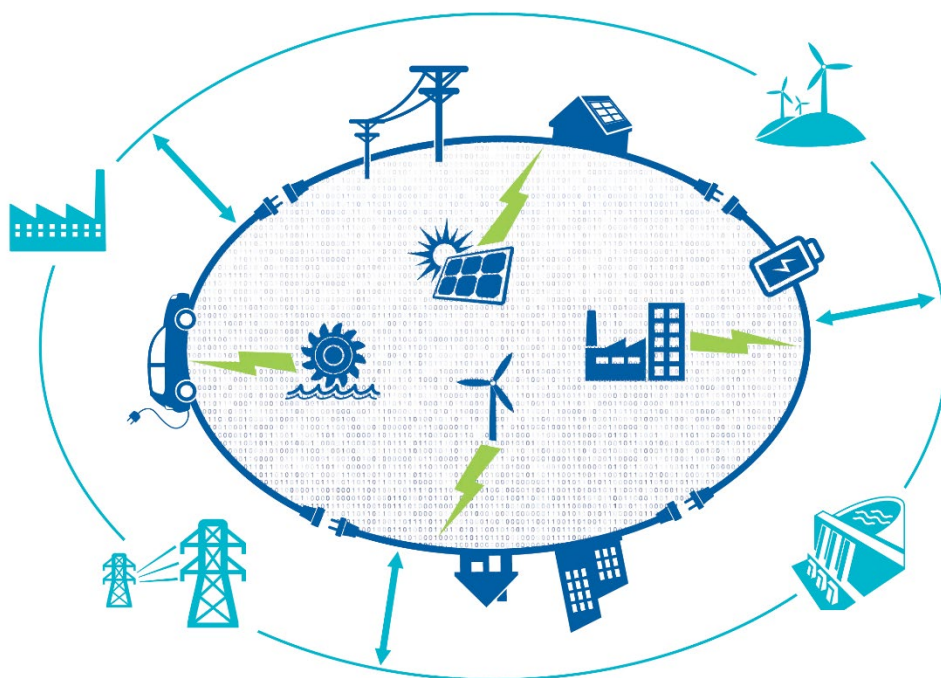


Pilot sluttrapport

Jordfeilpåvisning basert på AMS

Authors: Jan Bergan og Mats Åkerström, Elvia



CINELDI

Centre for intelligent electricity distribution
- to empower the future Smart Grid



Centres for
Environment-friendly
Energy Research

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 - Jordfeilpåvisning basert på AMS			
WORK PACKAGE	VERSJON	DATO	ANTALL SIDER
WP Pilot	1.0	2024-10-14	8
FORFATTER(E)		WP-LEDER	GRADERING
Elvia v/Jan Bergan og Mats Åkerström <i>Jan Bergan</i>		Maren Istad <i>Maren Istad</i> <small>Maren Istad (Jan 6, 2025 10:20 GMT+1)</small>	Åpen

SAMMENDRAG

Elvia har som et pilotprosjekt under CINELDI utviklet et system for påvisning og klassifisering av jordfeil i 230V IT- distribusjonsnett. Det nye systemet benytter lekkasjestrømmåling fra sum-strømtrafo i sluttunders målepunkt, samt spenning fase-jord, fra nettanalysator og AMS, der dette er montert i Elvias nettstasjoner. Dette utgjør måleverdier samlet inn fra ca. 750.000 slutt kunder og 10.000 nettstasjoner.

Gjennom erfaring fra tidlig fase (2021) avdekket Elvia at påvisning av jordfeil krever god treffsikkerhet, samt effektiv kundekommunikasjon. Utviklet løsning bygger på disse erfaringene og kjører nå ved bruk av en maskinlæringsmodell. Presisjon i påviste jordfeil ligger på ca. 97%, gitt både ved validering av maskinlæringsmodell, samt målt ved et antall lukkede saker vs antall saker avsluttet med verifisert feil.

