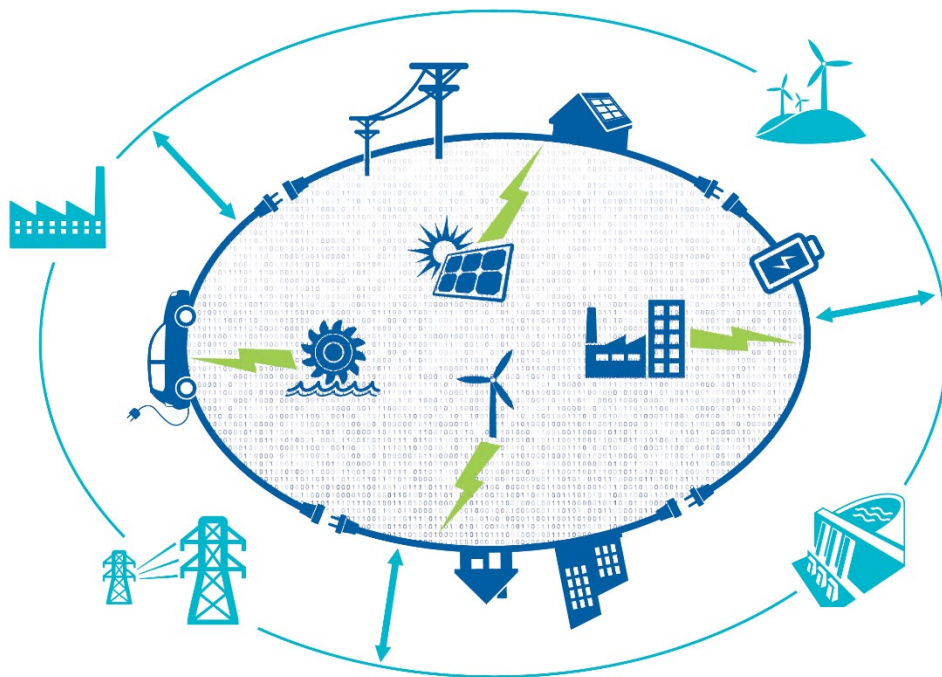


# Pilot sluttrapport

## MAMS Merverdi AMS

Authors: Hans Bø (Lnett) og Tore Gundersen (Aidon)



---

## ***CINELDI - Centre for intelligent electricity distribution***

*SINTEF and NTNU are the main research partners, with grid operators, technology providers, public authorities and international R&D institutes and universities as partners.*

*The research centre is financed by the Research Council of Norway and the Norwegian partners through the Centre for Environment-friendly Energy Research (FME) scheme. The FME scheme consists of research centres of limited duration that conduct concentrated, focused and long-term research on a high international level to solve specific challenges related to energy and the environment.*

---



Centres for  
Environment-friendly  
Energy Research

# Prosjektnotat

TITTEL			
Resultat og erfaringsnotat for Pilot MAMS Merverdi AMS			
WORK PACKAGE	VERSJON	DATO	ANTALL SIDER
WP Pilot	1.0	2024-12-12	9
FORFATTER(E)		WP-LEDER	GRADERING
Hans Bø (Lnett) og Tore Gundersen (Aidon)		Maren Istad	Åpen

Hans Bø  
Hans Bø (Jan 8, 2025 09:34 GMT+1)

Maren Istad  
Maren Istad (Jan 8, 2025 08:57 GMT+1)

## SAMMENDRAG

Utvikle metodikk og helautomatisk system for overvåkning, feilsøking og utbedring av jordfeil. Dette inkluderer prosedyre for interaksjon og feilsøking, samt analyseverktøy av AMSdata og algoritmer som sporer, og tid- og stedfester jordfeil. Utviklet system skal implementeres og integreres opp mot øvrige systemer for pilotering i reelle omgivelser og økende funksjonalitet.

