

## Power Market Viewer

Et visualiseringsverktøy utviklet i samarbeid med Å Energi for å visualisere og markedsføre fleksibilitetsmarkedet.

ALEKSANDER WILBERG  
ANDERS FURUSET JENSEN  
JONATHAN SELSTAD HOFSTEIN  
KRISTIAN FREDRIK SKIBREK  
KRISTIAN VENAAS

VEILEDER  
Hallgeir Nilsen

**Universitetet i Agder, 2023**  
Fakultet for Samfunnsvitenskap  
Institutt for Informasjonssystemer



## Power Market Viewer

Emnekode	IS-304
Emnenavn	Bacheloroppgave i IT & Informasjonssystemer
Emneansvarlig:	Hallgeir Nilsen
Veileder	Hallgeir Nilsen
Oppdragsgiver:	Å Energi

Studenter:

Etternavn	Fornavn
Jensen	Anders Furuset
Wilberg	Aleksander
Skibrek	Kristian Fredrik
Hofstein	Jonathan Selstad
Venaas	Kristian

Jeg/vi bekrefter at vi ikke siterer eller på annen måte bruker andres arbeid uten at dette er oppgitt, og at alle referanser er oppgitt i litteraturlisten.	JA
Kan besvarelsen brukes til undervisningsformål?	JA
Vi bekrefter at alle i gruppa har bidratt til besvarelsen	JA

# Forord

Denne rapporten vil beskrive hvordan gruppe 5 har gjennomført et prosjekt og produsert et produkt tilknyttet faget *IS-304 Bacheloroppgave i IT og Informasjonssystemer*. Det vil bli henvist til hvordan gruppen, i godt samarbeid med universitetet og Å Energi, har gjennomført dette samarbeidet.

Det er en rekke personer vi ønsker å takke for å ha bidratt til at vi har kommet i mål med både prosjektet og rapporten. Først og fremst ønsker vi å takke vår veileder og kursansvarlig, Hallgeir Nilsen. Nilsen har bistått med veiledning når det har vært nødvendig, og har deltatt på status- og styringsgruppemøter. Vi ønsker også å takke Å Energi for muligheten til å få delta og jobbe med et så lærerikt og interessant prosjekt. Fra Å Energi ønsker vi å takke Tor Magne Lindeberg for mye god innsikt i hvordan det er å jobbe i team og på prosjekt, og for å ha bistått når det har vært nødvendig. Vi ønsker også å takke Aleksander Kjellevand som har jobbet tett med oss hele veien på prosjektet, og bidratt på alle områder og sørget for et godt samarbeid i gruppen. Vi vil også uttrykke en takk til Narve Sætre fra NODES-Tech, som har bistått med teknisk innsikt.

**Kristiansand**

**16.05.23**



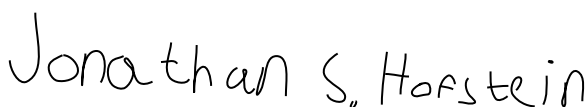
---

Aleksander Wilberg



---

Anders Furuset Jensen



---

Jonathan Selstad Hofstein



---

Kristian Fredrik Skibrek



---

Kristian Venaas

# Sammendrag

Denne rapporten vil ta for seg gruppen sitt samarbeid med Å Energi og NODES Market for å utvikle visualiseringsverktøyet *Power Market Viewer*. Dette inkluderer både prosjektstyringen og utviklingen av produktet. Rapporten tar i bruk terminologi innenfor prosjektstyring og programutvikling som krever forkunnskaper.

Gruppen har tatt metodikker fra Scrum og anvendt disse til å passe inn i deres utviklings- og prosjektgjennomføringsmetode. Det har vært lagt et press både fra gruppen og fra produkteier om å være agile i både i utvikling og i prosjektgjennomføring, da dette vil tillate gruppen og produktet å hurtig omstille seg til uforventede situasjoner eller endringer.

