

Prosjektbeskrivelse: EMC i smarte nett

DEL 1: Innovasjonen

1. Overordnet idé

Formålet med prosjektet er å sikre problemfri drift av det smarte nettet ved å effektivt og korrekt håndtere problemer forårsaket av nye typer utstyr. Etter hvert som utbredelsen av utstyr med kraftelektronikk har økt, f.eks. i forbindelse med elbiler, solcellepanel, mer kompakt og effektiv forbrukerelektronikk, osv., har også antall tilfeller med elektromagnetisk interferens mellom utstyr økt. Tilfellene kan rangeres fra irriterende, men ufarlige (ikke mulig å styre belysning når induksjonstoppen går) til alvorlige (store høyfrekvente strømmer som fører til varmgang, og apparater med termostat eller varmeelementer som ukontrollert skrur seg av og på). Dette er i ferd med å bli et samfunnsproblem med stadig større konsekvenser.

Denne typen problemer ender ofte som klagesaker hos det lokale nettselskapet. Det er i utgangspunktet normalt ikke noen feil med utstyret, og en trekker dermed konklusjonen at det må være noe i forsyningsspenningen som forårsaker problemene. Det er imidlertid vanligvis kunden selv som forårsaker problemene, ved at ulike apparater hos kunden interfererer med hverandre. Et eksempel på et typisk problem er at et apparat har en svitsjefrekvens i strømforsyningen som sammenfaller med resonansfrekvensen i et annet apparat. Dette kan gi så store forstyrrelser at kontrollelektronikken til dette apparatet ikke fungerer, og en får dermed de typiske problemene som at apparat A ikke fungerer når apparat B er på. I utgangspunktet er dette forhold som skal fanges opp av produktstandarder fra IEC, men disse har tradisjonelt ikke satt krav for frekvenser i området 2 – 150 kHz (som er typisk svitsjefrekvens). Det er nedsatt komiteer¹ som skal oppdatere disse standardene, men arbeidet til disse er enda ikke ferdig, og det vil ta enda lenger tid før de blir gjeldende som krav i forbindelse med CE-merking. Eksisterende filtre i utstyret bidrar ikke til å redusere problemet, ettersom disse typisk er designet for lavere frekvenser, som det er krav til i dagens standarder. For høyere frekvenser kan disse derfor forverre problemene ytterligere.

Nettselskap har per dags dato ikke kompetanse til å effektivt håndtere slike klagesaker. Måleinstrumentene som tradisjonelt brukes (f.eks. Medcal-instrumenter) fanger ofte ikke opp problemfrekvensene, fordi de er høyere enn målehastigheten (samplefrekvensen) til måleinstrumentene. Om en likevel greier å beskrive hva som forårsaker problemene til kunden, får en problemet med ansvarsfordeling. Dette er vanligvis ikke nettselskapenes ansvar, og problemene faller ofte mellom flere stoler og blir ikke tatt skikkelig hånd om. I praksis løses ofte problemene til slutt ved at kunder med påvirkede apparater bytter ut disse i lignende modeller (som i et tilfelle hvor tre kunder i en lavspenning måtte bytte ut samme merket av en induksjonstopp), men i noen tilfeller blir dette vanskelig, enten fordi det er snakk om svært mange eller svært dyre apparater, f.eks. i forbindelse med industribedrifter. Sistnevnte type utfordring må en forvente at øker etter hvert som mer effektsterke apparater (som fergeladere, statiske omformerstasjoner til banetransport, større motorer med frekvensomformere i industrien, vindturbiner med fullskala omformere, osv.) blir vanligere. På Fosen har det allerede vært et tilfelle av at en vindturbin skapte problemer for kunder i et stort geografisk område, hvor det ikke lenger var aktuelt å bytte ut hverken turbin eller alle apparatene hos alle kundene. Dette problemet løste seg selv kun fordi turbinprodusenten gikk konkurs, og turbinen dermed ble frakoblet.

EMC² i smarte nett har som mål å sørge for at denne typer problemer blir effektivt og korrekt håndtert. Dette skal gjøres ved å drive problemløsning av et utvalg av case innen de tre hovedkategoriene:

- Elbiler
- Solcelleanlegg
- Smarthus og små mikronett

Ved å drive problemløsning i casene, er målet at prosjektet skal kunne gi råd om hvordan problemene skal håndteres, slik at en sikrer problemfri drift av et smart nett som inneholder økende mengder kraftelektronikk.

¹ F.eks. CIGRE/CIREN JWG C4.24 Power Quality and EMC Issues Associated with Future Electricity Networks

² Elektromagnetisk kompatibilitet, det en har når samspill mellom nett og apparater fungerer problemfritt

2. Innovasjonsgrad

Nyskapningen i prosjektet er å sørge for at nye typer EMC-problemer blir riktig og effektivt håndtert, ved at en lager en fremgangsmåte for å finne hvilke fenomen som forårsaker problemer, og velger beste tilgjengelig løsning med denne fremgangsmåten. Nettselskap har i dag en standard fremgangsmåte ved kundeklager, hvor det blant annet er påkrevd å utføre målinger hos kunden. Denne metoden er ikke tilstrekkelig til å løse en del av dagens problemer, blant annet fordi de mest brukte måleinstrumentene ikke fanger opp fenomenene. Å finne korrekte løsninger og fordele ansvar blir også vanskelig når årsakssammenhengen ikke er kjent – kostbar nettforskerkning har flere ganger vært forsøkt uten å ha noen virkning.

Prosjektet skal derfor utforme en fremgangsmåte for problemløsning som inneholder:

- Enkle anbefalinger om hvilke undersøkelser kunden selv kan gjøre (tidsbesparende for nettselskap!)
- Symptomer ved ulike problemer, og hvilke tester som kan gjøres for å avkrefte eller bekrefte årsaker
- Hvilke måleinstrumenter som er tilgjengelige og hvilke som er anbefalt i ulike case (typisk vil en først måle med enkle/billige instrumenter, før mer avanserte og dyrere instrumenter tas i bruk)
- Hvilke **løsninger** som kan brukes for ulike typer problemer (og hvilke en bør unngå)
- Metoder for å avgjøre hvem som er ansvarlig for ulike typer problemer: Nettselskap, kunde, eller leverandør/produzent, med opplysning om ulike klagenemder for de ulike partene.

Selv om problemer i forbindelse med økt bruk av kraftelektronikk har blitt mer vanlig de siste 5-10 årene uteblir likevel gode løsninger, både nasjonalt og internasjonalt. Dette er blant annet fordi:

- Problemene opptrer sporadisk. I følge en studie i Storbritannia³ blir flesteparten av tilfellene ikke registrert som EMC-problemer, men feil med utstyret.
- Det er i utgangspunktet ingenting feil med apparatene / utstyret.⁴ Fordi standardiseringen mangler er det ingen normer / krav som brytes, og i de *fleste* tilfeller fungerer apparatene også fint.
- Det er suboptimale løsninger tilgjengelig. I noen tilfeller kan en betale seg ut ved å gjøre tiltak i nettet (kostbart / ingen resultatgaranti), eller å bytte ut utstyret (ikke alltid ønskelig / mulig).

Ettersom problemene er nye, er også den regulatoriske praksisen ny. NVE har per dags dato svakt grunnlag til å avgjøre tolkning av regelverket i komplekse case, ettersom problemenes årsak er ukjent, og det derfor er ukjent hvem som har ansvaret. Prosjektet skal bidra med et grunnlag til beslutninger om ansvarsfordeling.⁵

I etterkant av prosjektet er det forventet at en bedre forståelse av feilmekanismene i nye typer EMC-problemer gjør det mulig å lage en helhetlig fremgangsmetode, inkludert løsninger, for korrekt håndtering.

