

FENT2900 - Bacheloroppgave Fornybar Energi

Forprosjekt

Bacheloroppgave for Aneo



Sveinung L. Aga
Sigurd H. Berre
Lina M. Gunvaldsen

Prosjektrapport, vår 2023

1 Forprosjekt til bacheloroppgave

Oppgavens arbeidstittel: Engelsk: Responsible and sustainable delivery chain for production of solar modules Norsk: Ansvarlig og bærekraftig leveransekjede for produksjon av solcellemoduler	Studieretning: Ingeniør, Fornybar energi
Prosjektnummer: BIFOREN23-18	Innleveringsdato: 22.05.2023
Gruppedeltagere: Lina Mathea Gunvaldsen Sigurd Hernes Berre Sveinung Lenes Aga	Oppdragsgiver: Aneo
Intern veileder: Simon Birger Byremo Solberg simon.b.b.solberg@ntnu.no	Eksterne veiledere: Martin Gjertsen martin.gjertsen@aneo.com Bjørn Thorud bjorn.thorud@aneo.com

Innhold

1	Forprosjekt til bacheloroppgave	i
2	Innledning	1
3	Prosjektdeltakere	2
3.1	Samarbeidspartnere	2
4	Mål og rammer	3
4.1	Oppgavebeskrivelse	3
4.2	Prosjektmål	3
4.3	Rammer	4
4.4	Utfordringer	4
5	Prosjektplan	5
6	Kvalitetssikring	6
6.1	Milepæler	6
7	Vedlegg: A	I

Figurer

5.1	Gantt diagram, uke 1 til 11.	5
5.2	Gantt diagram, uke 11 til 22.	5

2 Innledning

Solkraft er en av verdens raskest voksende industrier. Det er den mest klimavennlige formen for energiutbygging og for å redusere klimautslipp vil det være behov for en økende grad av av solkraftinstallasjon [2]. Solkraft og energi økonomiseringstiltak er per dagsdato de mest relevante grepene i Norge for å forbedre kraftbalansen i landet. I den sammenheng kan det forventes mye utbygging av solkraft både på private boliger og som industriell kraftutbygging.

I den sammenheng er det relevant å etablere en oversikt over leveransekjeden til modulene brukt i industrien i dag. Kina dominerer per dagsdato hele leveransekjeden, fra mineralutvinning til wafer produksjon. Produksjonen i Kina er preget av kullkraft i energimiksen og dårlige arbeidsvilkår. Som en følge av koronaepidemien har innsyn fra vestlige selskaper blitt redusert og usikkerheten rundt leveransekjeden har blitt økt [2].

For å nå klimamålene satt av FN vil det være behov for å både redusere utslipp i leveransekjeden og stille krav til leverandører som reduserer menneskerettighetsbrudd på arbeidsplasser hos leverandøren. Det vil også trolig bli stilt strengere krav til aktører i Norge og EU om å bedre det økologiske og det sosiale fotavtrykket til solcellene sine. I den sammenheng er det relevant å kartlegge de forskjellige leveransekjedene i Norge og EU, samt å se på alternativer til etablerte leveransekjeder og framtidsutvikling i markedet[2].

Oppgaven er utlyst av Aneo. Aneo er et selskap grunnlagt av Trønderenergi og HitecVision med fokus på fornybar energi-produksjon. De har et ønske om å være en aktør som aktivt fremmer det grønne skiftet og en rettferdig produksjonskjede. I den sammenheng har de lyst ut denne bacheloroppgaven, som vil ha hovedfokus på leveransekjeden til solcellemodulene som Aneo benytter seg av [1].

3 Prosjektdeltakere

Sveinung Lenes Aga

Tlf: +47 918 21 733

Epost: sveinlag@stud.ntnu.no

Tredjeårsstudent på Fornybar energi med fordypning i Sol og bioenergi ved NTNU. Kompetanse innenfor fjernvarme og elektriske energisystemer, livsløpsvurdering av energisystem (LCA), elektroteknikk, fluiddynamikk, termodynamikk, solenergi og bioenergi. Praktisk erfaring innen håndtering og installasjon av solcellepanel.