Produktet produsert i dette prosjektet bygger på en rekke teknologier, noen tidligere kjent for gruppen, men også mange ukjente teknologier som gruppen har måttet sette seg inn i. Interesseområdet *forbruksfleksibilitet* som Å Energi arbeider med, startet som et samarbeid med Microsoft. Dette har over tid utviklet seg til et helt økosystem med mange flere interessenter. (Microsoft News Letter, 2016). Dette har ført til at prosjektet har bygget mye på Microsofts teknologier, spesielt Azure.

Power Market Viewer skal være et markedsføringsverktøy for forbruksfleksibilitet. Flexibilitetsmarkedet er et aktivt marked, og hensikten med Power Market Viewer er å vise denne aktiviteten. Å ha et markedsføringsverktøy som viser dette, kan potensielt øke interessen rundt teknologien og øke kundebasen.

## Innholdsfortegnelse

1. Bakgrunn og oppgavebeskrivelse.....	10
1.1 Teamet.....	11
1.2 Å Energi.....	12
1.3 NODES Market.....	12
1.4 NorFlex .....	13
1.5 Bachelorprosjektet .....	13
2. Kompetanse.....	14
2.1 Kompetansebygging og kompetansedeling .....	14
2.2 Om strømdomenet.....	15
2.2.1 Fornybarhet og regulerbarhet.....	15
2.2.2 Fleksibilitet og fleksibilitetsmarkedet .....	16
3. Design av PMV.....	16
3.1 Brukere .....	17
3.2 Design av Frontend.....	17
3.3 Arkitektur.....	17
4. Implementasjon.....	18
4.1 Overtagelse.....	18
4.2 Rammeverk og språk .....	18
4.3 Utviklingsmiljø .....	19
4.4 Versjonskontroll .....	19
4.5 Implementasjon av Frontend .....	20
4.5.1 Kart .....	21
4.5.2 Tabelloversikt .....	22
4.5.3 About PMV .....	23
4.6 Implementasjon av Backend .....	23
4.7 Testing .....	24
5. Prosjektgjennomføring.....	24
5.1 Rollefilosofi.....	25
5.1.1 Gruppeleder - Aleksander Wilberg.....	25
5.1.2 SCRUM-ansvarlig - Kristian Venaas .....	25
5.1.3 Rapportansvarlig - Anders Furuset Jensen .....	26
5.1.4 Teknisk ansvarlig - Kristian Fredrik Skibrek .....	26

5.1.5 Utvikler - Jonathan Selstad Hofstein .....	26
5.1.6 Sekretær .....	26
5.1.7 Eksterne bidrag.....	27
5.2 SCRUM.....	27
5.2.1 Sprint Planning .....	28
5.2.2 Daily Standup.....	28
5.2.3 Sprint review.....	28
5.2.4 Sprint retrospect.....	29
5.3 Produkt- og sprint backlog .....	29
5.4 Sprinter.....	30
5.4.1 Pre-Sprint - Oppstart og kompetansebygging .....	30
5.4.2 Sprint 1 - Kompetansebygging og tidlige utfordringer .....	31
5.4.3 Sprint 2 - Ny kompetanse settes i praksis og usikkerheter .....	31
5.4.4 Sprint 3 - Tilspisning av kompetanse og praksis .....	32
5.4.5 Sprint 4 - Produksjon av faktisk prosjekt begynner .....	33
5.4.6 Sprint 5 - Rapportfokus og nye funksjoner .....	33
5.4.7 Sprint 6 - Flytende arbeid og påskeferie.....	33
5.4.8 Sprint 7 - Rapport og frontend .....	34
5.4.9 Sprint 8 - Rapport og ferdigstilling av PMV .....	34
5.4.10 Sprint 9 - Rapport og finjusteringer .....	34
5.4.11 Sprint 10 - Forberedelse til eksamen.....	35
5.4 Tidsstyring og kontroll .....	35
5.4.1 Estimerer i Azure DevOps.....	36
5.4.2 Timeregistrering .....	38
6. Kvalitet og kvalitetssikring.....	39
6.1 Kvalitetssikringsmetoder .....	39
6.1.1 Dokumentasjon .....	39
6.1.2 Kodestandard .....	40
6.1.3 Kodekvalitet.....	41
6.1.4 Kommunikasjon.....	41
6.1.5 Statusrapportmøte .....	42
6.1.7 Scrum som kvalitetssikringstiltak .....	43
6.1.8 Mob programmering .....	43

