



UiT Norges arktiske universitet

Fakultet for ingeniørvitenskap og teknologi

Forprosjekt

Optimal bruk av reaktive ressurser

Jan Tore Arnesen

Masteroppgave i Electrical Engineering ELE-3900, vår-semesteret 2021

Innholdsfortegnelse

1	Innledning.....	1
2	Oppgaven gitt fra Statnett	2
3	Oppgaven beskrevet av UiT	3
4	Utvidet beskrivelse av oppgaven.....	3
5	Fremdriftsplan	5
6	Avklaringer.....	7
7	Avgrensninger	7
8	Veiledere for oppgaven	8
9	Relevant litteratur for oppgaven.....	8

1 Innledning

Dette er forprosjektet til min masteroppgave "Optimal bruk av reaktive ressurser".

Oppdragsgiver for denne oppgaven er Statnett. Oppgaven er laget av Jan Åge Walseth, Vegar Storvann og Mats-Robin Jacobsen ved avdeling Systemanalyse i Statnett. Veileder for oppgaven ved UiT er Steinar Svarte.

Forprosjektet skal ikke leveres inn eller presenteres, og den teller ikke for karakteren til masteroppgaven. Formålet med forprosjektet er å analysere oppgaven og svare på spørsmål før selve prosjektet startes opp.

Dette forprosjektet inneholder en utvidet beskrivelse av oppgaven der det er definert hva som skal gjøres. Det er laget fremdriftsplan der prosjektet er delt inn i prosjektfaser. Arbeidet med forprosjektet har vært en del av prosjektfase 0, og har pågått i uke 1 – 2. Overgangen mellom prosjektfasene blir som milepæler i prosjektet.

2 Oppgaven gitt fra Statnett

Optimal bruk av reaktive ressurser

Spenningsprofilen i dagens kraftsystem er et resultat av manuelle justeringer av settpunktspenning fra driftssentralene for å opprettholde normale driftsspenninger. Dette fører ikke nødvendigvis til en teoretisk optimal bruk av de reaktive ressursene i kraftsystemet, og kan føre til "unødvendig" utveksling av reaktiv effekt i systemet.

Oppgaven omfatter følgende deloppgaver:

1. Et litteraturstudium for å finne teoretisk optimale strategier for bruk av reaktive ressurser.
2. Undersøke dagens praksis for settpunktstyring blant operatører på Regionsentral Nord. Dette skal gjennomføres som en spørreundersøkelse/intervju.
3. Etablere en kostfunksjon for å fastsette hva som bestemmer dagens praksis (indikatorer for intervensjon, tidsbruk for regulering, antall step i optimering, tap i nettet, etc.).
4. Sammenlikning av teori og praksis for å finne hvor disse skiller.
5. Foreslå en hybrid metode som tar hensyn til både teoretisk og praktisk kostfunksjon. Se om et rådgivningssystem kan forbedre utnyttelsen av reaktive ressurser, og eventuelt foreslå et rammeverk for et slikt rådgivningssystem. Metoden skal valideres på et lite testsystem.

Den endelige metoden skal prøves ut på en modell av et faktisk kraftsystem. Med den nye 420 kV-ledningen Balsfjord-Skillemoen vil vi ha to parallelle nettnivåer, 132- og 420 kV, med hver sine reaktive ressurser. På 420 kV har vi store trinnbare reaktorer, SVS-anlegg og en fasekompensator, mellom spenningsnivåene er det flere store trinnbare transformatorer og på 132 kV-nivå er det tilknyttet en rekke store kraftverk (Kvitfjell/Raudfjell, Skibotn, Guolas). En utfordring vil bli å finne en optimal strategi for bruk av reaktive ressurser, gitt forskjellige driftspunkt.

3 Oppgaven beskrevet av UiT

Oppgaven handler om å utnytte de reaktive ressursene på en optimal måte. Reaktiv effekt er en lokal faktor, og kompenseringen bør skje så nært behovet som mulig. Reaktiv effektflyt representerer tap av energi, dvs. tapskostnader.

Hvordan kan reaktorer, kondensatorbatterier, transformatorer, generatorer og FACTS-systemer (SVC) utnyttes på en best mulig måte for å drifte nettet mest mulig effektivt og sikre høyest mulig forsyningsikkerhet?