Prosjektet er gjennomført som en kombinasjon av pilot i Cineldi prosjektet og som et eget skattefunn prosjekt i Lnett. Erfaringer fra Cineldi gjort i SINTEF sitt SmartGrid laboratorium i Trondheim og utvikling av firmware i måler er brukt videre inn i skattefunn prosjektet.

# Innholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>Bakgrunnsinformasjon om pilotprosjektet.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Om Piloten og fysisk pilotområde.....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Resultater og innovasjoner fra Piloten.....</b>	<b>4</b>
3.1	Resultater fra delaktivitet 1, utvikling av firmware på måler for støtte Real time alarmer fra netstasjonsmåler .....	4
3.2	Resultater fra delaktivitet 2, Utvikling av StateMaschine .....	5
3.3	Resultat fra delaktivitet 3, Pilot.....	7
3.4	Innovasjoner fra Piloten .....	8
<b>4</b>	<b>Kost-/nyttevurderinger basert på resultatene for Piloten.....</b>	<b>9</b>
4.1	Nyttevurderinger .....	9

## 1 Bakgrunnsinformasjon om pilotprosjektet

Tabell 1: Bakgrunnsinformasjon

	Fra malen "planlegging av pilotprosjekt"	Viktige endringer i løpet av pilotperioden
<b>Målsetting</b>	Utvikle metodikk og helautomatisk system for overvåkning, feilsøking og utbedring av jordfeil.	
<b>Problemstilling</b>	Dagens prosess for å finne og påvise jordfeil er manuell, arbeidskrevende og vi klarer ikke å finne alle jordfeil. Mange jordfeil er flyktige og kan ha kort varighet. Viktig at vi konsentrerer oss om jordfeil som lar seg finne og reparere	
<b>Aktiviteter</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Utvikling av firmware på måler for støtte Real time alarmer fra nettstasjonsmålere.</li> <li>2. Utvikling av statemaschine.</li> <li>3. Pilot i Lnett sitt fordelingsnett.</li> </ol>	
<b>Kostnadsestimat</b>		
<b>Innovasjonspotensial</b>		
<b>Forventet resultat</b>	Verktøy for effektiv indikering av jordfeil. Prosess for automatisk håndtering og varsling av jordfeil hos kunder samt prosess for automatisk opprettelse av arbeidsordrer på jordfeil i eget nett.	
<b>Tidsplan</b>	November 2021 – 31-12.2023	Justeringer underveis i prosjektet medførte behov for forlengelse av prosjektet. Det er søkt om og fått godkjenning for utvidelse av prosjektet til 31.12.2025 som et Skattefunn prosjekt.

## 2 Om Piloten og fysisk pilotområde

Tabell 2: Piloten og pilotområdet

<b>Pilotområdet</b>	Systemet er etablert på alle Lnetts kunder som er forsynt via IT nett. I piloten har vi valgt å begrense utvalget til å gjelde ca 250 nettstasjoner i hele forsyningsområdet (ca 10% av hele nettet).
<b>Måledata og andre data som samles inn og lagres fra Piloten</b>	Vi bruker kun AMS data i piloten. Fra kundemålerne får vi alarm dersom jordfeilstrommen overstiger 200mA, i tillegg får vi daglig statistikk på jordfeilstrom. Fra Nettstasjonsmåler får vi REN alarmer, ref. REN blad 6025 samt alarmer når spenning fase jord går over 170V eller under 90V.  I StateMachine blir det opprettet jordfeilsaker EFC på sannsynlige jordfeil hos kunde og i nettstasjon.
<b>Personvern og/eller kraftsensitiv informasjon</b>	Persondata i form av målnummer og målepunktnummer samt alarmer/måleverdier knyttet til disse.
<b>Måle- og kommunikasjonsinfrastruktur</b>	AMS måler
<b>Use-case-beskrivelser og testplaner</b>	Referanse til Cineldi rapport: « Test av jordfeildetektering ved hjelp av AMS» 17.08.2022
<b>Regulering og forskrifter</b>	Forskrift om elektriske forsyningsanlegg (FEF) gir krav til utbedring av jordfeil.
<b>Barrierer og løsninger</b>	
<b>Hvem skal eventuelt ta resultater fra Piloten i bruk?</b>	L-nett og andre nettselskaper
<b>Hvem er erfaringene relevant for?</b>	L-nett, Aidon og Aidons kunder i Norge
<b>Hva påvirkes av resultater fra Piloter?</b>	Måten vi håndterer jordfeil i fremtiden.
<b>Informasjonsdeling mellom aktørene før/underveis/etterpå</b>	Jevnlige møter mellom Lnett og Aidon. I starten samhandlet vi også en del med smartgridlabben til Sintef i Trondheim.
<b>Er det laget planer for videreføring? Skalering/fullskala implementering?</b>	Piloten er enda ikke sluttført så det er ikke lagt endelige planer for dette på det nåværende tidspunkt.