7. Analyse .....	43
7.1 Usikkerhet og risikoanalyse .....	44
7.2 Business Case analyse av PMV .....	45
8. Sikkerhet .....	46
8.1 Datasikkerhet .....	46
8.2 Brukersikkerhet .....	47
8.3 Tilgangshåndtering .....	47
9. Bærekraft .....	48
10. Videre utvikling .....	48
10.1 Optimalisering av produkt .....	49
10.2 Ytterligere funksjonalitet og endringer .....	49
10.3 Undersøke markedet .....	50
11. Refleksjon .....	50
Litteraturliste .....	52
Appendiks 1. Uttalelse fra Å Energi .....	57
Appendiks 2. Individuell refleksjon .....	58
Appendiks 3. Strøm .....	59
Appendiks 3.1 Norsk strømforbruk .....	59
Appendiks 3.2 Produksjon av elektrisitet .....	61
Appendiks 3.2.1 Fossilt brensel .....	62
Appendiks 3.2.2 Olje .....	62
Appendiks 3.2.3 Gass .....	62
Appendiks 3.2.4 Atomkraft (Kjernerkeftverk) .....	62
Appendiks 3.2.5 Vannkraft .....	63
Appendiks 3.2.6 Vindkraft .....	64
Appendiks 3.2.7 Solenergi .....	64
Appendiks 3.2.8 Biobrensel .....	64
Appendiks 3.3: Politiske prosesser .....	64
Appendiks 4. Kode dokumentasjon .....	65
Appendiks 4.1: Dokumentasjon - Tabelloversikt .....	65
Appendiks 5: Scope .....	66
Appendiks 6: Designevolusjon .....	68
Appendiks 6.1: Designevolusjon - Kart .....	69

Appendiks 6.2: Designevolusjon - Tabelloversikt.....	70
Appendiks 7: Arkitektur.....	72
Appendiks 7.1: Komponentarkitektur - Tabelloversikt .....	72
Appendiks 7.2 tidlig versjon av arkitekturdiagram .....	73
Appendiks 8: User story .....	74
Appendiks 9: Dataflyt .....	75
Appendiks 10: Statusrapport.....	76
Appendiks 10.1: Risikovurdering.....	76
Appendiks 11: Sprint Burndown Chart.....	77
Appendiks 11.1: Sprint 1 .....	77
Appendiks 11.2: Sprint 2 .....	78
Appendiks 11.3: Sprint 3 .....	78
Appendiks 11.4: Sprint 4 .....	79
Appendiks 11.5: Sprint 5 .....	79
Appendiks 11.6: Sprint 6 .....	80
Appendiks 11.7: Sprint 7 .....	80
Appendiks 11.8: Sprint 8 .....	81
Appendiks 11.9: Sprint 9 .....	81
Appendiks 12: Software Bill of Materials .....	82
Appendiks 13: MoSCoW.....	82
Appendiks 14: Timeregistrering .....	83
Appendiks 15: Prosjektstatus ved overlevering .....	84