3. Verdiskapingspotensial

De fleste henvendelser til nettselskap fra kunder med problemer behandles raskt, fordi problemene og ansvarsfordelingen mellom kunde og nettselskap er godt kjent fra før. Dette er ikke tilfelle for nyere typer problemer. Ett nettselskap oppgav at de brukte 10-15 timer mer enn normalt ved en typisk komplisert henvendelse (som dette prosjektet dreier seg om). Om prosjektet fører til at nettselskapene unngår å bruke 5 timer mindre på 30 henvendelser i året (Skagerak Nett har til eksempel 300 til 400 henvendelser i året, hvor de fleste er enkle å håndtere), tilsvarer dette en innsparing på ~0.1 MNOK per bedrift per år. Dette øker også kvaliteten i kundebehandlingen og dermed kundetilfredsheten. Noen selskap vil kunne ha behov for investeringer i måleutstyr for å kunne nyttiggjøre seg av prosjektresultatene. Prisen per instrument varierer mellom 30 og 100 kNOK, og kjøp av to til tre instrumenter gir en estimert kostnad på 0,15-0,2 MNOK. Om NVEs referanserate på ca. 6 % brukes som avkastningsnivå, gir en investeringshorisont på henholdsvis 7, 7, 8 og 10 år økt avkastning for de fire forskjellige nettselskapene. Reelle besparelser er imidlertid høyere:

³ CENELEC Study report: Electromagnetical Interference between Electrical Equipment / Systems in the Frequency Range Below 150 kHz. 2 ed.

⁴ Selv om det ikke er noe formelt feil med utstyret, kunne en kanskje forventes at emisjonen var lavere (spesielt om denne er høyere enn snittet) eller immuniteten høyere (spesielt om denne er lavere enn snittet).

⁵ Ifm. det nylig avsluttede IPN-prosjektet Spenningskvalitet i Smarte nett (SPESNETT, Energi Norge / SINTEF Energi, 2013-2017) ble det blant annet sett på hvilke apparater det er forventet at privatkunder skal kunne bruke uavhengig av nettstyrke. Det var god erfaring med samspillet mellom forskningsprosjekt og regulator i prosjektet.

Noen nettselskap gjør kort prosess av denne typen problemer ved å måle med enkle måleinstrumenter, konstatere (på sviktende grunnlag) at de overholder krav i Forskrift om Leveringskvalitet (FoL), og opplyse kundene om at dette er deres problem. Kunden kan klage til NVE, men i et tidligere tilfelle⁶ viste NVE at de ikke var sikre på hvordan dette skulle håndteres, og en formell beslutning ble aldri fattet. Når disse sakene går til NVE øker typisk kostnaden for nettselskapene vesentlig. Skagerak opplevde f.eks. i sin første klagesak til NVE å bruke rundt 100 kNOK.⁷ En kan redusere sannsynligheten for dette ved å bruke kompetansen som skal utvikles i dette prosjektet. Det er også bra med lik fremgangsmåte i bransjen, slik at en unngår forskjellsbehandling på tvers av kommunegrenser og geografisk plassering. Ved å vise til en standard fremgangsmåte og praksis stiller nettselskap sterkere i forsikrings- og rettsaker.

Noen typer problemer forhindres effektivt gjennom forebyggende arbeid. I SPESNETT-prosjektet oppgav mange nettselskap at det hadde vært spesielt nyttig med en klargjøring av hvordan ulikt effektkrevenne utstyr skapte utfordringer for spenningskvaliteten. Dette kan blant annet brukes i forebyggende arbeid ved å påvirke kunder i valg av utstyr (spesielt kunder i svake nett). Et resultat av dette er f.eks. nå mer vanlig med frekvensomformer heller enn direktestartende asynkronmotorer i luft til luft varmpumper, og triac-styring i gjennomstrømningsvannvarmere heller enn direkte inn- og utkobling av varmeelementer. Dette er med på å forhindre spenningskvalitetsproblemer, og dermed også nettførsterkning. Tilsvarende resultater er forventet i forbindelse med EMC-problemer; det er f.eks. kjent at noen solcelleomformere får stabilitetsproblemer i svake nett. Om en kan anbefale spesifikke merker for svake nett og vite når en uansett må gjøre tiltak, kan dette være kostnadsbesparende for både nettselskap og forbrukere. Om en likevel får EMC-problemer vet en bedre hvilke tiltak som kan iverksettes når en forstår problemene, og en kan helst gjøre tiltak hos kunden, som er mange ganger billigere enn tilsvarende tiltak i nettet. En unngår også kostbar nettførsterkning (og i noen grad omkoblinger) i tilfeller hvor dette ikke bidrar til å løse problemer. Generelt sett viste SPESNETT-prosjektet at kompetanseheving hos både nettselskap og kunder kan bidra til å finne gode løsningene raskt, og dette er det også EMC i smarte nett prøver å oppnå for andre, nyere problemer fra nyere apparater.

For PQA⁸ er verdiskapingspotensialet økt kunnskap om løsning av ulike spenningskvalitetsproblemer. Per dags dato er enkelte av disse problemene såpass tidkrevende å nøste opp i at det ikke er tilstrekkelig betalingsvilje fra industri eller nettselskap med mindre det er snakk om alvorlige hendelser som problemer med medisinsk utstyr, brannfare, problemer med svært kostbart utstyr, eller som påvirker mange kunder samtidig.⁹ PQA selger i dag typisk ett mellomstort oppdrag per måned (~70 kNOK). Prosjektet skal bidra til å redusere oppdragsprisen ved å løse problemer mer effektivt, og øke til 2-3 oppdrag per måned. Dette vil øke omsetningen med anslått 0,8 MNOK i året.¹⁰ Prosjektet gir også produkter som kan selges til nettselskap (håndbok, veileder og kurs, se kap. 8). Om PQA kan selge en samling av produkter for rundt 15 kNOK til f.eks. 30 (av rundt 150) nettselskap, tilsvarer dette en inntekt på 0,45 MNOK. Tidligere erfaring viser også at f.eks. kurs fungerer som en markedsføringsplattform som gir nye oppdrag.

4. Forskningsbehovet

Det er store forskningsbehov relatert til EMC-problemer forårsaket av nye typer apparater, primært relatert til feilmekanismene i det påvirkede utstyret. Prosjektet har valgt å fokusere på tre hovedområder:

Elbilladeproblemer. Det caset som oftest siteres på bransjesamlinger, og som enda ikke er oppklart selv om fire forskjellige nettselskap har opplevd samme situasjon, er et case med Nissan Leaf og det populære måleinstrumentet Medcal N. Kundene har klaget til nettselskapene om ladeproblemer, hvorpå disse drar ut for å måle med det enkleste måleinstrumentet de har tilgjengelig. Men når dette plugges i stikkontakten, så begynner ladingen å fungere igjen. Hverken Nissan, Cesimal (produsenten) eller nettselskapene vet hvorfor, men herskende teori er at måleren påvirker fase-jord motstanden i lavspenningkretsen. Dette er ikke testet, og er for øvrig et typisk eksempel på at apparater som selges av store internasjonale aktører er dårlig tilpasset det

⁶ Vindturbinen Blaaster på Fosen skapte problemer for kunder over et flere kvadratkilometer stort område.

⁷ Dette var en type problem som ble sett på i SPESNETT-prosjektet, ikke EMC-relatert.

⁸ Power Quality Analysis, et firma som jobber med måling, analyse og problemløsning innen spenningskvalitet. Startet av Henrik Kirkeby, tidligere forsker på SINTEF Energi, i 2017. Søkerbedrift til prosjektet.

⁹ Faktiske eksempler, ett fra PQA de tre siste fra SINTEF Energi.