4 Utvidet beskrivelse av oppgaven

Oppgaven omhandler å se på hvordan Statnett bør bruke de reaktive ressursene på en best mulig måte. Reaktiv effekt er en lokal faktor, og kompenseringen bør skje så nært behovet som mulig fordi reaktiv effektflyt opptar linjekapasitet og fører til tap. Samtidig bør kompenseringen ta høyde for at kraftsystemet skal tåle endringer i driften og driftsforstyrrelser. Dette er noe operatører på regionsentralene gjør basert på de kunnskapene og erfaringene de sitter med, uten at det finnes en beskrevet metode for hvordan det gjøres optimalt.

Som første del av en litteraturstudie skal jeg sette meg inn i teorien om reaktiv effekt. Jeg skal beskrive hva reaktiv effekt er og hvilke komponenter som påvirker reaktiv effekt. Jeg skal finne et egnet simuleringsverktøy og starte med å lage et enkelt system der jeg gjør undersøkelser om reaktiv effekt. Matpower og Simscape er to foreslåtte simuleringsverktøy. En viktig avgrensning kan være å unngå å velge program som tar for lang tid å lære å bruke.

Jeg skal videre gjennomføre intervjuer med operatører på driftssentralen for å undersøke hvordan reaktiv kompensering er håndtert i praksis. Dette er tenkt gjennomført i to intervju-runder, der første runde vil være med på å gi erfaring til hvordan andre runde skal gjennomføres. Intervjuene må gjennomføres på en slik måte at dataene jeg får er sammenlignbare og har høyest mulig nytteverdi. Det er forskjellige måter å gjennomføre intervjuene på. De kan gjennomføres som individuelle intervjuer, gruppeintervjuer eller som skriftlige undersøkelser. Basert på observasjoner fra intervjuene skal jeg lage en kostfunksjon som viser dagens praksis.

Videre som andre del av litteraturstudiet skal jeg skal forsøke å finne teori og tidligere arbeid som omhandler **strategi for optimal bruk av reaktive ressurser**. Teori og den praktiske håndtering av reaktive ressurser skal sammenlignes for å finne hvor disse skiller. De skal testes ut med simuleringer, og systemet det gjøres simuleringer i kan utvides og gjøres mer komplisert ved behov.

Det må defineres hva som er optimal bruk av reaktive ressurser. En ting er hvordan operatørene styrer komponentene, en annen ting er hva som er ideelt med hensyn til teorien. Ut ifra disse skal jeg **lage en metode og rådgivningssystem som kan forbedre bruken av reaktive ressurser**, og eventuelt foreslå et rammeverk for et slik rådgivningssystem. En utfordring vil bli å finne optimal strategi gitt forskjellige driftssituasjoner.

Den endelige metoden skal prøves ut på et område av et faktisk kraftsystem. Området rundt Balsfjord er tenkt som et gunstig område for dette. Det er et område der 420 kV transmisjonsnett går parallelt med 132 kV distribusjonsnett med flere trafoer imellom. På 420 kV er det store trinnbare reaktorer, SVC-anlegg og fasekompensator. Mellom spenningsnivåene er det trinnbare transformatorer og på 132 kV er det tilknyttet en rekke store kraftverk. Metoden kan også testes på andre områder i kraftsystemet.

5 Fremdriftsplan

Prosjektfase 1 (uke 3 – 6)

Arbeidet med selve hovedprosjektet startes i denne prosjektfasen. Første del av litteraturstudiet, intervju-rundene og simuleringene skal gjennomføres. Første del av litteraturstudiet består av å gå gjennom teorien om reaktiv effekt og beskrive dette i rapporten. Første del av simuleringene består av å finne et egnet simuleringsverktøy til å utføre simuleringer, samt utføre simuleringer i et enkelt system. Første runde med intervju av operatører fra Regionsentral Nord vil gi erfaring til hvordan andre runde skal gjøres. Basert på informasjon fra første intervju-runde kan arbeidet med å lage kostfunksjon for dagens praksis startes opp i slutten av denne prosjektfasen.