Sigurd Hernes Berre

Tlf: +47 41238609

Epost: sigurdhb@stud.ntnu.no

Tredjeårsstudent på Fornybar energi med fordypning i Sol- og bioenergi ved NTNU. Kompetanse innenfor fjernvarme og elektriske energisystemer, livsløpsvurdering av energisystem (LCA), elektroteknikk, fluiddynamikk, termodynamikk, solenergi og bioenergi. Erfaring i verv med fokus på innovasjon. Hatt et semester ved University of New South Wales i Sydney der fagene hadde fokus på solenergi, økologi og programmering.

Lina Mathea Gunvaldsen

Tlf: +47 955 25 762

Epost: linamgu@stud.ntnu.no

Tredjeårsstudent på Fornybar energi med fordypning i Sol og bioenergi ved NTNU. Kompetanse innenfor fjernvarme og elektriske energisystemer, livsløpsvurdering av energisystem (LCA), elektroteknikk, fluiddynamikk, termodynamikk, solenergi og bioenergi. Erfaring i verv med designing av microgrid med fornybare kilder og verv med fokus på innovasjon. Hatt et semester ved University of New South Wales i Sydney der fagene hadde fokus på solenergi og humanitært arbeid.

3.1 Samarbeidspartnere

Martin Gjertsen, Industrikontakt og veileder

Aneo Real Estate, Prosjektleder

Bjørn Thorud, Industrikontakt og veileder

Aneo Real Estate, Prosjektleder

Simon B. B. Solberg, Veileder

NTNU, Ansatt ved Institutt for Energi og Prosessteknikk

4 Mål og rammer

For å konkretisere arbeidet gjort i dette prosjektet er forhåndsbestemte mål og faste rammer viktig. Slik blir resultatene mer spesifikt rettet mot ønskede områder, slik at de er mer gunstige for Aneos videre drift.

4.1 Oppgavebeskrivelse

Denne oppgaven blir skrevet i samarbeid med Aneo, som er en kraftaktør i det norske markedet. De har en interesse i å oppnå full oversikt over sine solcellemodulers konkrete økologiske og sosiale avtrykk. I løpet av oppgaven håper vi å kartlegge de mest forurensende faktorene i produksjonskjeden for solcellemoduler, samt undersøke alternative leveransekjeder eller krav Aneo kan stille til produsenter for å forbedre livssyklusen til modulene. Disse resultatene vil også sammenlignes med modulenes sosiale bærekraft for et helhetlig bilde. Oppgaven vil også rette fokus mot potensielle utviklinger i markedet ved å se på lovforslag i Norge og EU. Til slutt vil oppgaven konkludere med å gi en oppsummering av leveransekjeden til modulene Aneo benytter, samt å gi en anbefaling på eventuelle krav eller forandringer Aneo kan innføre for å forbedre avtrykket fra modulene.

Overordnede mål

- **Startfase**
 - Tilegne seg en generell kunnskap om markedet
 - Kartlegg de aktuelle leverandørene for Aneo
- **Hoveddel**
 - Lokaliser potensielle usikkerheter i produksjonskjeden
 - Lokaliser de største bidragsyterne til utslipp i produksjonskjeden
 - Kartlegg produksjonsalternativer
- **Slutfase**
 - Sammenlign kostnadene ved de alternative produksjonsmetodene
 - Tilegne kunnskap om fremtidige lov og paradigmeendringer i markedet
 - Konkluder med konkrete tiltak som kan bedre produksjonskjeden ved modulene.

