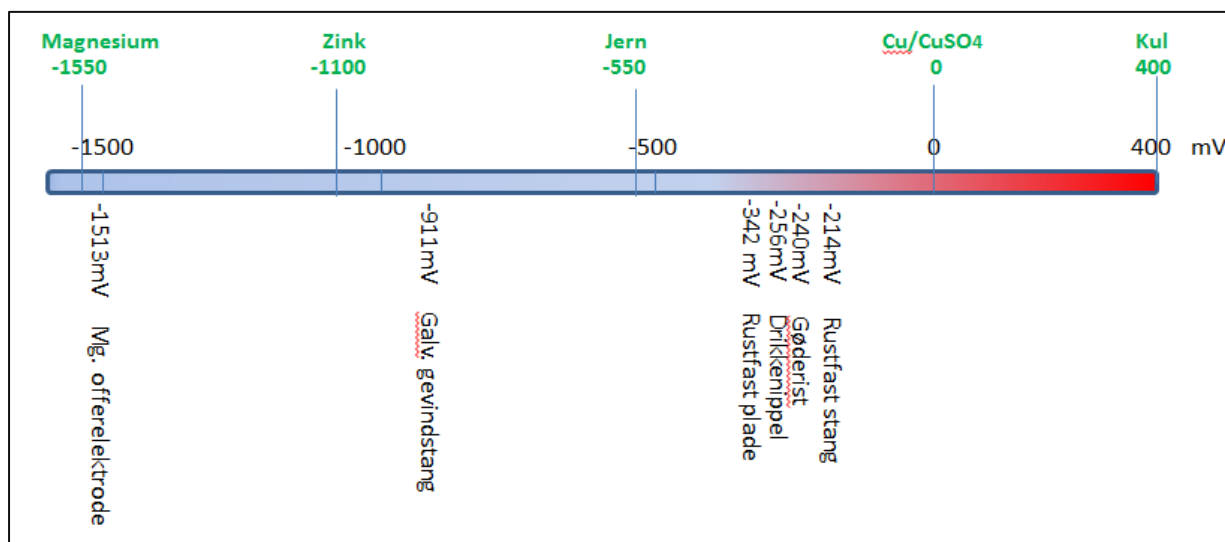
I staldinventaret er det antaget, at staldkomponenterne består af følgende metaller:

Staldkomponenter:	
Sti-adskillelser	Galvaniseret jern dvs. Zn og Fe
Armering i beton	Jern Fe
Drikkenippel	Rustfast stål (i almen tale benævnt rustfrit stål)
Gøderist	Støbejern
Måleelektroder:	
Galvaniseret gevindstang	Zn og Fe
Rustfast stålstang	Fe m.m.
Magnesium offerelektrode	Mg og Fe

Figur 3.12 Anvendte metaller i staldinventar og elektroder

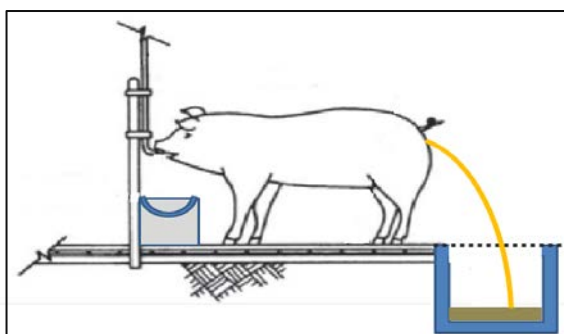
Der blev gennemført en række forsøg ved måling af differensspændinger mellem målepunkter og nye måleelektroder, som fik kontakt til gyllen. Ved en nærmere analyse af disse data findes en fin overensstemmelse mellem indgåede metaller og den elektrokemiske spændingsrække. Af figur 3.13 ses resultatet af disse målinger med angivelse af de respektive spændinger, som er i god overensstemmelse med anvendte metaller i staldinventaret [6].