Prosjektfase 2 (uke 7 – 13)

I denne prosjektfasen skal andre del av litteraturstudiet, intervju-rundene og simuleringene gjennomføres. Andre del av litteraturstudiet består av å forsøke å finne anvendbar teori og tidligere utført arbeid om optimal bruk av reaktive ressurser. Kostfunksjonen for dagens praksis blir ferdigstilt, og denne blir sammenlignet med teorien. Den andre delen av simuleringene består av å gjøre simuleringer i et mer komplisert system. Basert på tilegnede kunnskaper basert på teori og praksis startes det opp arbeid med å utvikle en hybrid metode for optimal bruk av reaktive ressurser. Metoden testes og valideres i simuleringene som gjøres. Dette er den lengste prosjektfasen med oppgavene som er antatt som mest krevende. Denne prosjektfasen blir ferdig i løpet av uke 13 som er påskeuken.

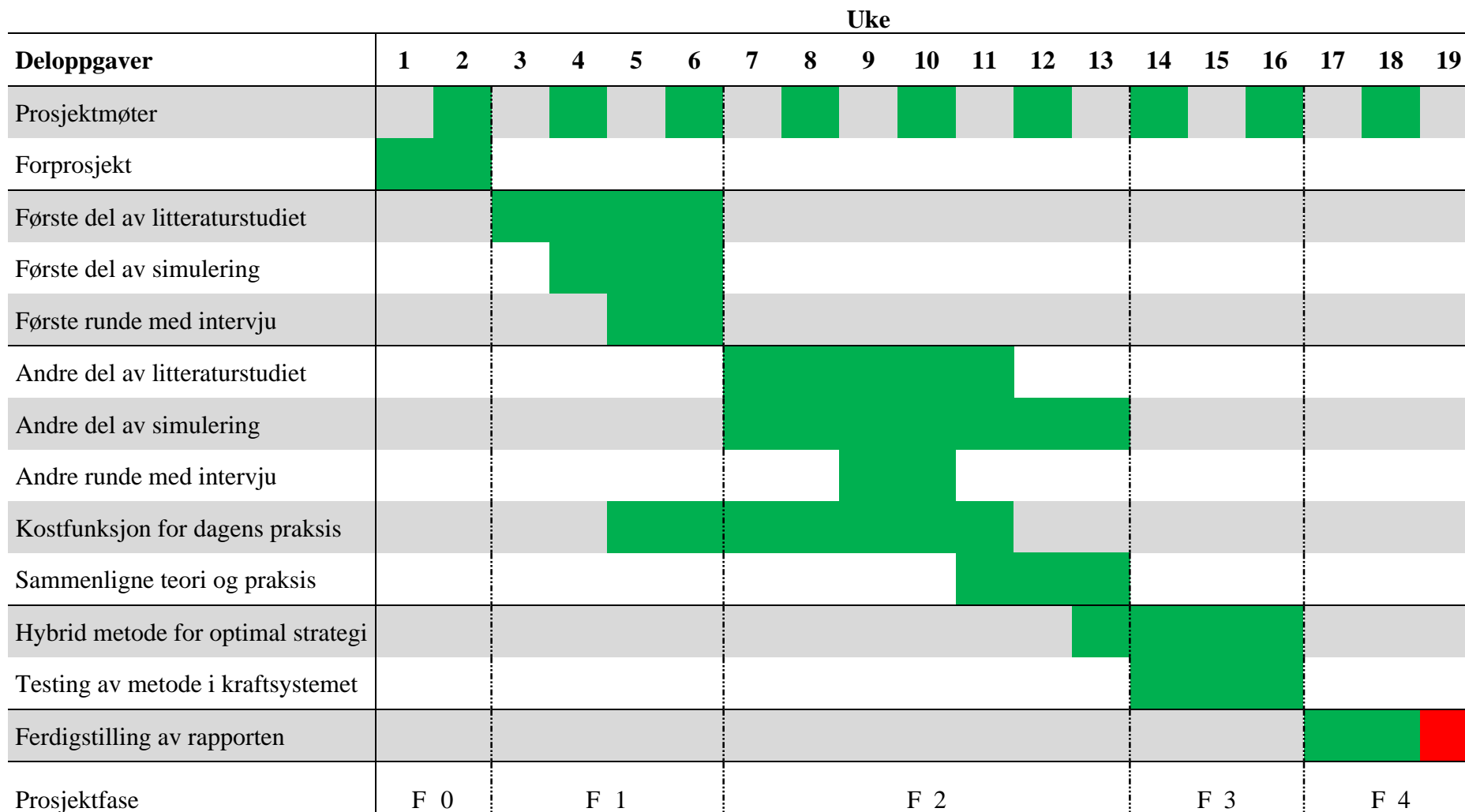
Prosjektfase 3 (uke 14 – 16)