4.2 Prosjektmål

Det overordnede målet for bacheloroppgaven er å produsere resultater i form av anbefalinger eller metodikk som kan veilede Aneo, og eventuelt andre bedrifter, i å sikre mer bærekraftig produksjon av solenergi. Hvilke resultater oppgaven viser, og hvilke reaksjoner og utfall disse får i Aneo eller industrien vil vise seg ved endt arbeid. Mulige utfall kan innebære endring av panelleverandør, eller strengere krav til etablerte leverandører. I tilfellet der resultatene viser til et mulig bytte av paneltype til et mer sosialt eller klimafokusert bærekraftig panel vil Aneo kunne benytte deres forbrukermakt til å presse industrien i en mer bærekraftig retning.

Et annet mulig utfall er oppdagelsen av et regelverk for valg av bærekraftige paneler brukt av et annet selskap eller i et annet land. Et annet lands regjering kan ha innført strenge regler på produksjon og/eller import av paneler med tilhørende reglement om hvordan innføre og opprettholde disse reglene. Dypere undersøkelse av et slikt reglement vil etablere om reglementet er tilstrekkelig for å brukes av industri i Norge, eller inspirere arbeidet med et tilsvarende reglement.

Det kanskje mest indirekte utfallet av rapporten er en metodikk for undersøkelsen panelenes bærekraft som Aneo kan bruke videre i arbeidet for å etablere mer bærekraft i deres solcelle installasjoner. Hvis denne bacheloroppgaven ikke kulminerer i konkrete anbefalinger for Aneos fremtidige drift vil Aneo mest sannsynlig fortsette arbeidet selv. Likevel vil bacheloroppgaven da ha en virkning som retningslinje for deres videre undersøkelser av bærekraft i solcelleproduksjonen.