### 3 Resultater og innovasjoner fra Piloten

#### 3.1 Resultater fra delaktivitet 1, utvikling av firmware på måler for støtte Real time alarmer fra nettstasjonsmåler

Det er definert og dokumentert en god prosess for dedikering av jordfeil hos kunde basert på jordfeilstrom fra AMS måleren.

Det ble også rigget et testsystem i SINTEF energi sitt SmartGrid laboratorium i Trondheim.

Her er det etablert to nettstasjonskretser med laborietstyr og AMS målere.

Oppsettet er et såkalt «hardvare in the loop» konfigurasjon, hvor det faktiske AMS utstyret er plassert i et delvis fysisk, delvis virtuelt nettoppsett. Her er det også etablert en egen «modell jord» som gjør at man kan etablere ulike jordfeil scenarioer på en kontrollert og sikker måte.

Tilkoblet testsystemet er det også etablert et sky basert AMS og analysesystem Aidon One levert av Aidon.

Det er foretatt en rekke tester for å sikre at de målinger som AMS utstyret leverer er av god kvalitet og gir korrekte målinger i forhold til tilstanden i nettet.

Testsystemet er også benyttet til funksjonstesting av ny Embedded software for sanntidsmåling fra AMS målere etablert i Nettstasjoner, som nevnt nedenfor.

Jordfeilmålinger fra AMS målere foretas på to ulike måter. For målere plassert i nettstasjoner måler spenningen mellom fase og nullpunkt, og spenningsavvik rapporteres etter regelverket satt av DSB. For målere plassert hos forbrukere måles jordfeil som lekkasjestrøm mot jord. Dette foretas ved hjelp av en sumstrøms transformator som måler etter Kirchhoffs strømlov, og angir lekkasjestrømmen mot jord.

Målingene hos forbruker er blitt splittet opp i tre kategorier, ML, MM, WC for lettere å kunne behandle jordfeilhendelser.

For målere som benyttes i nettstasjonen har Aidon, i tillegg til alarmer basert på REN filter ref. REN blad 6025, implementert ny alarmfunksjonalitet i firmwaren for måleren samt støtte for dette i innsamlingssystemet (HES). Funksjonen i måleren sender en tidsstempelt alarm inn til HES i sanntid, dette for å sammenligne med alarmer fra kundemålere i samme nettstasjonskrets. Om disse kommer på eksakt samme tid, er det enklere å lokalisere hvor jordfeilen har oppstått.

Dette gir oss bedre grunnlag for analyse og mulighet til å sammenligne jordfeilalarmer fra nettstasjoner med jordfeilstrøm fra AMS måler hos kunde, noe som bidrar til at man lettere og mer presis kan identifisere det anlegget som har jordfeilen og dermed spare tid og kostnader for feilsøking og analyse.

### **3.2 Resultater fra delaktivitet 2, Utvikling av StateMaschine**

Det er opprette et begrep i AidonOne som vi kaller EFC-MP (Eart Fault Case Metering Point) for å samle alarmer fra samme målepunkt under en EFC. Det er også opprette EFC-TA (Eart Fault Case Trafo Area) for nettstasjon for å kunne sammenholde flere EFC under samme nettstasjon.