De genererede batterier blev undersøgt med hensyn til kortslutningsstrømme, hvoraf det konstateredes, at der typisk kunne trækkes omkring 1 mA men enkelte målinger nåede helt op imod 10 mA. Det er påfaldende, at de største strømme ses, hvor drikkeniplen indgår som den ene elektrode (ækvivalent kortslutningsmodstand 150 - 300Ω).



Figur 3.13 Elektrokemiske potentialer for staldinventar og måleelektroder [6]. Teoretiske værdier og målte værdier.

Dette fører frem til en hypotese om, at en gris kan indgå i en elektrisk kreds, og at der dermed kan løbe en mærkbar strøm igennem dyret, når den drikker og står på gøderisten. Måske endnu værre, hvis den skulle urinere samtidig med, at trynen rører ved drikkeniplen. Derved elimineres/reduceres hudens overgangsmodstand, som tidligere behandlet i afsnit 3.7. Der er således også et statistisk element i hypotesen, idet der skal være såvel en drivende spænding som, at dyret skal stå og agere på det rigtige tidspunkt.



Figur 3.14 Mulighed for elektrisk kreds gennem dyret

Mellem stiadskillelser og gøderisten/drikkeniplen ses ved såvel de loggede spændinger som ved disse målinger op mod 0,7 V. Med de målte resistanser, er det således sandsynliggjort, at der under særlige omstændigheder [figur 3.14] kan løbe omkring 2 mA gennem dyret.

For at bekræfte hypotesen blev der etableret en kunstig gris ved en omsk. modstand på 1kΩ. På denne måde blev der dog kun målt strømme omkring 0,5 mA. Med Magnesium elektroden som den ene elektrode op til 1,1 mA.

Det blev forsøgt at anvende Magnesium som offerelektrode med henblik på, om det kunne lade sig gøre at "kortslutte" disse galvaniske elementer og således begrænse spændingerne og dermed strømmene. Dette har vist ikke at have den ønskede virkning.

Figur 3.13 kan tolkes således, at man bør undgå galvanisering og erstatte sådanne komponenter med rustfast stål. Ved denne erstatning vil spændingerne fra mulige galvaniske elementer blive reduceret betydeligt ligesom de deraf afledte strømme. På det foreliggende grundlag kan det kun anbefales at iværksætte nærmere undersøgelse af, om byggerekommendationer (byggeblade) bør overvejes ændret.

Til sammenligning med de opnåede resultater blev en anden bedrift undersøgt for tilstedeværelse af mulige galvaniske elementer. Denne stald er opbygget efter andre principper og med staldinventar fra Jyden Inventar, hvor stiafskillelser er af glasfiber og nedstøbt i beton med enkelte nedstøbte, elektrisk svævende jernbeslag, dvs. uden potentialudligning.



Figur 3.15 Alternativ staldindretning

Her målttes samme elektrokemiske spændinger mellem Jern, Zink (galvanisering) og gylle som elektrolyt. Ved én måling fandtes en kortslutningsstrøm så høj som 35 mA, hvilket er større end hvad et HPFI-relæ kobler ud for. På denne gård er staldinventaret imidlertid designet således, at metalliske staldkomponenter er galvanisk isolerede, og der er derfor ingen muligheder for skridtspændinger, som kan påvirke dyrene. Stiafskillelser er fabrikeret af mekanisk stærke plader af elektrisk isolerende glasfiberelementer.

3.9 Potential udligning

Ifølge gældende rekommandationer for staldbyggeri [2] skal alle metaldele potentialudlignes, således der ikke kan opstå spændingsforskelle mellem metalliske staldelementer og bygningsdele. Disse undersøgelser viser meget tydeligt, at dette ikke er opfyldt. For at undersøge om en forbedret potentialudligning kunne forbedre forholdene, blev der etableret en meget kraftig potentialudligning af indgående metaldele i farestierne. Dette betød, at spændingsforskellene mellem målepunkterne blev væsentligt reduceret men ikke fjernet. De elektrokemiske potentialer eksisterer fortsat som følge af de anvendte metaller, men på grund af den kraftige potentialudligning reduceres skridtspændingerne. Om dette kan løse problemerne, må kun nærmere undersøgelser kunne afgøre. Den udførte kraftige potentialudligning er af en karakter, som vil være meget omkostningstung at udføre i større stil.