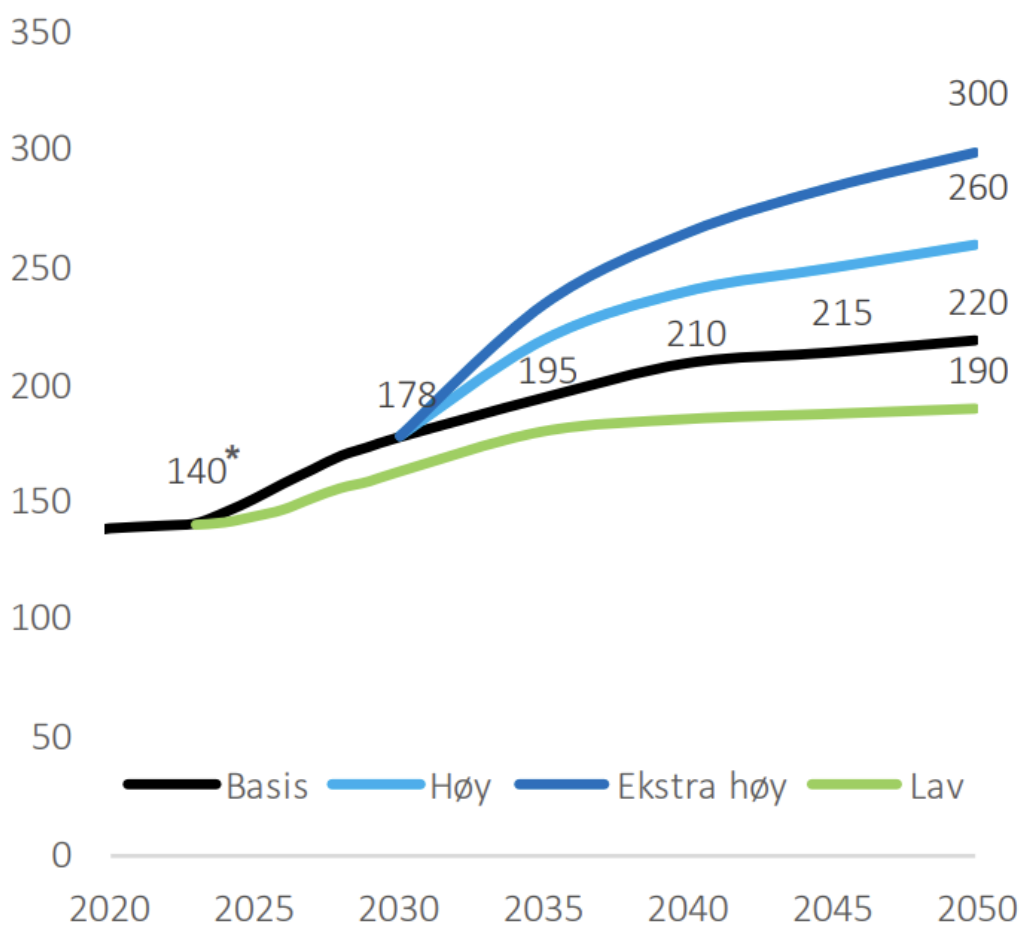
## Figurliste

Figur 1: Forbruksprognose frem til 2050.....	10
Figur 2: arkitektur av PMV.....	18
Figur 3: Committre i Azure DevOps.....	20
Figur 4: PMV Kart.....	21
Figur 5: Design av Tabelloversikt.....	22
Figur 6: Bilde fra retrospekt etter sprint 1 .....	29
Figur 7: Sprint tidslinje.....	30
Figur 8: Ukentlig timebruk.....	36
Figur 9: estimat per task.....	37
Figur 10: Kommentar på utført arbeid .....	37
Figur 11: Burndown diagram for sprint 3 .....	38
Figur 12: Utdrag fra Kodestandard.....	40

## 1. Bakgrunn og oppgavebeskrivelse

Det norske strømforbruket har i en lengre periode ligget stabilt, selv om man tar populasjonsveksten i betraktning. Norge ligger i toppen på strømforbruk per innbygger i verden med et totalt strømforbruk på 133 TWh (Holstad, 2023), noe som skyldes at Norges befolkning lenge har brukt strøm til oppvarming, noe som ikke er vanlig i resten av verden. Statnett sine prognoser, som vi ser i figur 1: *Forbruk- og produksjonsprognose frem til 2050*, kan basisforbruket øke til 220 TWh i året innen 2050, noe som gjør at bruken av strømmettet drastisk må endres (Løvås, 2023). Veksten er antatt å skje hovedsakelig innenfor industri, petroleum, datasentre og transport (Spilde, Lien, Ericson, & Magnussen, 2018).

### Ulike scenario for forbruksutviklingen i Norge (TWh)



\*Estimert normalårsforbruk: temperaturkorrigeret, og justert for midlertidig og særskilt strømsparing i 2022.