Det er utarbeidet en algoritme som vi kaller StateMachine som setter status på de forskjellige EFC. StateMachine setter status automatisk basert på karakteristikk av jordfeil og har som hovedmål å finne ut hvilke jordfeil som vi med stor sannsynlighet kan allokere til kundens anlegg og hvilke jordfeil som ligger i eget nett.

For jordfeil i kundens anlegg sendes pålegg til kunde om å fikse feil, mens for jordfeil i eget nett opprettes arbeidsordre for utbedring. Status på EFC kan også oppdateres manuelt der det er behov for det.

StateMachine ble implementert i desember 2023. Testing av algoritmen viser at det må gjøres noen justeringer for at den skal fungere som forventet.

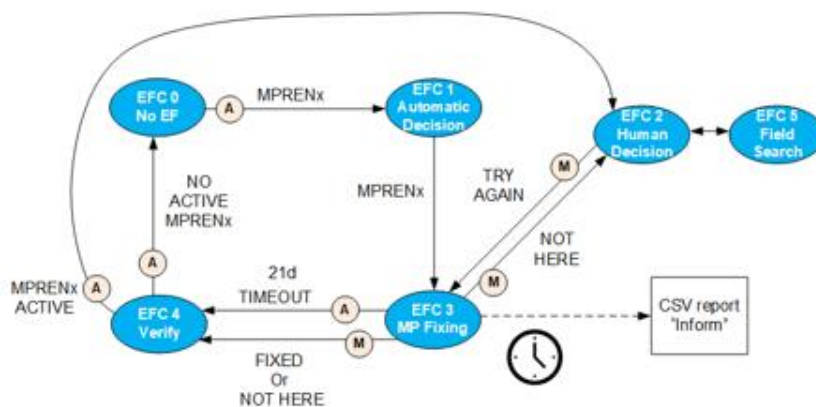
Nye Statmachine (MPREN) ble testet i november 2024. Endringen i denne versjonen er at jordfeilen skal ha en viss varighet før det opprettes en jordfeilsak (EFC). Vi har valgt å legge de samme tidsperiodene til grunn som beskrevet i REN filteret på jordfeil fra nettstasjon, ref. REN blad 6025.

Når en jordfeil alarm (MP) har en varighet som overstiger disse tidspunktene blir det opprettet en EFC-MP som får status Automatic Decision, kunden blir varslet og saken får status Fixing.

Etter varsling blir EFC liggende i Fixing til timeout 21d eller til vi får beskjed fra kunden om at jordfeilen er fikset.

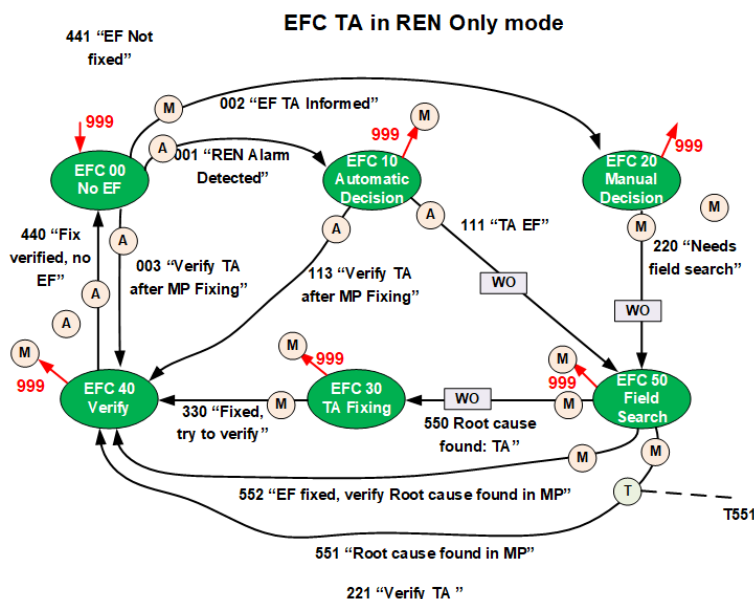
Deretter går EFC til Verify hvor den ligger 7 dager for å verifisere at det ikke er jordfeil innenfor noen av REN kategoriene. Hvis ingen jordfeil observeres, lukkes saken og går til NO EF. Hvis det fortsatt er jordfeil går saken til Human Decision. Her er det en manuell behandling hvor vi enten purrer på kunden eller sender våre montører på jordfeilsøk.