¹⁰ Forutsatt en nyansettelse, se kap. 5., og medberegnert markedsføringsverdien av prosjektet. FoU-kostnader på 1,97 MNOK dekkes av nettselskap og Forskningsrådet. Avkastningsnivå for tilsvarende bedrifter er sterkt variabelt.

norske IT-nettet, og at produsentene ikke har tilstrekkelig kunnskap til å hverken feilsøke eller rette opp i problemer spesifikke for IT-nett.¹¹ Jordfeil gir i dag mange ladeproblemer, forårsaket av ladesystemenes overvåkningsfunksjon av tilstrekkelig kobling mot jord via PE-leder. Nøyaktig når jordfeil detekteres som manglende jording, og hvilke endringer som bør gjøres for å motvirke det er ikke kjent, men det er kjent at høyohmige jordfeil skaper flere problemer enn lavohmige. Ulike modeller har også ulik sensitivitet mot jordfeil, som er årsaken til at ved jordfeil i næringsbygg med flere ladepunkt / ladestolper kan det være kun en eller to modeller som ikke lader. Dette er for øvrig ikke bare et problem for elbiler, dette påvirker elektronikk i alt fra oppvaskmaskiner (i et case ble Miele dømt ansvarlig for at en oppvaskmaskin ikke fungerte i et nett med jordfeil) til platetopper og annet utstyr med ulike sikkerhetsfunksjoner. At det rettes opp i slike problemer før det selges mer utstyr er sterkt ønskelig, og publisering om temaet derfor nødvendig.

Stabilitetsutfordringer i solcelleanlegg. All kraftelektronikk har en stabilitetsmargin. Ettersom designet til det meste av elektronikk som selges er ukjent, er det vanskelig å si på forhånd når en vil støte på problemer med ustabilitet. Observerte tilfeller antyder at svake nett (I_{k2min} under 400 A / ca. 10 % av norske sluttbrukere), og spesielt svært svake nett (I_{k2min} under 250 A) gir en høyere sannsynlighet for stabilitetsproblemer. Det er ukjent om det kun er sannsynligheten for problemer som øker ved lavere kortslutningsytelse, eller om det er absolutte grenser ulikt utstyr vil få problemer ved. Det er til nå ikke publisert oversiktsstudier av stabilitetsmarginen til ulike elektronikk, kun observerte enkelttilfeller, og primært i sammenheng med solenergianlegg. Forståelsen til forfatterne i enkelte artikler er også dårlig, til eksempel peker en artikkel på ett gitt fenomen som en av mulige forklaringer til ustabilitet.¹² Fenomenet som beskrives vil imidlertid ikke være relevant før kortslutningsytelsen er så lav at det kun er aktuelt i u-land eller mikronett med svært lav kortslutningsytelse. Problemer med ustabilitet er høyaktuelt i Norge, ettersom større eneboliger eller bondegårder i landlige strøk med svake nett er typiske kunder for solcelleanlegg. PQA kjenner til tilfeller i Hedmark og Midt-Norge hvor dette har ført til problemer (kan være flere andre steder).

Interferens mellom forbrukerelektronikk og / eller kontrollsystemer. Her er årsakssammenhengen godt kjent (i hvert fall internasjonalt), og dokumentert i en flere artikler og avhandlinger, selv om de eksakte feilmekanismene i utstyret ikke er like godt kjent.¹³ Det er få tilgjengelige løsninger, oftest gjøres omprogrammering av større enheter, omkoblinger i nettet, eller utskiftning av mindre enheter. Løsningene er ofte uønsket. For enkelte typer utstyr finnes det ulike nettfilerløsninger som kan tilpasses som en løsning, men dette er etter prosjektets kunnskap ikke utprøvd. Testing av dette, og mer kunnskap om hvor og når de andre løsningene bør vurderes vil kunne gi flere muligheter ved løsning av slike caser.

Dokumentasjon av casene i prosjektet vil gi verdifull informasjon til produsenter og standardiseringsgrupper. Produsentene har ofte dårlig forståelse av problemene, fordi det er komplekse problemstillinger, og det er ressurskrevende å løse problemer som oppstår utypisk. Det er også krevende å løse alle tenkelige problemer for alle tilfeller, blant annet fordi andre produsenters designvalg påvirker resultatet.

5. Prosjektdeltagere og samarbeidskonstellasjon

5.1. Utførende og finansierende partnere.

a) Bedriftspartnere som skal utnytte prosjektets resultater i sin verdiskaping:

B4-B8: Nettselskap (utførende og finansierende). Skagerak Nett, Lyse Elnett, Eidsiva Nett, Hafslund Nett og NTE Nett bidrar med case inn i prosjektene, i noen grad instrumentering (komplementært til PQAs måleinstrumenter) og personell i de konkrete casene. De viktigste leveransene i prosjektet utvikles i nært samarbeid med nettselskapene for å sikre relevante sluttprodukter. Nettselskapenes motivasjon er å sørge for at de effektivt kan håndtere EMC-problemer, og å få produkter (håndbøker, veiledere, osv.) som hjelper med å oppnå dette.

¹¹ PQA har vært i kontakt med en tysk elbilprodusent hvor utvikleravdelingen hadde grunnleggende spørsmål rundt responsen til vern og feilstrømmer i IT-nett ved jordfeil. Dette skulle en forvente at de kunne.

¹² Nettimpedans og filterinduktans like store som filterets kapasitans for en typisk overharmonisk spenning, primært 5. og 7. harmoniske. Liserre M, Teodorescu R, Blaabjerg F, *Stability of grid-connected PV inverters with large grid impedance variation*, IEEE PECS, 2004.

¹³ F.eks.: Rönneberg S, *Emission and Interaction from Domestic Installations in the Low Voltage Electricity Network, up to 150 kHz*, Doctoral Thesis, University of Luleå, 2013.

B9-B10: Solenergiklyngen (utførende) fungerer som kontaktledd mellom fagområdet solcelleanlegg i prosjektet, og leverandører og produsenter i respektive bransje. De har et nettverk som kan benyttes for å etablere relevante case for prosjektet, lage statistikk over f.eks. mengden kjente utfordringer i tilknyttede installasjoner og relevante leverandører / produsenter i de aktuelle problemcasene, og sørge for resultatspredning. I mange caser er involveringen nødvendig.

Smartgridsenterets (utførende) formål er å fremme FoU, utdanning og kommersialisering av smarte nett i Norge. I dette prosjektet skal de bidra med å styrke utdanningen innen prosjektets tema. Det er planlagt to masteroppgaver ved NTNU H2018/V2019 med Kjell Sand som faglærer. Kjell Sand er faglig ansvarlig ved Smartgridsenteret og prosjektleder for Smartgridlabben ved NTNU. Smartgridlabben er planlagt brukt i prosjektet, i samarbeid med masterstudentene. PQA har erfaring med bruk av labben fra tidligere arbeid på SINTEF. Faglig utbytte fra masterstudenter er variabelt – dette er forsøkt ivare tatt ved å gi god oppfølging (Henrik Kirkeby har vært biveileder for ca. 5 studenter før) og ved valg av studenter.

b) FoU-partnere

B1: PQA AS (Prosjekteier og utførende partner). PQA foretar størstedelen av utført FoU. PQAs formål med prosjektet er å heve egen (og partnernes) kompetanse på problemløsning av nye typer problemer, til bruk for senere problemløsningsoppdrag for andre selskap. Utviklede produkter vil inngå i PQAs portefølje.

B2: Energi Norge AS (Prosjektleder / konsortieleder). Energi Norge har lang erfaring med å lede FoU-prosjekt. Ketil Sagen i Energi Norge og Henrik Kirkeby i PQA har god erfaring med samarbeid, bl.a. i SPESNETT-prosjektet. Energi Norge som prosjektleder styrker både ledelsen av prosjektet og forskningsarbeidet.