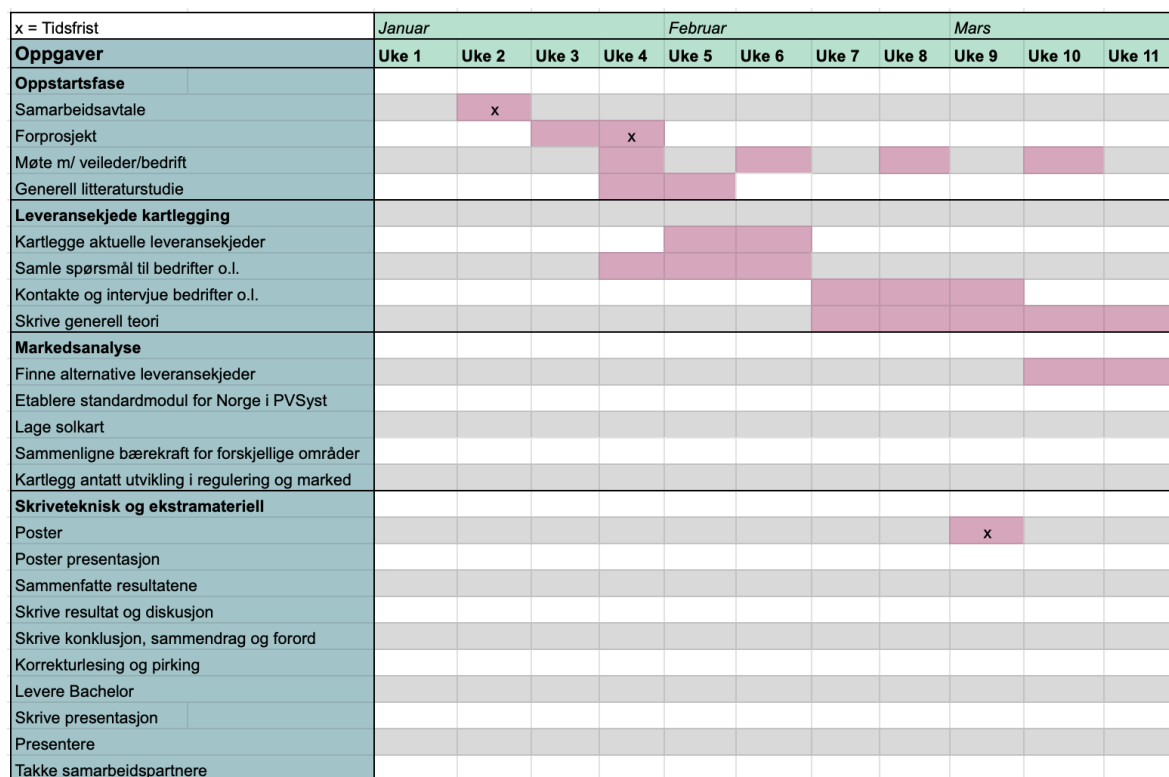
4.3 Rammer

Utførelsen av denne prosjektoppgaven vil trenge tilgang til programvarer som kan prosjektere solcelleanlegg på ulike geografiske plasseringer. Det er planlagt å bruke PVsyst til dette formålet. Videre er det nødvendig med LCA-databaser for å finne og kartlegge komponenter til leveransekjeden. Til dette formålet har gruppen mottatt lisens til Simapro av NTNU. Utover dette har ikke gruppen behov for spesifikt utstyr, økonomiske midler, eller tilgang til laboratorium fra NTNU.