Figur 1: Forbruksprognose frem til 2050 (hentet fra <https://www.statnett.no/globalassets/for-aktorer-i-kraftsystemet/planer-og-analyser/lma/forbruksutvikling-i-norge-2022-2050---delrapport-til-lma-2022-2050.pdf>, s. 5)

Med en slik vekst kommer det problemer som må løses. Det økte forbruket skaper utfordringer flere steder, ikke bare når det kommer til å produsere nok strøm til å dekke behovet, men også fordi kapasiteten i strømmettet må kunne håndtere det økte forbruket. Den tradisjonelle metoden for å øke kapasiteten i strømmettet har vært å bygge ut strømmettet, blant annet ved å bygge nye kabelstrekninger med høyere strømføringskapasitet (Statnett, 2023). Med en slik utbygging kommer det mange negative konsekvenser, både økonomisk og miljømessig. Dette gjør at nettselskaper må se til andre løsninger for å dekke etterspørselen. Å bygge ut strømmettet er en nødvendig investering som kommer av økt etterspørsel. Denne investeringen er ikke nødvendigvis den investeringen som vil gi selskapet høyest avkastning, da midlene kan bli brukt på andre investeringer som har en lavere kostnad. Dette er gått inn på i kapittel: *7.2 Business Case analyse av PMV*.

Utbygging av strømmettet er et kontroversielt tema, noe som viste seg i 2010 da Regjeringen sa ja til å sette opp de beryktede «monstermastene» i Hardanger (Skjeggstad, 2010). Et mer dagsaktuelt eksempel er vindmøllene på Fosen, som har preget det norske nyhetsbildet i 2023 (Fosen Vind, n.d.). Det er med andre ord mange hensyn som må tas, og mye ressurser og byråkrati som må tas i betraktning før en bygger ut strømmettet. Derfor har nettselskapene sett seg nødt til å finne flere løsninger for å løse utfordringer tilknyttet forbruk og kapasitet.

Implementasjonen og bruken av fleksibilitetsmarkedet vil bli en nødvendighet, på lik linje med økt strømproduksjon og utbygging av strømmettet. Behovet kan man se flere eksempler på, så nylig som i mars 2023 da den norske ammunisjonsprodusenten Nammo varslet at de ikke kunne øke produksjonskapasiteten for å støtte samfunnskritiske interesser. Dette var grunnet praksisen i kraftfordelingen i strømmettet. Praksisen går ut på at den enheten som først etterspør kraft, får kraft, uavhengig av deres posisjon i samfunnet. Det var datasentre operert av den sosiale plattformen TikTok som fikk tilgang til kraft før Nammo. Dette resulterte i at de ikke hadde nok kapasitet til å produsere nødvendig ammunisjon, blant annet til å støtte Ukraina i kampen mot Russland (Yerushalmy, 2023).

Å Energi har med sine samarbeidspartnere og finansiell støtte fra ENOVA startet prosjektet NorFlex. Målet med dette prosjektet er å håndtere kapasitetsproblemet på strømmettet på en mer bærekraftig måte, og legge til rette for et mer fleksibelt strømbruk (Statnett, 2020). Bachelorprosjektets hovedoppgave, i samarbeid med Å Energi og NODES, går ut på å bygge et verktøy som vil øke interessen for fleksibilitetsmarkedet.

## 1.1 Teamet

Teamet består av fem studenter, som har jobbet sammen siden 3. semester med mange utfordrende oppgaver. Alt fra systemutvikling til databasehåndtering, noe som har ført til at alle har kunnet utvikle sin kunnskap innen flere felter og spesialisert seg der ønsket. Gjennom

dette samarbeidet har også personligheter og preferanser formet seg, noe som har ført til at alle naturlig har funnet sin ønsket plass i teamet. Dette har medført at forskjellige roller har kommet frem.