B3: Norsk Elbilforening fungerer som kontaktledd mellom fagområdet elbillading i prosjektet og leverandører og produsenter i respektive bransje. De har et nettverk som kan benyttes for å etablere relevante case for prosjektet, lage statistikk over f.eks. mengden kjente utfordringer i tilknyttede installasjoner og relevante leverandører / produsenter i de aktuelle problemcasene, og sørge for resultatspredning. I mange caser er involveringen nødvendig. De vil også bidra med både egeninnsats (til identifisering av caser og deltakelse i møter) og med betalte FoU-oppgaver i forhold Hovedaktivitet H2.

c) Andre prosjektpartnere

O1: NVE (annen offentlig finansierende). NVE er med i prosjektet på bakgrunn av interesse for regulatoriske problemstillinger rundt EMC-problemer, f.eks. hvem som er ansvarlig når ulike kunder skaper problemer for hverandre uten at Forskrift om Leveringskvalitet (FoL) er overskredet. NVE involveres i case hvor dette er relevant, og har uttrykt at det er positivt at prosjektet baseres på reelle case.

5.2. Annet samarbeid

PQA vil søke om å bli med i relevant standardiseringsarbeid, primært gjennom CIGRE/CIREN, helst JWG C4.24 Power Quality and EMC Issues Associated with Future Electricity Networks. Deltagelse i NEK NK 77 er også aktuelt.

PQA har god kontakt med universitet i Luleå, Sverige, som har høy kompetanse på deler av innholdet i dette prosjektet. Det vil være naturlig med noe uforpliktende samarbeid / kunnskapsutveksling. Dette miljøet, sammen med fagmiljø i TU Dresden, er blant de som er lengst fremme på fagfeltet. Det vil være naturlig å forsøke å etablere kontakt også med Prof. Jan Meyer ved TU Dresden, om prosjektet blir realisert.

DEL 2: FoU-aktivitetene

6. Mål

Målet med prosjektet er å sørge for at nye typer EMC-problemer blir effektivt og riktig håndtert. Dette oppnås ved å lage en fremgangsmåte for problemløsning som skal inkludere:

- En beskrivelse av ulike typer problemer, symptomene deres, og hvilke undersøkelser som bør vurderes for å bekrefte / avkrefte årsakssammenhengen.
- En beskrivelse av hvilke egenskaper måleinstrumenter og måleutstyr må ha for å kunne detektere ulike typer problemer, samt vanlige årsaker til målefeil og manglende målinger i enkeltinstrumenter.
- En beskrivelse av tilgjengelige løsninger, og metodikk for valg og dimensjonering av løsning. Dette inkluderer bruk av nyere løsninger som metode for bruk av små nettfiltre.
- Muligheter for preventivt arbeid ved å lage relevant materiell for å informere forbrukere om problemstillingen, og å involvere produsenter ved å dokumentere problemcase og feilmekanismer.

7. FoU-utfordring og -metode

Et omfattende litteratursøk om støy med frekvens 2 til 150 kHz ble gjennomført av Henrik Kirkeby ifm. KPN-søknaden NoHarm fra SINTEF Energi i 2016. Det er foretatt begrenset litteratursøk etter dette.

Å beskrive feilmekanismene til en del nyere type problemer kan være utfordrende fordi detaljene ved utstyrets virkemåte ofte er ukjent. Svitsjefrekvenser, filtervalg, kraftelektronikktopologi osv. er ofte forretningshemmeligheter som produsenter og leverandører ikke vil gå ut med. Når det f.eks. observeres oscillasjoner i strøm (og spenning) ifm. en solcelleomformer blir dermed spørsmålet: Hva er problemet? En annen kilde som produserer støy som gir resonans mot solcelleomformerfilterets resonansfrekvens? Samlet impedans i nett og linjefilter har samme resonansfrekvens som svitsjefrekvens i omformeren?¹⁴ Stabilitetsmarginen til omformeren er overskredet pga. den høye impedansen i forsyningen?¹⁵

Å gjøre målinger vil i dette tilfellet kunne avkrefte eller bekrefte noen av teoriene, såfremt samplefrekvensen til instrumentene er høy nok til å måle relevante fenomen. Målingene kan brukes til å undersøke harmonisk signatur, se etter sammenheng mellom karakteristiske frekvenser og anslått impedans i filter+nett, osv. For å finne årsaken til observerte problemer kan det også bli nødvendig å gjøre referansemålinger på tilsvarende anlegg (leverandører er en viktig kilde til slik informasjon), og å involvere leverandører eller produsenter som kan bidra i problemløsning. Klyngene hjelper med denne kontakten mot leverandører og produsenter, og er derfor viktige partnere i prosjektet.

Det vil bli brukt ulike måleinstrument og måleutstyr i de ulike casene, blant annet Elspecs (mest avansert), Flukes, Dranetz, Cesimal og Metrums instrumenter. PQA har tilgang på instrumenter fra de fire første leverandørene, Metrum-instrumenter kjøpes eller leies (f.eks. fra IKM Instrutek). Dette vil fungere som benchmarking, og gi eksempler på hvilke fenomen som blir plukket opp av hvilke instrument, men oversett av andre. Et 100 MHz oscilloskop brukes som referanseinstrument (i utgangspunktet lav frekvens for mange typer EMC-problemer, men greit for ledningsbundet støy som ikke er på elektronikknivå). Nøyaktighet av ulike sensorer (f.eks. rogowskispoler) vil ikke bli vurdert, frekvenskarakteristikker til måletransformatorer vil bli referert om fra tidligere arbeid fra SINTEF.¹⁶

Blackbox-testing er mye benyttet ved problemløsning på utstyr hvor nøyaktig virkemåte er ukjent. F.eks. vil som nevnt hvor høyohmig en jordfeil er, påvirke om elbiler får ladeproblemer. Aktuelle tester kan da være:

- Varier kortslutningsytelse, gjør målinger på samme merke og modell i ulike nettområder.
- Varier fase-jord motstand, f.eks. ved å lage et pluggbart apparat som kan koble ulike motstander mellom fase-jord (må labtestes før bruk i felt), og registrer når ulike elbiler avslutter lading.
- Det Ved mistanke om interferens: Koble til ulike apparater som det er kjent skaper støy ved ulike frekvenser (kan være vanlig forbrukerelektronikk), og observer respons i testapparatet.

I casene som er vanskeligst å feilsøke kan det bli behov for labtesting for å kontrollert variere forsyningsimpedans og bakgrunnsstøy for å avdekke feilmekanismene. Budsjettbegrensninger gjør at dette er mest aktuelt i case med interferens mellom forbrukerelektronikk, men til gjengjeld er dette casene hvor det er

¹⁴ Publisert om flere steder, f.eks. Hoseinzadeh B, Leth Bak C, *Impact of Grid Impedance Variations on Harmonic Emission of Grid-Connected Inverters*, IEEE PowerTech, 2017.

¹⁵ Aktuelt case fra Midt-Norge, hvor PQA har mottatt mulig ønske om måling / problemløsning V 2018.

¹⁶ Sand K, Seljeseth H, *Frekvensrespons for måletransformatorer og fordelingstransformatorer i tilknytning til måling av spenningskvalitet*, SINTEF Energi, 2009.

vanskeligst å involvere produsentene, som det vil bli lagt mer vekt på i andre case. Smartgridlabben har støygenererende utstyr, men begrenset opp til 5 kHz. Mange interferensproblemer opptrer ved høyere frekvenser, siden svitsjefrekvenser normalt er høyere enn 5 kHz. Dette betyr at både støyende og påvirket apparat må brukes for å reprodusere casene.

Det er ikke bare å avdekke feilmekanismer som kan være utfordrende; en case fra Vestfold viser utfordringen ved å velge rett *løsning* i problemcase. Her lagde en bedrift en viss mengde støy (innenfor kravene i FoL), som ble kraftig forsterket når en annen bedrift var tilkoblet i samme nettområde.¹⁷ Nettforsterkning vil i slike caser kunne være med på å *forsterke* problemene. Årsaken er at støyen fra bedrift 1 har mindre impedans mellom kilden og kunder i nærheten enn tidligere, og dermed enklere påvirker kunder i nærheten. I dette tilfellet var det mulig å gjøre omkoblinger i nettet, og dette ble derfor foretatt og løste problemene. Det var også kostbart utstyr involvert i caset, så leverandørene kunne potensielt ha blitt involvert for å gjøre tilpasninger. I andre case hvor det er mindre forbruksutstyr som har problemer, kan det være mulig å bruke filtre (og kanskje andre løsninger som ikke er kjent enda). Dette er enten for å endre karakteristisk impedans for nett+apparat ved å bruke shuntfilter, eller som et linjefilter / lavpassfilter foran det påvirkede eller støyende utstyret. Det finnes en rekke kommersielle produkter, men disse er uprøvd til denne applikasjonen.