Det gjenstår beslutning fra Elvias ledergruppe hvorvidt applikasjon og ny arbeidsprosess skal benyttes videre i fast driftsorganisasjon

Innholdsfortegnelse

1	Bakgrunnsinformasjon om pilotprosjektet.....	3
2	Om Piloten og fysisk pilotområde.....	3
3	Resultater og innovasjoner fra Piloten.....	5
3.1	Resultater fra delaktivitet 1 - Systemutvikling.....	5
3.2	Resultater fra delaktivitet 2 - Kundekommunikasjon	5
3.3	Innovasjoner fra Piloten - Maskinlæringsmodell.....	5
4	Tekniske/faglige erfaringer fra Piloten.....	7
4.1	Oppsummering	7
5	Kost-/nyttevurderinger basert på resultatene for Piloten.....	7
5.1	Kostnader	7
5.2	Nyttevurderinger	7

1 Bakgrunnsinformasjon om pilotprosjektet

Tabell 1: Bakgrunnsinformasjon

	Fra malen "planlegging av pilotprosjekt"	Viktige endringer i løpet av pilotperioden
Målsetting	Benytte AMS-måler til deteksjon av jordfeil, utvikle regelverk for sikker påvisning, varsling- og støtteverktøy for utbedring av feil, både hos slutt kunder og i eget nett	
Problemstilling	<p>Jordfeil skaper spenningsutfordringer som lager problemer for våre tilknyttede slutt kunder. Dette forårsaker flere uheldige situasjoner. Eksempelvis at:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kundens elektriske apparater ikke fungerer • Kunden opplever høy berøringsspenning, ved samtidig dårlig beskyttelsesjord i egen installasjon <p>Feilsøking uten verktøy for å se historiske hendelser, eller «live-situasjon» fører til at 50% av alle manuelle jordfeilsøk ender i at jordfeil ikke kan påvises. Dette fører igjen til at feilsituasjon ikke blir utbedret- eller at kunde må leve med utfordringer i lengere tid.</p>	
Aktiviteter		
Kostnadsestimat	22,5MNOK	
Innovasjonspotensial	Ta i bruk maskinlæring til tolking av AMS-data	
Forventet resultat	Stor grad av automatisert arbeidsprosess	
Tidsplan	2021 - 2024	

2 Om Piloten og fysisk pilotområde

Tabell 2: Piloten og pilotområdet

Pilotområdet	Elvias distribusjonsnett
Måledata og andre data som samles inn og lagres fra Piloten	Strukturdata rundt målepunkt hos våre slutt kunder og fra nettstasjoner. Jordfeilevener, JF-statistikk, nullpunktsikringsavvik
Personvern og/eller kraftsensitiv informasjon	Ja - Håndteres i hht Elvias GDPR-policy
Måle- og kommunikasjonsinfrastruktur	Aidon ESD/MCD og tilknyttede nettanalysatorer

Use-case-beskrivelser og testplaner	Detektere jordfeil hos sluttbrukere og i nettstasjoner
Regulering og forskrifter	Med innføring av MSij (systemet som er utviklet for å understøtte jordfeilprosessen) har Elvia sett det hensiktsmessig å flytte hovedprosess fra tilsynsmyndighet (DLE) og knytte denne mot nettilknytningsavtalen. Dette for at jordfeil skal kunne påvises <i>smidig</i> , uten å fatte vedtak med heftelse i eiendommen. I tillegg er dette en forutsetning for at kunde skal kunne utbedre feil <i>smidig</i> , ved f.eks. å fjerne pluggbart utstyr som forårsaker feilen, for deretter å sende oss rettemelding, uten bruk av godkjent el-entreprenørvirksomhet.
Barrierer og løsninger	na
Hvem skal eventuelt ta resultater fra Piloten i bruk?	MSij vil bli tatt i bruk av en rekke brukergrupper innenfor Elvia; Kundesenter, Vedlikehold, Montører, DLE, Produksjon I tillegg vil eksterne brukergrupper, tilknyttet Elvia, bruke systemet i utstrakt grad; Sluttkunden, tilsynsingeniører og eksterne entreprenører
Hvem er erfaringene relevant for?	Andre nettselskap, i tillegg til regulator (DSB)
Hva påvirkes av resultater fra Piloter?	<ul style="list-style-type: none"> • Automatisering gir rask påvisning og utbedring av avvik • Backlog på antall uløste jordfeil blir senket • Spenningskvaliteten i Elvias distribusjonsnett øker • Kundetilfredshet • Forenklede arbeidsprosesser for nettselskapet
Informasjonsdeling mellom aktørene før/underveis/etterpå	na
Er det laget planer for videreføring? Skalering/fullskala implementering?	MSij med grensesnitt mot andre beskrevne systemer er allerede satt i produksjon i et begrenset omfang. Gitt en positiv beslutning om å ta løsningen i bruk, vil innfasning av bruk fortsette gradvis, etter hvert som vi får etablert felles kunnskap og kultur rundt nye arbeidsprosesser. Kunnskapsdeling og innføring i ny arbeidsmetodikk er igangsatt og estimeres å være pågående ut 2025. En fullskala produksjonssetting av løsningen, forutsetter en positiv beslutning i Elvias ledergruppe, og prosjektet er i ferd med å utarbeide beslutningsunderlag for dette.