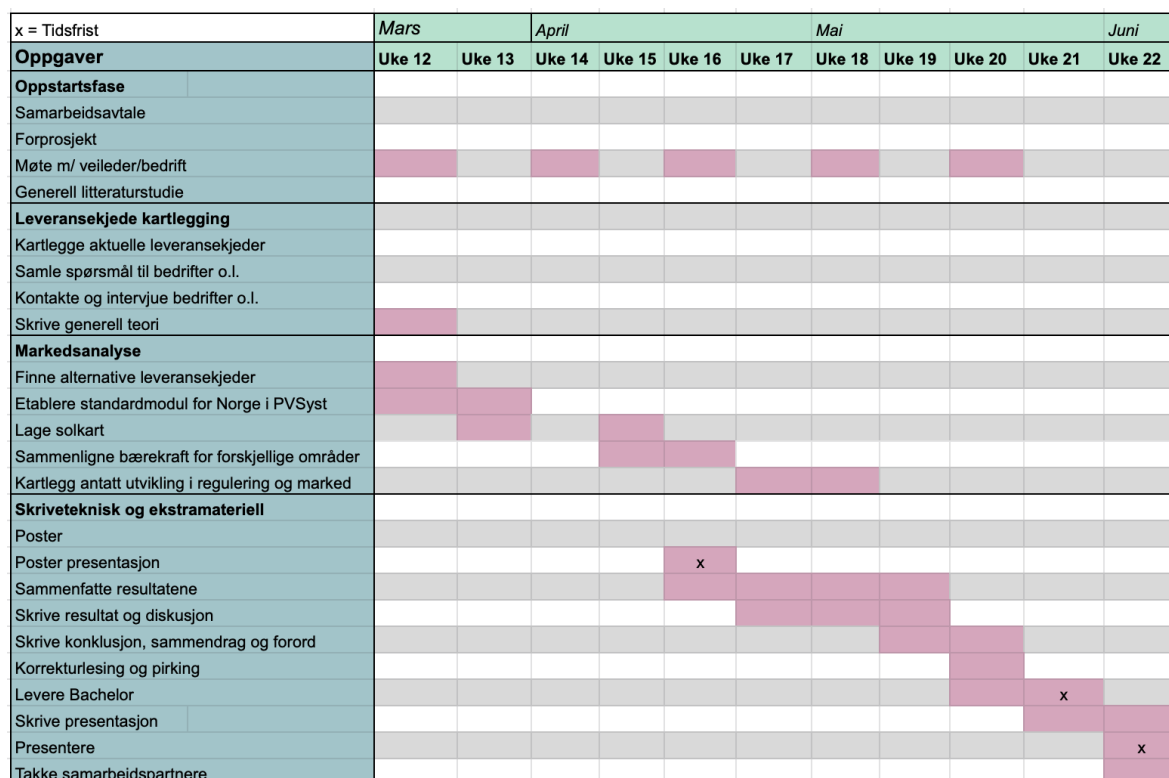
4.4 Utfordringer

- Finne komplett, relevant og pålitelig data
 - Etablere kontakt med industri og fagfolk
 - Finne kilder som beskriver alle delene av leveransekjeden
 - Finne spesifikk litteratur der data fra Simapro ikke strekker til
 - Finne kritiske undersøkelser av modulene da disse gjerne ikke vil bli publisert av produsentene
- Gjøre relevante og faglige antagelser
- Gjøre antagelser om et stort marked basert på antatte lovendringer
- Begrenset tidsbruk
 - Overholde milepæler
 - Kombinere arbeidet med arbeid i annet fag

5 Prosjektplan



Figur 5.1: Gantttdiagram, uke 1 til 11.



Figur 5.2: Gantttdiagram, uke 11 til 22.

6 Kvalitetssikring

For å sikre tilstrekkelig kvalitet på arbeidet og den endelige oppgaven vil noen tiltak bli iverksatt. Dette innebærer jevnlig møter innad i gruppa, med intern veileder og med eksterne veiledere. I tillegg vil det fokuseres på opprettholding av milepæler, korrekt bruk av kilder og strukturert deling og samling av ressurser på digitale plattformer.

Møter innad i gruppen vil bli holdt 3-5 ganger hver uke med unntak av spesielt avtalte tilfeller. Slik vil medlemmene være oppdaterte på alle gruppemedlemmers arbeid, unngå overlapp eller glipp i arbeidsoppgaver og holde hverandre ansvarlig for å opprettholde god progresjon i arbeidet. Jevnlig fysisk oppmøte vil også virke motiverende på gruppen og øke engasjementet for arbeidet.

Møte med intern veileder holdes en gang i uka. Dette sikrer at veileder holdes oppdatert på arbeidet og kan forsikre at arbeidet ikke går i en uønsket retning eller at de formelle kravene til oppgaven ikke blir opprettholdt. Møte med eksterne veiledere holdes etter behov, men veiledere skal holdes oppdatert på arbeidet i andre former, for eksempel gjennom e-post. Jevnlige møter med veiledere fra Aneo er kritiske for å sikre et kvalitetsnivå på arbeidet i tråd med Aneos forventninger. Jevnlige møter med intern eller eksterne veiledere vil også sikre at veiledernes kompetanse blir behandlet som en ressurs og utnyttet tilstrekkelig.

For å opprettholde struktur i arbeidet brukes flere felles digitale plattformer. Oppgaven skrives sammen på Overleaf. Dokumenter, artikler og møtereferater samles i Google Disk. En oversikt over arbeidsoppgaver og arbeidsfordeling opprettes med Trello. Kommunikasjon skjer gjennom Outlook.

6.1 Milepæler

Innlevering av forprosjekt	27.01.2023
Innlevering av poster	03.03.2023
Tidspunkt for første presentasjon	17.04.2023
Innleveringer av sluttrapport	22.05.2023
Tidspunkt for presentasjon	25.05.2023

7 Vedlegg: A

FENT2900 - Bacheloroppgave Fornybar Energi

Samarbeidsavtale



**Sveinung Letnes Aga
Sigurd Hernes Berre
Lina Mathea Gunvaldsen**

Fornybar Energi, vår 2023

1 SAMARBEIDSAVTALE

1 Samarbeidsavtale

Denne avtalen gjelder for følgende deltakere:

1. Sveinung L. Aga
2. Sigurd H. Berre
3. Lina M. Gunvaldsen

1.1 Mål for samarbeidet

I løpet av dette samarbeidet ønskes det å oppnå følgende mål:

- Å levere et ferdig produkt innenfor gitte tidsfrister.
- Å levere et godt stykke arbeid samtlig i gruppa er tilfreds med, samt som tilfredstiller forventningene av industripartnere.
- Å ha utført en jevn og rettferdig arbeidsmengde gjennom prosjektet.

