

Rapport

Planlegging, bygging og drift av mikronett basert på erfaringer fra tidligere prosjekter

Kunde:

μForum

Forfatter:

Henrik Kirkeby
Martin Lillebo

Dokumentnummer:

R20-14

Kundes referanse:

-

Kvalitetssikret av:

Henrik Kirkeby

Sider:

60

Versjon:

1,0

Dato:

30.12.2020

Kommentar:

Førsteutgave

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	3
1 Innledning.....	4
1.1 Prosjektpartnerenes mikronettprosjekter	4
1.2 Rapportens innhold og struktur	6
2 Status for mikronett	7
2.1 Utvikling internasjonalt	7
2.2 Utvikling i Norge	10
3 Forretningsmodeller for mikronett og tilhørende funksjonalitet	12
3.1 Unngå nettforsterkning og reinvestering	12
3.2 Øke pålitelighet	14
3.3 Redusere kostnader til nett og strøm.....	15
3.4 Leverer systemtjenester til TSO og DSO	16
3.5 Bedret spenningskvalitet.....	17
3.6 Lokale energimarkeder.....	19
3.7 Oppsummert funksjonalitetsbehov, gitt forretningsmodell	19
4 Overordnet prosess	21
4.1 Forberedende arbeid.....	21
4.2 Prosjektering	22
4.3 Anskaffelse	23
4.4 Bygging	25
4.5 Drift.....	25
4.6 Kunnskapsdeling.....	26
5 Enhetsoptimalisering.....	27
5.1 Definer målsetning med mikronettet.....	28
5.2 Utarbeid en konseptskisse	28
5.3 Datainnsamling til beregninger	29
5.4 Valg av analysemetode / programvare	31
5.4.1 Kommersiell programvare.....	31
5.4.2 Universitetsutviklede gratisprogrammer	31
5.4.3 Egenutviklede algoritmer	32
5.4.4 Forenklete metoder	32
5.5 Utføre beregninger	33
5.6 Praktiske momenter og realitetsorientering.....	34

6	Kontrollsystemer	35
6.1	Kontrollsystemer i mikronett	35
6.1.1	Primærregulering	36
6.1.2	Sekundærregulering	37
6.1.3	Tertiærregulering	39
6.2	Robuste kontrollsystem	39
6.2.1	Kapasitetsforvaltning i batteri	39
6.2.2	Mer om topp-kutting	40
6.2.3	Reserve og sikkerhetssystemer	41
6.2.4	Lokal kontroll ved manglende kommunikasjon	43
6.2.5	Stabilitet	43
6.3	Spesielt om overgang til øydrift	44
6.3.1	Respons ved overgang til øydrift	44
6.3.2	Evaluering av spenningsvariasjoner ved overgang til øydrift	45
6.3.3	Håndtering av variasjoner	46
6.4	Integrasjon	48
6.4.1	Bruk av use case-metodikk	49
6.4.2	Kommunikasjon og kommunikasjonsprotokoller	51
6.4.3	IT-sikkerhet	51
6.4.4	Utvexling av måledata	52
7	Konklusjon	54
	Kilder	55
	Vedlegg A: Use case for overvåkning av batterikapasitet	57

Sammendrag

Denne rapporten konkluderer arbeidet utført i SkatteFUNN-prosjektet μ Forum. En presentasjon av prosjektet, prosjektdeltagerne og deres pågående mikronettprosjekter er gitt i kapittel 1.

Kapittel 2 i rapporten gir en oversikt over mikronettbegrepet og ulike typer mikronett. Status for mikronettprosjekter internasjonalt er presentert. Utviklingen i Norge er kort presentert, sammen med aktive mikronettprosjekter. De fleste norske prosjektene er i startfasen, som kan bety betydelig økt kompetanse på fagfeltet i Norge fremover.

Kapittel 3 i rapporten gir en innledende oversikt over de ulike forretningsmodellene som er mulige å benytte i mikronettprosjekter. Gitt ønsket forretningsmodell er resulterende krav til nødvendig og anbefalt funksjonalitet i mikronettet beskrevet. Enkelte av forretningsmodellene er mest aktuelle for nettselskap, mens andre er mest aktuelle for ulike typer sluttbrukere. Resultatene er oppsummert i en tabell for funksjonalitet en må, bør og kan ha ved bruk av ulike forretningsmodeller.

Tidligere mikronettprosjekter viser at mange av de samme feilene gjøres i flere prosjekter. Kapittel 4 går gjennom den overordnede prosessen for planlegging, anskaffelse, bygging og drift av mikronett, og lister opp viktige momenter for delprosessene. Innholdet er basert på intervjuer med personell fra ferdigstilte og pågående mikronettprosjekter (inkludert enkelte av prosjektdeltagerne) samt resultater fra litteratursøk om erfaringer i internasjonale mikronettprosjekter.