Å bruke nettfiltre er ikke helt risikofritt. Strømforsyningsfiltre kan fungere som tilnærmede kortslutninger for høvfrekvente strømmer / spenninger, som fører til varmgang i induktive elementer foran filteret (f.eks. utløsespoler i sikringer). I et «skrekkeksempel», gikk det så mye strøm gjennom et strømforsyningsfilter til en AMS i et industribygg, at hele 5 A automatsikringen foran filteret smeltet i løpet av få minutter. Det må med andre ord valideres hvorvidt ulike filterløsninger kan brukes på generell basis, hvilke tilpasninger som må gjøres for å begrense strømmer (induktive og resistive elementer i shuntfiltre), eller om filtrene må spesialdesignes for hvert enkelt tilfelle. Det ideelle resultatet ville vært om kommersielle linje- eller shuntfiltre, eventuelt enkle egenutviklede løsninger (rene induktanser / kapasitanser med motstands-elementer, testet i lab i reproduserte case) kan brukes som standardløsning for gitte frekvensområder.¹⁸

PQA har i dag en ansatt. Som nevnt kan det være krevende å beskrive feilmekanismer, og å finne nye og gode løsninger i casene. Å få tilstrekkelig gjennomføringsevne i prosjektet ivaretas ved å øke prosjektledergruppen, sørge for bred involvering fra bransjen (klyngebedrifter og regulator i tillegg til nettselskap), og å involvere nettverk på NTNU via masterstudenter. Ved konkret problemløsning involveres både nettselskap og leverandør / produsent i tillegg til PQA. Det velges mer enn ett case per kategori for å ikke være helt avhengig av å løse alle caser. PQA ønsker å ansette én person om prosjektet får tilslag (har aktuell kandidat med FoU-erfaring og kompetanse på kraftelektronikk), men har ikke oppdragsmengde til å forsvare ansettelsen i dag.

8. Prosjektplan

a) Hovedaktiviteter ("arbeidspakker") i prosjektet

¹⁷ Rønning S, Bollen M, *Power quality issues in the electric power system of the future*, The Electricity Journal, 2016. Det er en utfordring å lage emisjonskrav når emisjon avhenger av bakgrunnsstøy, spesielt ifm. CE-testing.

¹⁸ Det er ikke planlagt produktutvikling, men lovende resultater kan senere bli videreført i samarbeid med elektronikkprodusenter.

- Nettselskap
- Regulatorer (NVE)
- Norsk Elbilforening

H3:	Solcelleanlegg (industriell forskning)	M4-M17
<p>Innhold:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bestemme årsakssammenheng, og om mulig feilmekanisme i ulike case. • Gjøre undersøkelser og målinger på solcelleanlegg som får stabilitetsproblemer i svake nett. <ul style="list-style-type: none"> ○ Gjøre målinger med forskjellige målesystem for å vise forskjellen i hvordan de ulike systemene detekterer oscillasjon / ustabilitet.¹⁹ ○ Gjøre referansemålinger på tilsvarende anlegg i sterkere nett. ○ Gjøre tester på omformer i smartgridlabben på NTNU med variabel kortslutningsanalyse. ○ Bestemme ansvarsfordeling når det ikke er brudd på FoL, men likevel problemer. • Prosjektet vil i utgangspunktet ikke se på klassiske problemstillinger rundt overspenning forårsaket av innmating av produksjon, eller usymmetri. Unntaket er i tilfeller hvor dette har noe å si for andre ting, som f.eks. vern i solcelleomformeren. Prosjektet vil her se på: <ul style="list-style-type: none"> ○ Virkemåten til overspenningsvern i ulike anlegg (tripptid og kriterier for å innkobling / økning av produksjon), ved å måle i områder det er rapportert / forventet overspenninger. ○ Dokumentere observasjoner og gi korte anbefaling til beste praksis for verninnstillinger. <p>Leveranser (tidsfrist i parentes):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rapport: <i>Observerte problemer i norske solcelleanlegg</i>. Med anbefalinger til målinger. (M17) • Konferanseartikkel om stabilitetsproblemer med solcelleomformere. (M17) • Publisering av en oppsummering / deler av resultatene via Solenergiklyngen sine publikasjonskanaler, sannsynligvis i form av en eller flere nyhetsartikler. (M9, M15) <p>Ansvarlige parter (hovedansvarlig i fet skrift):</p> <ul style="list-style-type: none"> • PQA • Nettselskap • NTNU v/ masterstudent • Regulatorer • Solenergiklyngen 		

H4:	Smarthus og små mikronett (industriell forskning)	M4-M17
<p>Innhold:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bestemme årsakssammenheng, og om mulig feilmekanisme i ulike case. • Gjøre undersøkelser og målinger i tilfeller med interferens som antatt problemårsak: <ul style="list-style-type: none"> ○ Gjøre målinger med forskjellige målesystem, inkludert et instrument forventet lansert i 2018 som skal kunne måle høyere frekvenser enn dagens spenningskvalitetsloggere. ○ Reprodusere tilfeller av interferens i smartgridlabben, i samarbeid med masterstudent. Ønsket (og observert) eksempel: induksjonstopp og belysningsutstyr.²⁰ ○ Teste ut ulike filterløsningers innvirkning på interferens. • Vurdere ansvarsfordeling når det ikke er brudd på FoL, men likevel problemer. • Litteratursøk: Hvilke problemer er det rapportert om i utlandet, hvilke problemer og årsaker går igjen, og hvordan blir disse håndtert? Spesielt aktuelt for mikronett, f.eks. i Skagerak Arena. <p>Leveranser (tidsfrist i parentes):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rapport: <i>Feilsøking og problemløsning i tilfeller med interferens mellom utstyr</i>. Inneholder informasjon om mulige problemkilder til observerte problemer, anbefalinger til undersøkelser, mulige avbøtende løsninger, og vanlige fallgruver ved problemløsning. (M17) • Konferanseartikkel om case med interferensproblemer, og (basert på resultatene fra arbeidspakken) anbefalt metode for å feilsøke dem. (M17) 		

¹⁹ Det er per nå to kjente case, et i Midt-Norge og et i Hedmark, men forsterkninger er planlagt i begge caser etter observerte problemer. Forhåpentligvis er det mulig å få til måling før dette, ellers må nye case finnes.

²⁰ Ettersom det er vanlig å bytte ut påvirket utstyr kan kanskje prosjektet kan få kortvarig tilgang på apparater.