Prinsippskisse for StateMachine MPREN



Parallelt blir det opprettet en jordfeilsak knyttet til Transformator-kretsen kunden er koblet til (EFC-TA)

EFC TA blir enten opprettet på bakgrunn av en REN hendelse fra nettstasjonsmåleren eller på bakgrunn av en EFC-MP på trafokretsen. Dette gjør at vi kan se om det er flere jordfeil på samme trafokrets, eller om det er jordfeil uten høy jordfeilstrom i kundeforbindelse som indikerer at det er jordfeil i eget nett eller i anlegg uten måler med jordfeilstromspole.





### 3.3 Resultat fra delaktivitet 3, Pilot

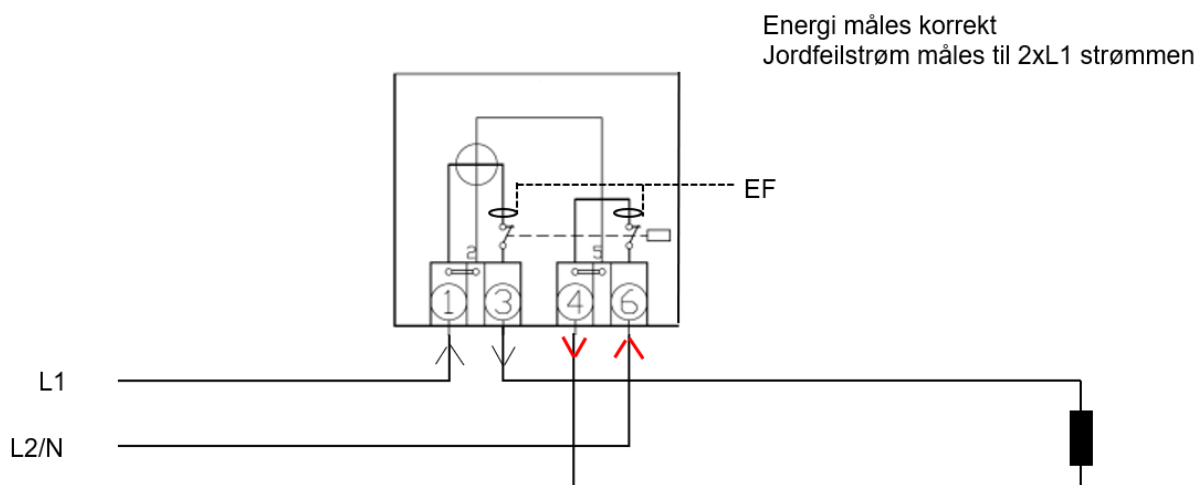
Pilotfasen går ut på å teste ut State machine og Aidon One som verktøy til å avdekke de mest åpenbare jordfeilene basert på jordfeilstrom i kundemåler og skjevspenning i nettstasjonsmåling. I piloten benytter vi et begrenset antall nettstasjoner, ca. 250 stk. hvor vi i tillegg til jordfeilstrom i sluttkundemåleren har installert jordfeilovervåking i nettstasjonen.