Kapittel 5 presenterer en veileder over dimensjoneringsprosessen for mikronett. Dette inkluderer behovet for tydelig og målbar målsetning, hvilke dataunderlag som er nødvendig i beregninger, tilgjengelig programvare og metodikk for å dimensjonere mikronettkomponenter, tekniske begrensninger som må evalueres, og fornuftige kvalitative vurderinger. Erfaringer fra ferdigstilte prosjekter viser at dimensjoneringen ofte ikke er optimal, og at det er mange momenter som reduserer tilgjengelig ytelse fra de ulike komponentene (f.eks. energilager). Dette gjør at total ytelse blir lavere enn planlagt; men dette kan unngås om det tas høyde for i dimensjoneringsfasen.

Kapittel 6 går gjennom kontrollsystemene i et mikronett. Disse må forenklet sett utføre alle oppgavene som utføres av systemansvarlig i det synkrone nettet, men i mindre skala. Det er oppgitt hvordan dette typisk implementeres, hva som er nødvendig funksjonalitet og hva som er fornuftig funksjonalitet. Ulike fallgruver som er erfart i andre prosjekter, som manglende responstid, prediksjon og utfordringer med overgang fra nettdrift til øydrift, er også presentert. Å integrere alle komponenter og kontrollsystemer i et mikronett kan være vanskelig, spesielt om flere leverandører er involvert, og det er derfor beskrevet kort hvordan use case kan brukes til å lette arbeidet med anskaffelser og integrasjon av kontrollsystem. Det er også nevnt viktige momenter relatert til interoperabilitet og IT-sikkerhet.

Kapittel 7 gir en konklusjon av rapporten, arbeidet som er gjort i μ Forum, og anbefalt arbeid videre.

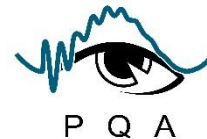
1 Innledning

Et mikronett kan defineres som et lokalt, avgrenset overføringsnett som ved behov eller ønske kan koble seg fra det overliggende nettet, og driftes videre med lokalprodusert eller lagret kraft¹.

Bygging av mikronett er i stor grad preget av læring gjennom utføring. På tross av noen eldre prosjekter er de fleste mikronett bygd etter årtusenskiftet, og det er blitt møtt og løst en rekke ulike utfordringer i disse prosjektene. Mikronett er (fortsatt) ikke ferdig utviklet «hyllevare», og det utføres i praksis et lite forskningsprosjekt hver gang et nytt bygges, noe flere norske aktører har fått erfare i sine prosjekter. Det er også en risiko at mange må løse de samme problemene i hvert sitt prosjekt, fordi erfaring viser at det ikke utveksles nok informasjon mellom prosjektene.

μForum (uttales mikroforum) er et forprosjekt som tilstreber å effektivisere denne læringsprosessen. Forumets medlemmer er på hver sin måte involvert i mikronettprosjekter, og har gjennom μForum jobbet for å lære av hverandre om bedre løsninger innen planlegging, bygging og drift av mikronett.

μForum har vært gjennomført i 2020 med støtte fra SkatteFUNN og med følgende prosjektpartnere:



1.1 Prosjektpartneres mikronettprosjekter

Smart Senja

Smart Senja-prosjektet er et mikronettprosjekt som undersøker muligheten for mikronett som alternativ til dyr nettförsterkning. På Senja forventes det en dobling i energibruk over de neste 10 årene, og Arva (tidl. Troms Kraft Nett) arbeider med å lære hvordan mikronett kan hjelpe de å integrere lokal fornybar energi ved hjelp av energilagring og forbrukerfleksibilitet.

¹ <https://snl.no/mikronett>

Elnett 21

Elnett21 er et større demoprojekt med fokus på transportelektrifisering i Stavanger. Mikronett er en del av løsningen, og et av målene er et lokalt nett som skal kunne understøtte elflyvirksomhet innen 2025. Prosjektet startet i 2019 med finansiering fra Enova. Lyse Elnett og Lyse-konsernets selskap Smartly er involvert i prosjektet.

Utsira mikronett

Med de første forsøkene med lokal energilagring i hydrogen tilbake i 2003, kan Utsira (Rogaland) kanskje regnes som Norges første mikronettprosjekt.

Haugaland Kraft Nett planlegger nå for fremtidig kraftbehov på Utsira, hvor det er aktuelt med både fergeelektrifisering og landbasert fiskeoppdrett. De undersøker muligheten for å unngå en fremtidig reinvestering i en sjøkabel fra land (over 10 km) ved å anlegge et mikronett på øya for å understøtte kraftbehovet.

Byneset/Rye mikronett

Mikronettet på Rye på Byneset er del av et forskningsprosjekt i regi av Tensio. Nettet inneholder en vindturbin, solkraftverk og batteri. I dag driftes nettet med nullutveksling av energi mot overliggende nett. I 2021 skal mikronettet utvides med energilagring i hydrogen, som gjør det mulig å kjøre nettet i frakoblet øydrift.

Prosjektet ble startet som følge av at et mikronettprosjektet på øyrekka Froan i Frøya kommune måtte utsettes. Målet er at erfaringer og kompetanse som utvikles gjennom Rye-prosjektet skal kunne overføres til et fremtidig mikronett på Froan.