- Publisering av en eller flere nyhetsartikler via Smartgridsenterets kanaler. (M9, M15)
- Populærvitenskapelig publisering om interferens mellom elektrisk utstyr. (M12)

Ansvarlige parter (hovedansvarlig i fet skrift):

- **PQA**
- Nettselskap
- NTNU v/ masterstudent
- Regulatorer
- Smartgridsenteret

H5:	Håndtering av EMC-problemer (industriell forskning)	M14-M23
Innhold:		
<ul style="list-style-type: none"> • Sammenfatning av erfaringer fra H2-H4 i leveranser. 		
Leveranser (tidsfrist i parentes):		
<ul style="list-style-type: none"> • Håndbok for nettselskap: <i>Håndtering av EMC-problemer i smarte nett</i>. Basert på resultater fra prosjektet. (M23) Inneholder de to delleveransene: <ul style="list-style-type: none"> ○ Kundeveileder: En veileder / brosjyre som forteller om ulike typer EMC-problemer, mulige årsaker, hvilke enkle undersøkelser som kan gjøres, hvem som bør kontaktes ansvarlig for utbedring, og hvor man kan klage ved misnøye på nettselskap, leverandører, osv. (M20) ○ Veileder: <i>Målinger ved mistanke om EMC-problemer</i>. Anbefalinger ved valg av måleinstrument (og oversikt over utvalg), fremgangsmetode (hvor og når måle), tolkning av måledata, osv. (M20) • Kurs: <i>Håndtering av nye type problemer i smarte nett</i>. Basert på resultater fra prosjektet. (M21) • Populærvitenskapelig publisering om prosjektresultater / medieoppslag i DN el. (M23) • Påvirke internasjonal standardisering innen EMC og produktstandarder gjennom NEKs normkomite NK77 og deltakelse i arbeidsgrupper innen CIREN/CIGRE (prestandardisering) basert på funn / publikasjoner fra prosjektet. Endringer i standarder kan være krevende å få til. Hvor det er vanskelig, fremme forslag til nasjonale retningslinjer, så langt juridisk, økonomisk og praktisk mulig. 		
Ansvarlige parter (hovedansvarlig i fet skrift):		
<ul style="list-style-type: none"> • PQA • Nettselskap 		

H0:	Prosjektledelse og administrasjon (industriell forskning)	M1-M23
Innhold:		
<ul style="list-style-type: none"> • Økonomi, administrasjon, og rapportering til Forskningsrådet • Oppstartsmøte, avslutningsmøte, og ett til to møter midtveis. Statusmøter over Skype kvartalsvis. 		
Leveranser (tidsfrist i parentes):		
<ul style="list-style-type: none"> • Kvartalsrapporter 		
Ansvarlige parter (hovedansvarlig i fet skrift):		
<ul style="list-style-type: none"> • Energi Norge, PQA (og øvrige deltakere i møter) 		

Nr.	Tittel	Kostnads- budsjett (1000 kr)	Kostnad: Industriell FoU	Kostnad: Eksperimentell utvikling
H0	Prosjektledelse og administrasjon	150	150	
H1	Innsamling av case	260	260	
H2	Elbil-ladeproblemer	660	660	
H3	Solcelleanlegg	720	720	
H4	Smarte hus og mikronett	740	740	
H5	Håndtering av EMC-problemer	770	770	
Sum	Hele prosjektet	3300	3300	

b) Sentrale milepæler for FoU-aktivitetene

M1: Utsendt spørreskjemaer til nettselskap og via bransjeorganisasjoner. (M3)

M2: Valg av masterstudenter. (M5)

M3: Endelig frist for å bestemme hvilke caser som vil bli brukt videre i prosjektet. (M6)

M4: Frist for innsending av konferanseartikkel til ICREPQ'19. (M9)²¹

M5: Siste frist for å velge case som blir testet i lab, masterstudenter begynner på masteroppgave. (M12)

M6: Løsning av minimum ett case i H2, H3 og H4, førsteutkast av rapporter i de samme arbeidspakkene sendt til prosjektgruppen for innspill / vurdering, frist for innsending av artikler til CIRED 2019. (M13)

M7: Ferdige sluttrapporter i H2, H3 og H4. (M17)

<- **Delmål 1 (og delvis 3 og 4) oppnådd**M8: Kundeveileder og veileder om måling i problemcase ferdigstilt. (M20) <- **Delmål 2 og 4 oppnådd**

M9: Kurs om håndtering av EMC-problemer avholdt, og førsteutkast av håndbok ferdig. (M21)

M10: Håndbok om håndtering av EMC-problemer ferdigstilt. (M23) <- **Delmål 3 og hovedmål oppnådd.****c) Fordeling av ansvar for utføring av FoU-oppgaver.**

Partner	Navn på partner	Ansvarlig for hovedaktivitet:	Deltar også i hovedaktivitet:
B1	PQA	H1, H2, H3, H4, H5	H0
B2	Energi Norge	H0	
B3	Norsk Elbilforening		H1, H2
B4	Skagerak Nett		H1, H2, H3, H4, H5
B5	Lyse Elnett		H1, H2, H3, H4, H5
B6	Eidsiva Nett		H1, H2, H3, H4, H5
B7	Hafslund Nett		H1, H2, H3, H4, H5
B8	NTE Nett		H1, H2, H3, H4, H5
B9	Solenergiklyngen		H1, H3
B10	Smartgridsenteret		H4
O1	NVE		H2, H3, H4

Dette er et lite prosjekt, de fleste partnere deltar i alle arbeidspakkene. Tabellen indikerer primærinteresse.

9. Fordeling av prosjektkostnader på partnere som utfører FoU (i 1000 kroner)

Partner	Navn på partner	Personalkostnader og indirekte kostnader	Utstyr	Andre kostnader	Totale kostnader
B1	PQA	2070	200		2270
B2	Energi Norge	150			150
B3	Norsk Elbilforening	60			60
B4	Skagerak Nett	60			60
B5	Lyse Elnett	100			100
B6	Eidsiva Energi Nett	200			200
B7	Hafslund Nett	200			200
B8	NTE Nett	100			100
B9	Solenergiklyngen	60			60
B10	Smartgridsenteret	100			100
O1	NVE				
Sum	Prosjektet	3100	200		3300

²¹ International conference on Renewable Energy and Power Quality.

10. Finansiering (i 1000 kroner)

Partner	Navn på bedriftspartner	Egenfinansiert FoU-innsats	Kontanter	Totalt
B3	Norsk Elbilforening	50	0	50
B4	Skagerak Nett	60	200	260
B5	Lyse Elnett	60	200	260
B6	Eidsiva Nett	100	400	500
B7	Hafslund Nett	200	200	400
B8	NTE Nett	200	200	400
B9	Solenergiklyngen	60	0	60
B10	Smartgridsenteret	100	0	100
Delsum	Bedriftspartnerne samlet	830	1200	2030
O1	<i>Annen finansiering</i>			100
	Søkt Forskningsrådet			1170
Sum	Total finansiering			3300

11. Opplysninger om "Annen finansiering".

NVE bidrar med kontant bidrag (offentlig støtte).

DEL 3: Realisering av innovasjonen og utnyttelse av resultater**12. Plan for realisering av innovasjonen**

PQA (B1): PQA tilbyr måling og analyse og problemløsning innen spenningskvalitet, og generell rådgivning og nettanalyse. Denne kunnskapen er til en viss grad ferskvare, f.eks. har det vært en endring i hvilke problemer nettselskap ønsker bistand til sammenlignet med for fem til ti år siden. Ved å være i front kan PQA tilby tjenester og produkter relatert til økende relevante og vanskelige temaer, som dette prosjektet har gitt oppdatert kunnskap om. Målgruppen er nettselskap utenfor prosjektgruppen, bedrifter som driver med solenergi, utvalgte smartgridleverandører og andre som jobber med temaer relatert til spenningskvalitet.

PQA må som ny organisasjon bevise høy kvalitet, og utvikling i et forskningsprosjekt gir både muligheten til å sikre god kvalitet og høy troverdighet. Troverdighet er spesielt viktig i sammenheng med EMC-problemer, ettersom disse er i ferd med å bli et samfunnsproblem med usikker ansvarsfordeling. Et prosjekt om hvordan nettselskap skal håndtere problemer har ikke nødvendigvis stor troverdighet dersom det er organisert av nettselskapene selv. Et FoU-prosjekt er for PQA også en god måte å få eksponering blant partnerbedrifter, medlemmer og bekjente av partnerbedriftene, og i bransjen generelt gjennom publisering i ulike kanaler. Samtidig vises det at kompetansen til PQA er reell ved at en løser nye og faktiske case i forskningsprosjektet.