Gruppen har satt flere mål de ønsker å oppnå i løpet av prosjektet. Det største fellesmålet er å utvikle et produkt som en gang i fremtiden vil publiseres og brukes for å forstå fleksibilitetsmarkedet. Det er bred enighet om at det har vært spennende å utvikle et produkt for en bedrift som kan føre til økt verdi og kjennskap til bedriften. Dette produktet vil i gruppens mening føre til økt forretningsverdi, noe som blir bedre beskrevet i kapittel 7.2 *Business Case analyse av PMV*. Gruppen setter også læringsutbytte av å jobbe tett med et selskap, både daglig arbeid og total leveranse, høyt. Dette er en annen måte å arbeide på enn det gruppen er vant med fra før av, men som er spesielt relevant etterhvert som medlemmene går inn i jobbmarkedet. Gruppen har også et felles mål om å fullføre bachelorprosjektet med et akademisk godt resultat. Det er ønskelig å avslutte samarbeidet der Å Energi, Universitet i Agder og bachelorgruppen kan gå fornøyd fra prosjektet.

## 1.2 Å Energi

Å Energi er Norges største kraftkonsern med virksomhet i hele verdikjeden. Selskapet hadde lansering i 2023 etter en sammenslåing med Glitre Energi. Før denne fusjonen gikk Å Energi under navnet Agder Energi, som opprinnelig ble dannet i 2000. (Å Energi, 2023). Å Energi er et samfunnskritisk konsern som opererer i en av landets viktigste infrastrukturer. Selskapet er fremtidsrettet med ett stort fokus på bærekraft. Det kan man se på deres ambisjoner om å bli Nordens mest fremtidsrettede konsern innenfor fornybar energi. Å Energi sier selv at deres viktigste samfunnsoppdrag er å øke produksjonen av ren energi, levere strøm på en effektiv måte gjennom nettet og utvikle forbedrede energitjenester i Norge og Norden. Produksjonen av ren energi vil hovedsakelig komme av vannkraft, som er fundamentet i virksomheten. I tillegg eier selskapet Norges nest største nettselskap, Glitre Nett. Nettselskapet strekker seg over et 30 000 kilometer langt kraftnett og leverer kraft til omkring 310 000 nettkunder i Buskerud og Agder (Å Energi, 2023).

## 1.3 NODES Market

NODES Market er navnet på markedsplassen der eiere av strømnnett, produsenter og leverandører av smartstyrte elektriske apparater kan håndtere desentralisert fleksibilitet. Desentralisert fleksibilitet er en betegnelse brukt for apparater hvor forbruket kan reguleres av både strømselskapene og andre selskaper som kan styre forbruk hos kunder. Dette kan for eksempel være ladere til elbiler som opererer ved bruk av smartlading. I dag leveres denne

typen lading fra strømselskapet Tibber, en kunde av Å Energi som lar forbrukere bruke strøm på en smartere måte, via smart elbillading og oppvarming (Tibber, n.d.). NODES opererer i dag i Norge; Bremanger, Agder og Senja, i Sverige; Gøteborg og Stockholm og i vest Storbritannia, men har potensial til å dekke mange flere områder over tid. Fremtidig så er det et ønske, og mulighet, til å få flere apparater inn i fleksibilitetsmarkedet. Da er det snakk om større apparater som for eksempel varmtvannsberedere, kjøleskap og bassengvarmere som kan bli en del av det fleksible forbruket. NODES Market ble startet tilbake i 2016, da Agder Energi i samarbeid med Microsoft startet utviklingen av et smartere strømnett (NODES Market, n.d.).

## 1.4 NorFlex

Prosjektet NorFlex går ut på å bruke det eksisterende strømmettet på en smartere måte, ved å utnytte muligheten til å bruke fleksibilitet. Flexibilitet er en praksis om mer effektiv bruk av strømmettet, noe man kan lese mer om i kapittel 2.2.2 *Flexibilitet og fleksibilitetsmarkedet*. Flexibilitet handler om å jevne ut strømtoppene i forbruk, ved at kunder lar nettselskapet styre deler av deres forbruk. Her er det viktig å skille mellom distribusjon og forbruk. Forbruk i denne konteksten går ut på situasjoner hvor strømforbruket er høyere enn produksjon, noe som gjør det nødvendig for kraftinteressenter å gå inn og kjøpe effekt fra forbruker. Distribusjon går ut på å ha nok overføringskapasitet i nettet til å levere til og dekke behovet fra befolkningen (*Om Oss, Norflex*, n.d.).