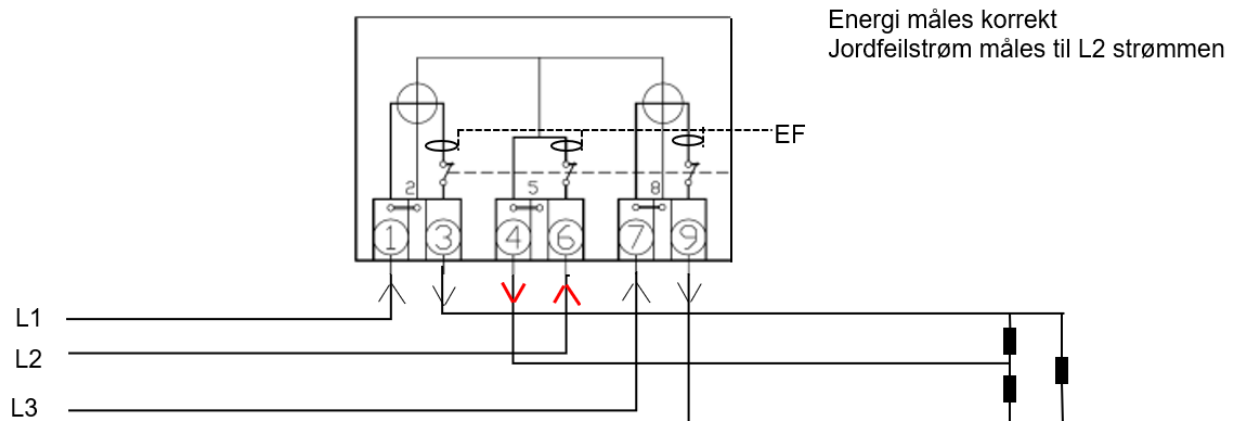
I pilotprosjektet blir det ikke sendt mail automatisk til kunde når EFC blir opprettet. Saken legges til "Fixing" og vi ser gjennom jordfeilsaken manuelt og fjerner eventuelle alarmer som skyldes feilkoblet måler og ser etter andre ting som kan indikere at jordfeilen ikke er reel eller ikke er i kundens installasjon.

Vi ringer kunden og sender epost til kunden via vårt KIS system. Her forsøker vi å forklare kunden hvorfor vi gjør dette, hvilke tidspunkt jordfeil oppstår på og hva kunden selv kan gjøre for å finne jordfeil. Vi benytter en manuell logg for å loggføre kvalitet på jordfeilsakene (EFC), samt til dokumentering av videre interaksjon mot kunde.

Selve pilotfase har blitt forsinket grunnet endringer som måtte gjøres i StateMachine og ble ikke startet opp før 11. november 2024. Siden piloten avsluttes i Cineldi 2024 men fortsetter i Lnett ut 2025 er de fleste resultatene fra selve piloten ikke tilgjengelige enda.

Men vi kan fastslå at StateMachine oppretter et antall jordfeilsaker som er mulig å håndtere og vi har avdekket at det finnes mange feilkoblede målere i hele området vårt. Dette er målere som ikke gir feil målerresultat, men som gir svært høy jordfeilstrom. Det har vært viktig å få identifisert de feilkoblede målerne og få isolert disse fra StateMachine slik at vi ikke får falske jordfeilalarmer fra disse. I piloten blir disse målerne ekskludert inntil koblingsfeilen blir rettet. Eksempler på feilkoblede målere i skissene under.





### 3.4 Innovasjoner fra Piloten

Tabell 3 Beskrivelse av innovasjoner i forskningsrådets kategorier

Forskningsrådets kategorier	Beskrivelse	Antall
Ferdigstilte nye/bedre metoder/modeller/ prototyper	Statemachine, modell for utvelgelse av relevante jordfeil. Firmware på måler i Nettstasjon som sender Real time alarmer. Programvare i Aidon One som støtter Staremachine logikk.	3
Bedrifter utenfor FMEen som har innført nye/forbedrede metoder eller modeller eller teknologi	Nei	
Bedrifter innenfor FMEen som har innført nye/forbedrede arbeidsprosesser	Nei ikke enda	
Bedrifter innenfor FMEen som har innført nye/ forbedrede metoder eller modeller eller teknologi	Fortsatt i pilot hos Lnett	
Inngåtte lisensieringskontrakter	Nei	
Registrerte patenter	Nei	
Ferdigstilte nye/forbedrede produkter	Fortsatt i pilot	
Ferdigstilte nye/forbedrede prosesser	Fortsatt i pilot	
Ferdigstilte nye/forbedrede tjenester	Fortsatt i pilot	
Nye foretak som følge av FME'en	Nei	