Nettselskapene (B4-B8) ønsker å redusere bruk av tid på ulike problemer de i dag er usikre hvordan de skal forholde seg til. Dette krever at de som håndterer problemene (i første rekke kundebehandlere, i andre rekke ansvarlige for måling og faglig håndtering) får opplæring om håndtering av ulike saker. Gjennom tilgang på håndbok og kursing får de verktøyene de trenger for å effektivt kunne bestemme undersøkelser som bør gjøres, hvem som er ansvarlige, og hvordan problemene skal løses (og ikke). I første rekke gis kunnskapen gjennom kurs og håndbok, på sikt integreres dette i interne rutiner (som for SPESNETT-prosjektet).

Norsk Elbilforening (B3), Solenergiklyngen (B9) og Smartgridsenteret (B10) sin primære interesse er å være relevante og til nytte for medlemmene. Ved å informere om EMC-problemer gjennom sine publiseringskanaler og/eller gjennom utdanning oppnår de formålet sitt. Gjennom forskningsprosjektet skaper de også en mulig kontaktflate mellom nettselskap og teknologileverandører til det smarte nettet, som kan brukes til å utveksle kompetanse.

Regulator (O1) vil ved å få fram ulike problemcase med usikker ansvarsfordeling, undersøke praksis i andre land, og å bringe fram forskning på årsakssammenhengene til problemene få et grunnlag til å fatte beslutninger i klagesaker. I FoU-prosjektet er det også kort vei mellom NVE, nettselskap og produsenter.

13. Risikoelementer

PQA har få rendyrkede konkurrenter; den største konkurrenten er ofte interne ressurser hos oppdragsgiver. Det finnes aktører med tilnærmet samme rolle som PQA i form av konsulenter som fokuserer på spenningskvalitet, og leverandører av målesystem med interne ressurser som også tar småoppdrag. PQA samarbeider og har en komplementær rolle til enkelte av disse (f.eks. Vold Engineering), men vil være forsiktig med å gjøre all intern kunnskap tilgjengelig i salgbare produkter, som rapporter. Utover dette er salg av ulike produkter gjennom nettsider og under kurs / arrangement ikke spesielt risikofullt, annet enn at markedet kan være vanskelig å nå om en ikke er synlig i bransjen. Derfor er publisering i populærvitenskapelige kanaler, tilstedeværelse på konferanser, gode og relevante nettsider og bred kundekontakt viktig for å få omsetning.

PQA svekker markedsgrunnlaget hos selskapene som er med i prosjektet, ettersom disse får mye av PQAs kompetanse. Men dette gir også bedre kontakt med bedriftene, og åpning for samarbeid på andre områder, og størstedelen av PQAs marked er ikke med i prosjektet. Fra SINTEF er Henrik Kirkeby kjent med at det er de nettselskapene en har samarbeidet tettest med som i minst grad trenger rådgivning, men at disse også er de beste samarbeidspartnerne på nye og andre områder.

Selv etter prosjektet vil det være kunder blant både PQAs kunder, og sluttbrukere hos de andre bedriftene som opplever problemer som ikke enkelt lar seg forstå eller løse. Noen problemer har stått uløst i flere år. Erfaringsmessig er ydmykhet i hvordan en fremlegger problemløsning viktig for å ikke få en kunde til å tro at alt kan løses enkelt med en gang, og dermed bli svært misfornøyd om dette ikke skulle skje.

For nettselskap kan det være en utfordring med kompetanseheving av relevante interne ressurser. PQA har startet med å involvere delen av nettselskapene som jobber med problemløsning, og ikke bare FoU-gruppene, samt at det ved innhenting av kommentarer på rapporter og innkalling av kurs vil bli diskusjoner om hvem som kan ha nytte av resultatene. I etterkant av SPESNETT-prosjektet uttrykte tre selskap interesse om å holdes kurs om prosjektresultatene – dette tas her med i prosjektet.

14. Øvrig samfunnsøkonomisk nytteverdi

Mindre problemer ved installasjon av solcelleanlegg, overgang fra fossilbil til elbil, og å ta i bruk mer styring og kontroll i bygg, fører til høyere sannsynlighet for at kunder anbefaler venner og bekjente til å gjøre det samme. Det motsatte gjelder for teknologier man opplever som problembefengte. Det er derfor viktig at en luker ut barnesykdommer, f.eks. i forbindelse med smarthus, slik at nye teknologier ikke får rykte på seg som «på teststadiet», som kan bremse opp og redusere markedspotensialet til ny teknologi.

For kundene med problemer er det en stor nytteverdi at *noen* har kjennskap til problemene, uavhengig av hvem som er ansvarlig for dem, og kan komme med relevante anbefalinger. Det er i så fall viktig at dette prosjektet ikke sees på som et bestillingsverk fra nettselskapene, noe støtte fra Forskningsrådet vil bidra til å forhindre. Å forhindre unyttig nettfosterkning har også positiv innvirkning på tariffen. Andre nettselskap vil ha nytte av resultatene gjennom resultatspredning via kurs og håndbok (se under).

Bransjen generelt får kunnskapshøving gjennom formidling via publisering og kunnskapsspredning. Dette gjelder spesielt produsenter som ikke nødvendigvis får god tilbakemelding om problemer med produktene sine i dag, ikke minst i forbindelse med bruk i det norske IT-nettet. Disse kan spare kostnader ved å unngå utrulling av produkter med feil, og forbrukere på å unngå kjøp av de samme produktene. De av disse som har vært en del av case i prosjektet vil få tilgang på relevante rapporter gratis.

15. Formidling og kommunikasjon

Prosjektintern kunnskapsformidling skjer via leveransene og møter. Mot slutten av prosjektet arrangeres det et kurs om relevante resultater. Resultatene blir en del av håndboken, som er den viktigste leveransen. Rapporter, håndbok og kurs blir i etterkant tilgjengelig for aktører utenfor prosjektet. Rapporter blir ikke oppdatert etter prosjektavslutning, håndbok og kurs vedlikeholdes for videre bruk / salg.

I prosjektet er det planlagt publisering gjennom følgende kanaler:

- Tre til fire saker gjennom kanalene til Solenergiklyngen og Smartgridsenteret (nyhetsbrev / nettsider), i tillegg til spørreundersøkelser beskrevet i arbeidspakkene.
- Fire populærvitenskapelige artikler, f.eks. i Dagens Næringsliv, Teknisk Ukeblad og Energiteknikk
- Det er planlagt konferanseartikler om fire temaer. Avhengig av mengden verdifulle resultater som oppnås på hvert av temaene, kan det hende at dette blir slått sammen til tre artikler. Relevante kanaler er i prioritert rekkefølge CIRED 2019 (mål om innsending av to forslag høst 2018 / to fulle artikler vinter 2019), ICREPQ 2019, og ICHQP 2019.²²
- Det kan bli aktuelt å publisere en oppfølgingsartikkel av konferanseartikkelen om solenergianleggs stabilitetsgrenser i svake nett mot slutten av prosjektet, f.eks. i IEEE Transactions on Smart Grids.

De fire første hovedaktivitetene skal resultere i en rapport, populærvitenskapelig artikkel, «bransjenytt» (ikke H1 og H2), og konferanseartikkel. Det blir overlapp mellom temaene til disse innad i hovedaktivitetene, men en når ulikt publikum og formålet med publiseringen er ulik. Støtten fra Forskningsrådet er utløsende for å få tilstrekkelig (og tiltrengt) publisering om temaet. I praksis nedprioriteres dessverre publisering ofte i FoU-prosjekt med stramme budsjett. Dette ble erfart i FoU-prosjektet DIP TEST, som måtte nedprioritere å publisere gode resultater pga. gjennomføring med stramt budsjett.

PQA har en blogg hvor det publiseres case 1-2 ganger i måneden. Denne vil også bli brukt aktivt i prosjektet. PQA deltar som foredragsholder på ulike konferanser hvor case fra prosjektet kan bli presentert, f.eks. på Brukermøte spenningskvalitet, Smartgridkonferansen, arrangement i regi av REN, mm.