1.2 Møter og arbeidsrutiner

I løpet av dette prosjektet vil arbeidet bli utført på følgende måte:

- Gruppen vil møtes hver hverdag, med unntak av perioder med annet opplegg, f.eks. under prosjektet i Ingeniørfaglig Systemtenking.
- Arbeidsøktene vil starte tidlig, med unntak av tidligere avtalte avvik. Generelt vil møtetid være rundt 08:15.
- Møtene vil startes med 10 minutter gjennomgang av dagens arbeidsoppgaver og mål. Dette vil føres inn i en felles tavle på organiseringsprogrammet Trello.
- Ved ferier og høytider blir eventuell jobbing avtalt ekstraordinært for å tilrettelegge annen aktivitet best mulig.
- Arbeid i helger vil avtales og utføres ved behov.
- Ukentlig vil gruppen holde progresjonsmøter for å oppdatere alle gruppemedlemmer på individuelt arbeid og se hvordan arbeidet ligger an i forhold til de ulike milepælene.

1 SAMARBEIDSAVTALE

1.3 Forventninger

I løpet av samarbeidet har medlemmene følgende forventninger til hverandre:

- Alle gruppemedlemmene skal utføre en rettferdig mende av det totale arbeidet.
- Alle gruppemedlemmene skal utføre arbeidet etter beste evne. Medlemmene skal vise dedikasjon og engasjement i prosjektet.
- Ved eventuelle hendelser der et medlem blir forhindret i å arbeide skal de andre ta på seg ansvaret for dette arbeidet, hvis det er tidskritisk.
- Alle gruppemedlemmene skal oppføre seg profesjonelt ovenfor hverandre, veiledere og partnere.

1.4 Konfliktløsning

Ved eventuelle uenigheter eller uakseptabel oppførsel skal dette være et veiledende reglement for løsning av slike konflikter.

1.4.1 Fravær

Ved enkelt fravær som ikke har blitt klarert med gruppen skylder gjeldende gruppemedlem de andre medlemmene en enhet alkoholholdig drikke. Ved hyppig eller vedvarende fravær fra et gruppemedlem vil rekkefølgen på tiltak være:

1. Samtaler innad i gruppen for å forsøke å løse det som forårsaker fraværet.
2. I tilfellet av vedvarende uenighet eller gruppemedlemmets fravær i gruppesamtaler vil konflikten tas videre til veileder.
3. I tilfellet konflikten fortsatt ikke løses vil medlemmet utvises fra gruppen og en ny kontrakt vil tegnes opp.

1.4.2 Uenigheter

Ved faglige uenigheter innad i gruppen vil følgende rekkefølge på tiltak gjelde:

1. Samtaler innad i gruppen for å forsøke å løse uenigheten, med spesielt fokus på kompromiss.
2. I tilfellet av vedvarende uenighet eller gruppemedlemmets fravær i gruppesamtaler vil konflikten tas videre til veiledere. Her vil faglige råd fra veiledere veie tungt i avgjørelsen.
3. Ved vedvarende uenighet der partene nekter å danne et kompromiss vil splitting av gruppen bli nødvendig å vurdere.

1 SAMARBEIDSAVTALE

1.5 Psykososialt miljø

For å opprettholde et godt miljø innad i gruppen, og slik å fostre engasjement, nytenking og motivasjon, vil følgende tiltak tas:

- Gruppemedlemmene vil behandle hverandre med respekt og alle forslag og ideer vil vurderes på en positiv og motiverende måte.
- Gruppemedlemmene vil ha kontakt utenfor arbeidstid for å knytte band og forbedre samarbeidsevnen.
- Gruppemedlemmene skal ha med møtesnacks minimum en gang i uken.
- Gruppemedlemmene skal ta bevisste pauser der kortspill og kaffe er sterkt oppmuntret.

Signert 25.01.2023

Sveinung L. Aga
Sveinung L. Aga

Sigurd H. Berre
Sigurd H. Berre

Lina M. Gunvaldsen
Lina M. Gunvaldsen