## 1.5 Bachelorprosjektet

Bachelorprosjektet går ut på å videreutvikle et system som heter Power Market Viewer (PMV). Dette er et prosjekt som startet under et hackathon av NODES så tidlig som sommeren 2022. Her ble en del av grunnlaget til produktet utviklet. Selv om grunnlaget for produktet ble lagt under hackathonet, hvor struktur ble satt og enkle elementer ble lagt til, står gruppen for selve utviklingen av produktet. Målet med PMV er å vise aktiviteten i fleksibilitetsmarkedet. Dette kan best visualiseres i et kart, da det er mye geografisk data tilknyttet handel av strøm, ikke bare handelsdata. Vår oppgave er å utvikle dette kartet, sammen med en tabelloversikt som viser handelsdata på en oversiktlig måte. PMV skal brukes som et markedsføringsverktøy slik at flere kan få en forståelse for hva fleksibel strøm er og hvordan fleksibilitetsmarkedet fungerer.

Selve oppgaven har vært konstant gjennom hele prosjektet. Likevel, har det underveis kommet ønsker om ny funksjonalitet fra NODES eller forslag fra gruppen. En oversikt over prosjektets scope er tilgjengelig i appendiks 5: *Scope*.

## 2. Kompetanse

En stor del av dette bachelorprosjektet har gått til å lære og bygge kompetanse innen strømdomenet, teknologier og prosjektmetodikk. Gruppen har brukt flere forskjellige metoder for å bygge kompetanse, noe som introduseres i dette kapittelet.

### 2.1 Kompetansebygging og kompetansedeling

Kompetansebygging har vært en av de mest sentrale delene av dette prosjektet. Ikke bare er det ny teknologi som har vært nødvendig å sette seg inn i, men det har også vært viktig å lære om strømdomenet. Det er et komplekst og omfattende tema som dekker flere forskjellige felter, alt fra den grunnleggende fysikken, produksjon og distribusjon, politiske prosesser som påvirker og økonomiske avgjørelser. Det har vært nødvendig å bygge kompetanse innenfor mange områder, og det har blitt tatt i bruk flere forskjellige læringsteknikker for å dele lærdom på en effektiv måte. I dette kapittelet vil det presenteres hvordan gruppen systematisk har arbeidet for å bygge kompetanse innenfor de forskjellige feltene, og hvordan den kompetansen har blitt delt.

Det er mange ting som har vært nødvendig å lære seg for å danne et helhetsbilde av problemstillingene innenfor strøm. Det å lære seg om strømdomenet er en utfordrende oppgave siden det er et veldig komplekst tema. Gruppen har i løpet av studiet løst oppgaver i mange forskjellige kontekster. Dette har gjort oss gode til å raskt kunne sette oss inn i et nytt domene og få en oversikt og forståelse av hovedessensen. Fordi det har vært vanskelig å vite nøyaktig hva som var viktig å sette seg inn i, var representanter fra Å Energi veldig hjelpelige. Det ble anbefalt fra deres hold å sette fokus på fysikk, produksjon, forbruk, leveranse, politiske prosesser, fornybarhet og regulerbarhet. Alle disse feltene har vært kritiske og henger tett sammen. For eksempel er mange av utfordringene med produksjon og leveranse dypt knyttet til strømmens fysikk.