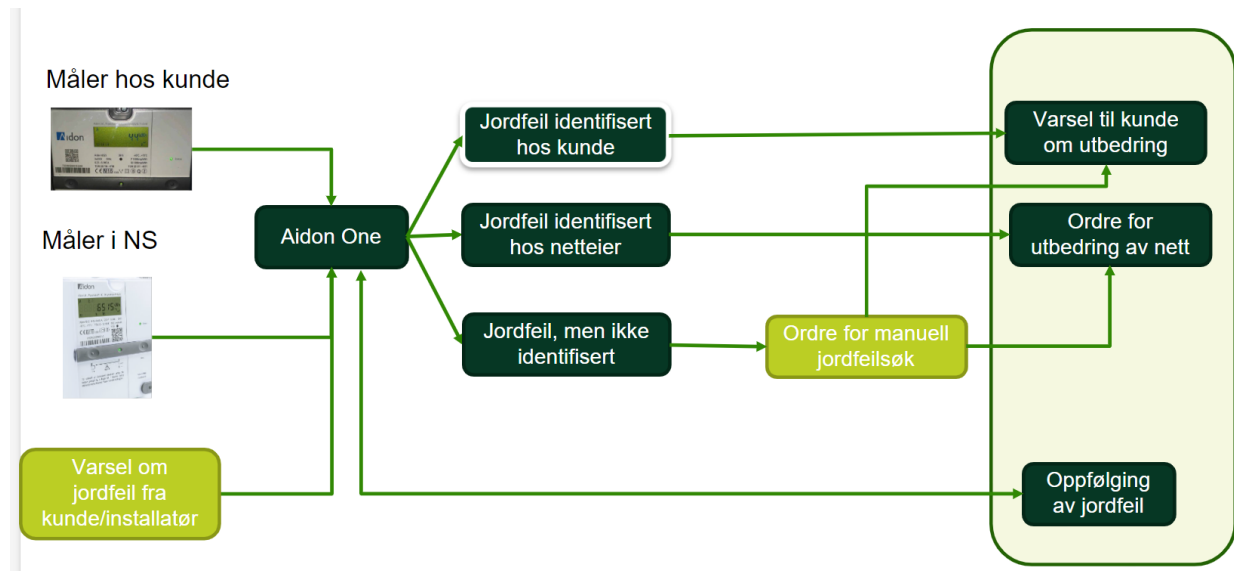
Nye forretningsområder i eksisterende bedrifter

Nei

## 4 Kost-/nyttevurderinger basert på resultatene for Piloten

### 4.1 Nyttevurderinger

Målsetningen har vært å automatisk kunne klassifisere jordfeil i kategoriene "Jordfeil identifisert hos kunde" eller "Jordfeil identifisert hos Netteier"



Det er vanskelig å regne nytteverdier direkte i et slikt prosjekt, bedre overvåking av jordfeil gir oss flere jordfeil å behandle, men målsetningen er at vi slipper å reise ut på de fleste jordfeil.

Vi er ikke avhengig av å være på plassen når jordfeil er aktiv.

Vi slipper mange bomturer og at samme jordfeil meldes flere ganger.

Det blir enklere å følge opp at jordfeil blir rettet.

Avdekke feilkoblede målere.

**FME CINELDI**

Host: SINTEF Energy Research in cooperation with NTNU  
Visiting address: Sem Sælands vei 11, N-7034 Trondheim  
Post address: P.O.Box 4761 Torgarden, N-7465 Trondheim  
Telephone: +47 454 56 000\*  
E-mail: [cineldi@sintef.no](mailto:cineldi@sintef.no)  
Enterprise/VAT No: NO 939 350 675 MVA  
<http://www.cineldi.no>