3 Resultater og innovasjoner fra Piloten

3.1 Resultater fra delaktivitet 1 - Systemutvikling

Systemutvikling for håndtering av jordfeil, kalt MSIJ. Dette systemet klassifiserer målepunkt i ulike kategorier, basert på hendelsesbildet til enhver tid. MSIJ er bygget som en tilstandsmotor for jordfeilsaker, der man har mulighet for manuell- eller automatisk triggering av kundevarsler eller arbeidsordre for feltsøk. Systemet har grensesnitt mot en rekke andre systemer i Elvias systemportefølje, for å sikre korrekt struktur- og hendelsesinformasjon, samt initiering av saker mot respektive fagsystem.

Systemet beriker tilgrensende system med tilstrekkelig informasjon for saksoppfølging. Av tilgrensende systemer kan nevnes; IFS, Sales Force, Min Side og Cubit.

3.2 Resultater fra delaktivitet 2 - Kundekommunikasjon

God kundekommunikasjon har vist seg som en kritisk nøkkelfaktor for effektiv håndtering og utbedring av jordfeilsaker, der vi kjører sak mot sluttbrukeres tilkoblede anlegg. Kundemassen er i stor grad varierende, og det har vist seg å være utfordrende å gi tilstrekkelig informasjon til at kunde forstår budskapet og har tilstrekkelig hjelpemiddel til kostnadseffektiv løsning for identifisering- og utbedring av feil, samtidig med at den skal være kortfattet og forståelig.

Prosjektet inkluderer Live-visning av feilsituasjonen, slik at kunde gis mulighet til å identifisere, og selv fjerne enkelte typer feilkilder (pluggbart utstyr). Mulighet for rimelig og enkel feilutbedring sees som en kritisk nøkkelfaktor for at sluttbruker skal være i stand til å håndtere pålegg om utbedring av jordfeil innen rimelig tid.

3.3 Innovasjoner fra Piloten - Maskinlæringsmodell

Elvia har valgt å utvikle klassifisering av jordfeil basert på en maskinlæringsmodell, til fordel for regulære SQL-uttrekk, som ble forsøksvis benyttet i tidlig fase. Tidligere erfaringer viser at vi endte opp med å manuelt velge hvilke målepunkt vi turte å påstå hadde jordfeil, da resultatet inneholdt mange usikkerheter. Denne typen manuelt utvalg ble da tilstrebet utført av maskin, og maskinlæringsmodell.

Modell som benyttes i MSIJ pr i dag, er en *Random Forrest* modell, benyttet fra Scikit-learn rammeverket i Python. Modellen klassifiserer pr i dag med følgende utfall; *Varsle*, *Ignorer*, *Varsle_PE* og *Feilkobling*.

Fagressurser har pr rapporteringstidspunkt lagt inn 19.000 lærepunkt i modellen, fordelt på 600 målepunkt.