+CityxChange

+CityxChange er et EU-mikronettprosjekt med flere samarbeidende byer. På norsk side involverer det et utvalg mikronettprosjekt i Trondheim på Brattøra, Gløshaugen universitetsområde og et nytt område på Sluppen/Tempe. Prosjektet er i oppstartsfasen og vil bl.a. inkludere en markedsplattform for kjøp og salg av forbrukerfleksibilitet, levert av Powel.

Campus Evenstad

Campus Evenstad / Studiested Evenstad består av Høgskolen i Innlandet sine bygg på Evenstad. Bygningene eies og leies ut av Statsbygg, og Solcellespesialisten har levert et mikronett på området.

Mikronettet består av solceller, solfangere, kraftlagring i batteri, en flisfyr-drevet vannvarmer, en CHP-maskin, og elbilladere med V2G-funksjonalitet. Campus Evenstad er et av de norske mikronettene med lengst fartstid, og har følgelig vært åsted for flere erfaringer som har funnet veien til denne rapporten.

Sandbakken

Sandbakken mikronett i Hvaler startet opp i 2016 med Smart Innovation Norway som en av leverandørene, og ble bygget som del av en oppussing av Sandbakken Miljøstasjon. Mikronettet tar i bruk sol- og vindkraft, energilagring i batterier, fleksible laster, og et sentralt styringssystem for å drifte nettet.

Mikronettet kan strupe solkraft eller mate inn ekstra effekt fra batteriet etter forespørsel fra DSO, har fleksible laster for å dempe peak-last, og batterianlegget brukes til toppkutting og økt konsumpsjon av egenprodusert energi.

1.2 Rapportens innhold og struktur

Kapittel 2 åpner med hva denne rapporten inkluderer under betegnelsen «mikronett», og gir en statusoppdatering for mikronett i Norge og resten av verden.

Kapittel 3 gir en oversikt over mikronettene ulike potensiale for verdiskapning, og hva det må kunne yte for å oppnå ulike tjenester.

Kapittel 4 sammenfatter viktige punkter for overordnet prosjektflyt fra start til slutt når et nytt mikronett skal bygges.

Kapittel 5 går mer i dybden på dimensjonering av mikronett, deriblant målsetning, datainnsamling, analyseprogramvare og vurderinger.

Kapittel 6 redegjør for teorien bak kontrollsystemer, både generelt for kraftnettet og spesifikt for mikronett. Det gis også info om overgang til øydrift og ulike aspekter knyttet til systemintegrasjon.

Kapittel 7 konkluderer rapporten.

2 Status for mikronett

Et mikronett kan defineres som et lokalt, avgrenset overføringsnett som ved behov eller ønske kan koble seg fra det overliggende nettet, og driftes videre med lokalprodusert eller lagret kraft².

Historisk har det vært mange avgrensede nett som etter hvert har blitt sammenkoblet til dagens synkronområder. Disse kan på mange måter minne om mikronett, med unntak av at de ikke er tilkoblet et synkront nett deler av tiden. Dette gjelder også dagens øysamfunn uten fastlandsforbindelse, som er forsynt med dieselgeneratorer eller fornybar kraft med energilagring.

Sett bort fra disse to nett-typene, som har eksistert lenge, har det vært kraftig utvikling innen moderne mikronett basert på fornybar energi og lagring de siste tiårene. De følgende to delkapitlene gir en oversikt over status på mikronett internasjonalt og i Norge.

2.1 Utvikling internasjonalt

Totalt finnes det globalt rundt 4500 mikronettprosjekter³, som til sammen inneholder rundt 27 GW installert kraftproduksjon.

Flertallet av disse ligger utenfor Europa, og kontinenter som Asia og Nord-Amerika forventes å fortsette å stå for majoriteten av mikronettprosjekter også i årene fremover. Av underliggende årsaker til dette pekes det bl.a. på at Europa allerede har et modent og velfungerende kraftnett. Andre land starter med blanke ark, eller kan ta initiativ til mikronett-relaterte prosjekter i randsonen til det konvensjonelle kraftnettet.

Det er mulig å dele opp mikronett i fire overordnede typer⁴:

Isolerte mikronett⁵. Dette er mikronett uten tilkobling til et synkront strømnett. Dette kan være nett på øyer uten sjøkabel, fjerntliggende områder i f.eks. Canada eller Australia, eller områder i tredje verden hvor det ikke er bygd ut et strømnett. Avhengig av hvilken definisjon for mikronett en legger til grunn regnes dette ikke som mikronett ettersom de mangler evnen til å koble seg til og fra et overliggende nett.

[Hartley bay, Canada](#)

170 innbyggere i en landsby kun tilgjengelig via fly eller båt drifter et mikronett med tre dieselgeneratorer på totalt 1,05 MW. Med AMS hos sluttbrukerne, en forbruker-fleksibilitetsløsning basert på 20 termostater i offentlige bygg og 12 styrbare laster, og bedre styring av dieselgeneratoren har landsbyen greid å spare 77 000 liter diesel i året.

² <https://snl.no/mikronett>

³ Tall fra [Navigant Research](#)

⁴ Det er stor variasjon i ordbruk og ikke alltid enighet om definisjoner. Andre mulige inndelinger nevnes kort.

⁵ Omtales av enkelte som minigrids.