Ny hybrid metode for optimal bruk av reaktive ressurser skal lages og det skal gjøres tester av denne i kraftsystemet. Rapporten skal bli mest mulig komplett og ferdig skrevet i løpet av denne prosjektfasen.

Prosjektfase 4 (uke 17 – 19)

Foreslått metode for optimal bruk er ferdig og testing av metoden avsluttes. Denne prosjektfasen skal bestå av ferdigstilling av rapporten. Innleveringsfristen er lørdag den 15. mai 2021 i uke 19.

Tabell 1: Fremdriftsplanen fremstilt i et Gantt-diagram



6 Avklaringer

Fremdriftsplanen er dynamisk og vil bli endret underveis i arbeidet. Om noen deloppgaver kan begynnes på tidligere enn planlagt så er det gjerne positivt. Om noen deloppgaver ikke er ferdig til planlagt tid, så må det gjøres vurderinger om det er behov for tiltak slik at prosjektet blir ferdigstilt til innleveringsfristen.

Det er flere simuleringsverktøy som kan brukes for oppgaven, hvor Matpower og Simscape er to foreslåtte. Programmet jeg skal bruke trenger ikke å være høyoppløst og dynamisk, da det som denne oppgaven omhandler er ganske statisk. Generatorer og SVC-er reagerer på sekund-nivå, men det er kraftsystemet i stabil tilstand som er det jeg skal fokusere på. Hvordan innsvingningsforløpet er de første millisekundene er foreløpig ikke relevant for oppgaven.

Med at jeg er ansatt i Statnett på Regionsentral Nord så gir det meg muligheter til å gjøre undersøkelser og tester i kraftsystemet. Godkjenning for dette innhentes fra min leder i Statnett.

Den endelige rapporten kan være med begrenset innsyn om det er nødvendig.

Hvis det ikke blir mulig å gjennomføre intervjuene med å fysisk møte intervjuobjektene, så kan intervjuene gjennomføres over Teams. Det er også mulig å lage en skriftlig undersøkelse.

Om jeg ikke finner litteratur med tidligere arbeid om optimal bruk av reaktive ressurser, så kan jeg ut fra teorien om reaktiv effekt selv lage en beskrivelse av hva som er optimalt. Dette kan brukes i sammenligningen med dagens praksis for å foreslå en hybrid metode.

7 Avgrensninger

Valg av simuleringsverktøy bør avgrenses til program som ikke tar for lang tid å lære.

8 Veiledere for oppgaven

Steinar Svarte	Jan Åge Walseth	Vegar Storvann	Mats-Robin Jacobsen
Veileder UiT	Veileder Statnett	Veileder Statnett	Veileder Statnett
steinar.svarte@ui.t.no	jan.walseth@statnet.t.no	vegar.storvann@statnet.no	mats-robin.jacobsen@statnet.no
+47 991 69 981	+47 959 30 901	+47 404 99 364	+47 908 72 130

9 Relevant litteratur for oppgaven

- [1] J. Machowski, Z. Lubosny, J. W. Bialek og J. R. Bumby, Power System Dynamics - Stability and Control, John Wiley & Sons, 2020.
- [2] T. Østrem, Kraftelektronikk og elektriske maskiner, Narvik, 2021.
- [3] «Matpower documentation,» 13 01 2021. [Internett]. Available: <https://matpower.org/doc/>.
- [4] «IEEE,» 13 01 2021. [Internett]. Available: <https://www.ieee.org/>.
- [5] S. Svarte og J. H. Sebergsen, Energiproduksjon og energidistribusjon, Produksjon, nettsystemer og beregninger, Gyldendal, 2002.