DEL 4: Øvrige opplysninger

16. Miljøkonsekvenser

Å gjøre det mindre problembeftent å anskaffe elbil, solenergi, og smarthus-teknologi (som ofte bidrar til redusert energi-forbruk) vil kunne øke anskaffelsene av disse. Dette vil ha en positiv miljøkonsekvens. Prosjektet vil, om det lykkes, også bidra til at utskiftning av utstyr kan unngås ved problemer, som vil være positivt for miljøet. Unngått nettforksterkning sparer miljøpåvirkning fra anleggsarbeid. Lavere ressursbruk hos nettselskap på oppfølging av problemcase har også positiv virkning.

17. Etikk

Nettkunder som er med i prosjektet vil kunne få en grundigere oppfølging enn normalt. For å fremme «rettferdighetsfølelsen» ovenfor andre kunder blir det gjort oppmerksom på at spesialoppfølgingen er pga. forskningsverdien i casene. Øvrige nettkunder vil også dra nytte av resultatene i etterkant av prosjektet.

Spenningskvalitetsmålinger hos enkeltkunder blir behandlet etter samme personvernprinsipper som ved andre kundeklager hos nettselskapene. Så lenge strøm og effektmålinger kun gjøres på utvalgte kurser hvor problemapparatene sitter, eller ved apparatene, er ikke dette sensitiv informasjon.

18. Rekruttering av kvinner, kjønnsbalanse og kjønnsperspektiv

PQA har for tiden én ansatt (mann). Styret består av en kvinne og en mann. Leder av Solenergiklyngen og Smartgridsenteret, samt teamledere i relevante team hos Lyse, Eidsiva og NVE er kvinner. Øverste leder i Energi Norge, Hafslund Nett og Elbilforeningen er kvinner.

19. Utlysningsspesifikke tilleggsopplysninger

N/A.

20. Fordeling av kostnader på prosjektpartnere

Tabellene nedenfor er utarbeidet sammen med samarbeidspartnerne i prosjektet, og hver enkelt partner (støttemottaker) har godkjent kostnadsfordelingen.

²² International Conference on Harmonics and Quality of Power.

Prosjektkostnader for prosjekt nr.
Prosjektansvarlig

282325
PQA AS ved Henrik Kirkeby

I denne tabellen fyller du inn kostnader hos alle partnere som utfører FoU, jfr Prosjektbeskrivelsens punkt 9. Støttmottakere som ikke selv utfører FoU-oppgaver i prosjektet, føres opp i tabellen, men med kostnad=0.

Tabell 1		Kostnader for oppgavene som hver partner utfører (1000 kr)									
	Hovedaktivitet	H0	H1	H2	H3	H4	H5				Total
Type (kategori) forskning:	Enten IF eller EU	IF	IF	IF	IF	IF	IF				
1 a) Prosjektkostnader hos partnere som er Støttmottakere											
Eidsiva Nett AS			10	20	20	20	30				100
Hafslund Nett AS			10	30	40	50	70				200
Lyse Elnett AS			10	10	10	10	20				60
Skagerak Nett AS			10	10	10	10	20				60
Smartgridsenteret			40			60					100
Norsk Elbilforening			50								50
NVE											
Solenergiklyngen			20		40						60
NTE Nett			10	30	40	50	70				200
Kostnader hos partnere som er støttmottakere		-	160	100	160	200	210	-	-	-	830
1 b) Prosjektkostnader hos FoU-institusjon eller foretak som leverer FoU-tjenester til prosjektet - og som dermed ikke er støttmottakere											
PQA AS			110	500	560	540	560				2 270
Norsk Elbilforening				50							
Energi Norge AS		150									150
Kostnader hos partnere som ikke er støttmottakere		150	110	550	560	540	560	-	-	-	2 470
Sum prosjektkostnader		150	270	650	720	740	770	-	-	-	3 300

Tabell 2		Fordeling av kostnader for oppgaver utført av partnere som ikke er støttmottakere (1000 kr)										
Støttmottakere	Hovedaktivitet	H0	H1	H2	H3	H4	H5				Total	
Eidsiva Nett AS		30	22	104	106	100	112				474	
Hafslund Nett AS		30	22	104	106	100	112				474	
Lyse Elnett AS		30	22	104	106	100	112				474	
Skagerak Nett AS		30	22	104	106	100	112				474	
Smartgridsenteret											-	
Norsk Elbilforening											-	
NVE				30	30	40					100	
Solenergiklyngen											-	
NTE Nett		30	22	104	106	100	112				474	
Sum kostnader som må dekkes av støttmottakerne		150	110	550	560	540	560	-	-	-	2 470	
Kontrollsum - de gule radene skal være like		✓	-	✓	-	✓	-	✓	-	✓	-	✓

Tabell 3: Fordeling av prosjektkostnader per støttmottaker og Hovedaktivitet. Tall summeres automatisk fra Tabell 1a) og Tabell 2.

Tabell 3		Prosjektkostnader for hver støttmottaker (1000 kr)										
Støttmottakere	Hovedaktivitet	H0	H1	H2	H3	H4	H5				Total	
	Type FoU	IF	IF	IF	IF	IF	IF					
Eidsiva Nett AS	Egne kostnader	-	10	20	20	20	30	-	-	-	100	
	Kostnader andre	30	22	104	106	100	112	-	-	-	474	
	Sum for bedrift	30	32	124	126	120	142	-	-	-	574	
Hafslund Nett AS	Egne kostnader	-	10	30	40	50	70	-	-	-	200	
	Kostnader andre	30	22	104	106	100	112	-	-	-	474	
	Sum for bedrift	30	32	134	146	150	182	-	-	-	674	
Lyse Elnett AS	Egne kostnader	-	10	10	10	10	20	-	-	-	60	
	Kostnader andre	30	22	104	106	100	112	-	-	-	474	
	Sum for bedrift	30	32	114	116	110	132	-	-	-	534	
Skagerak Nett AS	Egne kostnader	-	10	10	10	10	20	-	-	-	60	
	Kostnader andre	30	22	104	106	100	112	-	-	-	474	
	Sum for bedrift	30	32	114	116	110	132	-	-	-	534	
Smartgridsenteret	Egne kostnader	-	40	-	-	60	-	-	-	-	100	
	Kostnader andre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Sum for bedrift	-	40	-	-	60	-	-	-	-	100	
Norsk Elbilforening	Egne kostnader	-	50	-	-	-	-	-	-	-	50	
	Kostnader andre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Sum for bedrift	-	50	-	-	-	-	-	-	-	50	
NVE	Egne kostnader	-	-	30	30	40	-	-	-	-	100	
	Kostnader andre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Sum for bedrift	-	-	30	30	40	-	-	-	-	100	
Solenergiklyngen	Egne kostnader	-	20	-	40	-	-	-	-	-	60	
	Kostnader andre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Sum for bedrift	-	20	-	40	-	-	-	-	-	60	
NTE Nett	Egne kostnader	-	10	30	40	50	70	-	-	-	200	
	Kostnader andre	30	22	104	106	100	112	-	-	-	474	
	Sum for bedrift	30	32	134	146	150	182	-	-	-	674	
Sum prosjektkostnader		150	270	650	720	740	770	-	-	-	3 300	
Kontrollsum - grønne rader skal være like		✓	-	✓	-	✓	-	✓	-	✓	-	✓

21. Opplysninger om annen offentlig støtte

Prosjektansvarlig har fått tildelt støtte på i alt kr 100 000 fra NVE knyttet til kostnader ved gjennomføring av prosjektet.

22. Opplysninger om avhengighetsforhold mellom prosjektpartnere

Ingen av de prosjektutførende eller finansierende prosjektpartnere inngår i samme konsern eller har lignende avhengighetsforhold til noen andre partnere.