Tabell 3 Beskrivelse av innovasjoner i forskningsrådets kategorier

Forskningsrådets kategorier	Beskrivelse	Antall
Ferdigstilte nye/bedre metoder/modeller/prototyper	<p>Påvisning av jordfeil bak sluttbrukeres målepunkt.</p> <p>Beregnet presisjon gitt av maskinlæringsmodell ligger for tiden på Foreløpig presisjon på påvisning beregnet til 97% (<i>Precision</i>), og repeterbarhet (<i>Recall</i>) på 70%.</p> <p><i>Precision</i> = Antall korrekt påviste feil, av alle varslede feil</p> <p><i>Recall</i> = Antall varslede feil, av alle feil som burde vært varslet</p> <p>Målt presisjon gitt av treffsikkerhet på kjørte jordfeilsaker, pr 09.10.24 er 97%, og stemmer derfor rimelig bra med beregnet presisjon, sett i betraktning</p>	1

	av maskinlæringsalgoritmen validerer basert på tilfeldig valgt testdatasett.	
Bedrifter utenfor FMEen som har innført nye/forbedrede metoder eller modeller eller teknologi	na	
Bedrifter innenfor FMEen som har innført nye/forbedrede arbeidsprosesser	na	
Bedrifter innenfor FMEen som har innført nye/ forbedrede metoder eller modeller eller teknologi	na	
Inngåtte lisensieringskontrakter	na	0
Registrerte patenter	na	0
Ferdigstilte nye/forbedrede produkter	MSIj – Hovedsystem, utviklet for jordfeilhåndtering. Derunder identifisering, maskinlæringsmodell med klassifisering av feil, tilstandsmaskin og brukergrensesnitt I tillegg til nye moduler/tilpasninger i eksisterende system: <ul style="list-style-type: none"> • Min Side – innsynsmulighet for sluttkunder • Cubit – innsynsmulighet for elektrikere • Convey – Kundedialog • Salesforce – Kundebildet, saksoppfølgingsverktøy for kundefront hos Elvia 	5
Ferdigstilte nye/forbedrede prosesser	Kundeprosess – Jordfeilvarsling til sluttkunder Vedlikeholdsprosess – søk og interne feil hos Elvia	2
Ferdigstilte nye/forbedrede tjenester	Se «forbedrede prosesser»	2
Nye foretak som følge av FME'en	na	0
Nye forretningsområder i eksisterende bedrifter	na	0

4 Tekniske/faglige erfaringer fra Piloten

Se også kapittel 5.2, Nyttevurderinger.

4.1 Oppsummering

Sikker påvisning av jordfeil, og god kundekommunikasjon er kritisk viktig for å kunne automatisere jordfeilhåndtering. Elvia besluttet tidlig å løfte jordfeilpåvisning bort fra tilsynsmyndighet (DLE) og over på Tilknytningsavtale, mellom nettselskap og sluttkunde. Dette åpner for smidig arbeidsprosess, der nettselskap kan gå i direkte dialog med sluttkunde, uten å ha en sertifisert myndighet som må fatte vedtak om utbedring eller frakobling. Dette gir samtidig kunde mulighet til å rette feil selv (i en del tilfeller). Man kan si smidighet er en forutsetning for automatiserte arbeidsprosesser. Tett samarbeid mellom fagressurser og utvikler-ressurser er en absolutt forutsetning for å bygge hensiktsmessig system- og maskinlæringsmodell

5 Kost-/nyttevurderinger basert på resultatene for Piloten

5.1 Kostnader

Prosjektet er nå i en avslutningsfase med pågående overlevering til varige team. Prosjektet kommer avvikles innen nyttår.