Der bør sættes større fokus på etablering og kontrol af potentialudligninger i staldbyggeri.

3.10 Produktionsresultat

Produktionsresultaterne blev opgjort via besætningens normale effektivitets kontrol fra AgroSoft.

Produktionsresultaterne for 2015 blev opgjort for såvel so- som slagtesvinehold og sammenholdt med Landsgennemsnittet for 2015.

Slagtesvin		
	040115 - 020116	Landsgennemsnit 2015
Vægt v. indsættelse, kg	33,2	31,6
Slagtevægt, kg	80,4	84,2
Daglig tilvækst, g	1088	947
Fes/kg tilvækst, FEs	2,50	2,80
Kød, pct.	60,2	60,4
Døde, pct.	2,4	3,7
Halebid, pct.	0,6	
Byld bagpart, pct.	0,8	

Sohold		
	040115 - 020116	Landsgennemsnit 2015
Levendefødte/kuld, stk.	14,8	15,9
Dødfødte/kuld, stk.	1,3	1,7
Fravænnede/kuld, stk.	12,6	13,8
Vægt v. fravænning, kg	7,2	6,8
Døde indtil fravænning, pct.	14,4	13,4
Frav. Grise/årsso, stk.	28,8	31,4
Kuld/årsso, stk.	2,28	2,27
Døde efter fravænning, pct.	2,5	3,1
Daglig tilvækst, g	457	444
Fes/kg tilvækst, FEs	2,25	1,88

Figur 3.16 Effektivitetskontrol

Som det fremgår af resultaterne fra effektivitetskontrollen figur 3.16 ligger besætningens produktionsresultater rimeligt i forhold til landsgennemsnittet for 2015, og indikerer umiddelbart ikke, at "lækstrøm" medfører forringede produktionsresultater.

Ifølge svineproducenten forekommer der dog store udsving i bl.a. dødeligheden fra hold til hold i de enkelte staldafsnit, ligesom der lægges mange arbejdstimer i stalden til bl.a. flytninger af søer for at eliminere strømpåvirkningerne af dyrene.

4. Diskussion og konklusion

Igennem mere end et år er der målt på potentielle skridtspændinger omkring flere stier i en svinebesætning. Målingerne er gennemført med henblik på at bekræfte/afkræfte om lokale strømme i jordingsanlæg/armering/staldinventar omkring grisene kan give anledning til skridtspændinger, som kan påvirke grisenes reaktionsmønstre og velbefindende.

Der er søgt referencer for, hvor store elektriske strømme, som skal gå gennem en gris, for at den bliver påvirket. Der er ikke fundet dybdegående undersøgelser indenfor dette felt, men der ses dog en generel holdning til, at grise/køer/heste er betydeligt mere følsomme overfor strømme end mennesker. Ligesom at nogle mennesker er mere følsomme end andre, må samme forhold antages gældende for dyr. Uden større belæg er der antaget en faktor 10 på strømniveauer gældende for dyr sammenlignet med mennesker. I så fald vil dyr mærke ubehag ved lave strømme mindre end 1 mA og en grænse for, hvad et sundt og rask dyr vil kunne overleve ca. 3 mA. Resistansen er målt på en gris fra vulva til

tryne til i størrelsesordenen af $0,4\text{k}\Omega$ – $1,2\text{k}\Omega$. Dette betyder, at spændinger under 1 V er tilstrækkelig for at påvirke grisenes velbefindende, såfremt der ses bort fra kontaktmodstand gennem hud e.l. Ved de sette hændelser, hvor en gris tilsyneladende er blevet påvirket af en strøm, bemærkes det, at den søger at flygte, hvilket ikke er muligt på grund af stiens opbygning.

Imod forventningerne måles skridtspændinger om ikke store så dog af en størrelse, som kan påvirke/mærkes af dyrene. Med den anvendte simple målemetode for AC-signaler sammenlignet med DC-signaler må det nævnes, at der ikke er set væsentlige forskelle mellem AC og DC, hvorfor det må antages, at påvirkningerne kan ligge i et bredt frekvensområde fra DC til højere frekvenser. Over tid ses mindre variationer på de enkelte målepunkter, men spændingsforskellen mellem punkterne er af en størrelse, som kan give reaktioner. Det blev forsøgt at lave en kraftig potentialudligning mellem de forskellige staldelementer. Herved kunne nævnte spændingsforskelle reduceres markant. Potentialudligningen må derfor konkluderes at være utilstrækkelig.

Kilderne til disse strømme, som giver anledning til skridtspændinger, kan ligge såvel internt som eksternt. Der er søgt korrelationer mellem defekt elektrisk udstyr i nabolaget, driften af HVDC-anlægget (Kontiscan) m.m. Der er konstateret relationer til et defekt kabel til en gyllepumpe. Efter udskiftning af kablet forsvandt kabelfejlen, men problemer med jording i forbindelse med isættelse af stik til gyllepumpe er uændret. Der er ikke fundet signifikante korrelationer til driften af Kontiscan. Derimod blev der målt så voldsomme spændinger under et lokalt tordenvejr (lynneslag) på de installerede jordspyd, at dataloggeren blev ødelagt. Det er således vist, at vagabonderende strømme fra eksterne kilder kan detekteres, men der er ikke fundet en egentlig synder for de målte værdier.

Ved lidt af et tilfælde fandtes en DC-kilde tæt på dvs. i umiddelbar nærhed af alle stier. I stalldinventaret haves såvel jern som zink og med gylle som elektrolyt fås et galvanisk element, som giver en spænding på ca. 0,7 V. Ved forsøg er der målt strømme fra et sådant batteri på mere end 30 mA. Der er således grundlag for opstilling af en hypotese, at såfremt en gris har kontakt med sin tryne til f.eks. en drikkenippel og samtidig urinerer, kan der etableres en elektrisk kreds, hvor der kan løbe strømme, som er mærkbare for dyret. Sådanne hændelser er statistisk bestemt i forhold til, hvordan dyret bevæger sig rundt, og hvad det i øvrigt laver. Strømmens størrelse vil afhænge af mange parametre bevirke forskellige grader af reaktioner fra dyrets side. Ved stikprøvevis gennemsyn af videomaterialet er der ikke konstateret voldsomme hændelser, som kunne bekræfte denne hypotese.

Anvendelse af rustfast stål fremfor galvaniseret jern forventes at reducere risikoen for mærkbare strømme.

Ved et besøg i en anden stald med anden indretning kunne samme galvaniske element etableres, men på grund af anvendte materialer for stierne, manglende potentialudligning af nedstøbte beslag ansås det for tilnærmelsesvist umuligt at etablere en strømkreds igennem et dyr. Der er således ikke rapporterede problemer i denne besætning.

Samlet kan det konstateres, at der kan være en sammenhæng mellem potentielle vagabonderende strømme fra eksterne kilder, men mere sandsynligt synes det fundne galvaniske element etableret ved forskellige metaller i staldinventaret sammen med gylle som elektrolyt at give en sandsynlig årsag til i det mindste nogle af de observerede problemer. Indretning og design af produktionsstalde med hensyn til anvendte materialer, potentialudligning har en væsentlig indflydelse på risikoen for, at rapporterede fænomener med urolige dyr kan forekomme.

Det er således vigtigt, at der sættes fokus på potentialudligning ved nybyggeri.