Påløpt t.o.m. 31.08.2024

Interne ressurser	5 448 393
Eksterne ressurser	13 716 035
SUM	19 164 428

Prognose t.o.m. 31.12.2024

Interne ressurser	715 740
Eksterne ressurser	2 631 375
SUM	3 347 115

SUM påløpt og prognose 22 511 543

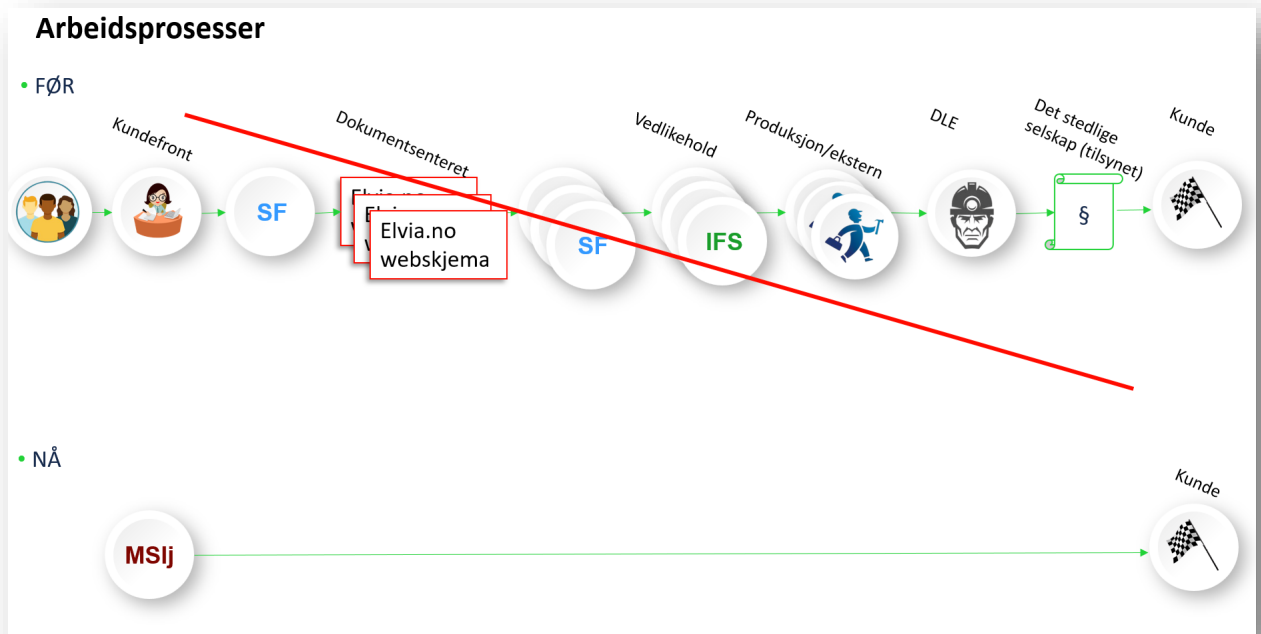
5.2 Nyttevurderinger

Utvikling av MSij med tilhørende arbeidsprosesser gir Elvia en vesentlig forenkling i påvisning av jordfeil, og avslutning av saker. Feil blir identifisert med stor presisjon, og minimerer behov for manuell behandling og feltbesøk.

For sluttkundes del så vil kunden bak anlegg som forårsaker spesifikk feil oppleve å få et verktøy som kan brukes til å identifisere kilde til feil, ved å se på historikk og live status for feilbilde. På denne måten kan en aktiv kunde isolere ut feilkilden og ved feil i pluggbart utstyr også utbedre feilen selv. Kostnadseffektiv utbedring av feil, der kunde slipper å leie inn elektriker, skaper i seg selv et initiativ til at kunde ønsker å utbedre feilen. Vi opplever da i stor grad at feil blir rettet innen rimelig tid.

Sluttkunder som er tilkoblet samme trafokrets som kunde med feil vil også oppleve stor nytteverdi. Feil fra eventuell nabo vil i mange tilfeller utbedres raskere enn tidligere. I tillegg kan nettselskapet gi

umiddelbar tilbakemelding om representanter fra denne kundegruppen henvender seg for å melde om mulig feil, i tilfeller der de opplever uheldige konsekvenser av naboens feil.



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
Enterprise/VAT No: NO 939 350 675 MVA
<http://www.cineldi.no>