5. anbefalinger for videre arbejde

På baggrund af gennemførte undersøgelser kan det anbefales, at

1. etablere et målesystem for bestemmelse af vagabonderende strømme med henblik på undersøgelse af, om strømme i elektroteknisk forstand er sammenfaldende med jordstrømme, som detekteres med kobberstænger. Dette arbejde er allerede påbegyndt i samarbejde med EnergiNetDK.
2. studere husdyrs følsomhed overfor elektriske strømme. Litteraturstudium og om muligt ved kliniske forsøg.
3. iværksætte undersøgelse af jording af svine/kvægfarme. Hvilke konsekvenser har det at drive en gård som et isoleret net? Som man delvist gør på hospitaler.
4. sætte større fokus på kvaliteten af staldbyggeri i forbindelse med etablering af specificeret potentialudligning.
5. kontrollere potential udligningen på den undersøgte ejendom efter samme principper som anført i ref. [1]
6. iværksætte arbejde for fastsættelse af nye rekommandationer for fremtidigt staldbyggeri, således at virkning af galvaniske elementer elimineres.
7. gennemføre en dybere analyse af indhøstede data, men henblik på at opnå en bedre sammenhæng mellem målinger og observerede hændelser. En specialestuderende arbejder videre med det omfattende datamateriale.

Referencer

- [1] Jørgen Pedersen og Niels H. Lundgaard, Dansk Landbrugsrådgivning, Landscenteret, Byggeri og Teknik og Per Christophersen, Bygnings- og Maskinkontoret i Nordjylland : Farm Test, Bygninger nr. 13, 2005
- [2] Byggeblad nr. 104.03-01 af 28. april 2003: Installationer El: Potentialeudligning i bygninger med husdyr (kvæg, svin, fjerkræ etc.)
- [3] Filipe Faria da Silva og Claus Leth Bak, Aalborg Universitet: (marts 2013): Elektrisk miljø i svinestalde
- [4] John Johannesen: Analyse af det elektriske nærmiljø i en grisestald. Bachelorprojekt, DTU, April 2015
- [5] Effects of Electrical Voltage/current on Farm Animals. How to Detect and Remedy Problems. United States Department of Agriculture. Handbook Number 696, Dec 1991.
- [6] A.W. Peabody, Peabody's Control of Pipeline Corrosion, 2nd Ed., 2001, NACE International. ISBN 1-57590-092-0, p. 304.
- [7] Auken et al, 'Kortlægning af geologi og grundvand i Vendsyssel'. 2011

Deltagere:

Diplomingeniørstuderende John Johannesen, DTU-Elektro

Flemming Juul Pedersen, CEE, DTU-Elektro.

Filipe Faria da Silva, Aalborg Universitet

Claus Leth Bak, Aalborg Universitet

m. fl. studerende fra DTU

Afprøvning nr. 1347

Aktivitetsnr.: 066-130270

//ANR//

Appendiks

Impedansmålinger på døde grise

Målt med Impedans meter Agilent U1732C.

Som elektroder er anvendt kraftige kanyler

Kanylestørrelse og indtrængningsdybde er ikke specificeret.

	So	Gris	Pattegris
Ca. vægt [kg]	280	25	1,5
Vulva – Mund			
R [Ω]	664		
Z [Ω]	758		
L [mH]	453		
C [μF]	3,9		
Vulva - Tryne			
R [Ω]	430	321	
Z [Ω]	479	330	
L [mH]	253	7,4	
C [μF]	6,8	3,4	
Baglår – Tryne			
R [Ω]	499		489
Z [Ω]	551		489
L [mH]	286		9,9
C [μF]	6,0		2,5
Trædepuder, på kryds			
R [Ω]	1523	1060	1403
Z [Ω]	1570	1066	1409
L [mH]	579	10	13,9
C [μF]	3,6	2,5	1,8

VIDENCENTER FOR SVINEPRODUKTION

Tlf.: 33 39 45 00

Fax: 33 11 25 45

vsp-info@seges.dk

Ophavsretten tilhører Videncenter for Svineproduktion og Danmarks Tekniske Universitet, DTU-Elektro, CEE i forening. Informationerne fra denne hjemmeside må anvendes i anden sammenhæng med kildeangivelse.

Ansvar: Informationerne på denne side er af generel karakter og søger ikke at løse individuelle eller konkrete rådgivningsbehov.

Videncenter for Svineproduktion er således i intet tilfælde ansvarlig for tab, direkte såvel som indirekte, som brugere måtte lide ved at anvende de indlagte informationer.