Kompetansedeling har vært essensielt innad i gruppen gjennom hele prosjektet, særlig på domene-fronten, da dette har vært helt nytt for alle. Åpenbart har det blitt mye læring gjennom møter og diskusjoner med Å Energi, men det har naturligvis vært nødvendig å bygge kompetanse på egen hånd, enten for å repetere eller for å gå mer i dybden. Det er her gruppens metodikk for å dele kompetanse blir satt i praksis. Det har blitt valgt å dele domenet opp i delene tidligere nevnt, med enten ett eller to punkter per person. Gruppen har arbeidet med disse delene på egenhånd. Det har videre blitt gjennomført presentasjoner av sin del, og temaet har blitt diskutert, stilt spørsmål, og korrigert feil eller mangler av viktige aspekter. Denne metodikken har ikke bare vært givende for å lære, men også vært tidsbesparende. Det har vært lærerikt på to måter. Man har satt seg inn i stoffet på egen hånd, og videreformidlet

det til resten av gruppen. Dette kalles protégé-effekten. Effekten trer i kraft når noen legger inn mer arbeid for å lære seg noe, når de vet på forhånd at de skal lære det videre til noen andre (Ausmed, 2022). Innad i gruppen har det vært bred enighet om at denne metodikken har vært svært lærerik, og en effektiv måte å lære seg selv og andre nye ting.

På den tekniske fronten har det vært nødvendig med en annen tilnærming. Dette fordi det ikke er like faktabasert som strømdomenet, og det er mange flere variabler å ta hensyn til. Det er også mye viktigere med aktiv læring, og vedlikehold av kunnskap. Azure, Angular og .NET har vært de sentrale teknologiene å sette seg inn i. Det har blitt benyttet forskjellige “crash-courses”, Angular University, lesing av dokumentasjon tilknyttet Azure og Azure Maps, og .NET dokumentasjon for å lære om de forskjellige teknologiene. I tillegg har det stadig vært programmert på storskjerm slik at alle har hatt mulighet til å komme med innspill, spørsmål eller bare følge med. Mer om teknologiene, og hvordan de har blitt anvendt vil bli gjennomgått i kapittel 4. *Implementasjon*.

## 2.2 Om strømdomenet

Strømdomenet står svært sentralt i denne oppgaven. Som nevnt i kapittel 2.1 *Kompetansebygging og kompetansedeling*, er det mange forskjellige elementer det har vært nødvendig å ha kunnskap om. I utviklingen av informasjonssystemer er det like viktig å lære om og forstå domenet man utvikler for som det er å utvikle selve produktet. På grunn av domenet og rapportens omfang, har det blitt diskutert hva som har vært mest nødvendig å ha med i rapporten. Selv om alt tilknyttet strømdomenet er nyttig for forståelsen, vil det være nødvendig å prioritere enkelte felt over andre for å holde det relevant til prosjektet. Derfor falt valget på fornybarhet og regulerbarhet, og fleksibilitet og fleksibilitetsmarkedet. Dette er de viktigste aspektene i oppgavens kontekst, da dette er tett knyttet opp til hva produktet er laget for. De resterende temaene som har blitt arbeidet med kan leses mer om i appendiks 3: *Strømdomenet*.

### 2.2.1 Fornybarhet og regulerbarhet

Det er ikke bare strømnettet som må være rustet for fremtiden, for selv om nettet kan bli utnyttet bedre og mer bærekraftig betyr økt forbruk av strøm at det må produseres mer strøm. Produksjonen skal også helst skje med fornybare kilder. Utfordringen med fornybare kilder er ofte regulerbarhet. Regulerbarhet knyttes til produksjonens evne til å tilpasse seg behovet (Norges vassdrags- og energidirektorat, 2015). Eksempelvis sol- og vindkraft, vil kun produsere strøm når sola skinner og når det blåser. Vannkraft derimot, er både fornybart og regulerbart. Vann lagres i magasiner, og de tappes ved behov for strøm. Dette gjør at Norge sitter i en unik situasjon, fordi Norge har en geografi som tillater store mengder vannkraft.

Likevel er det stort potensial i sol- og vindkraft. Når sola skinner og det blåser, så kan man skru ned, altså regulere vannkraften. Da er det mulig å spare på vannet i magasinene, og kun benytte sol- og vindkraft. Fleksibilitet og dynamisk bruk av de mange strømkildene er viktig for bærekraft og god utnyttelse av ressursene en har tilgang på.

### 2.2.2 Fleksibilitet og fleksibilitetsmarkedet

Fleksibilitet, forbrukerfleksibilitet og fleksibilitetsmarkedet er sentrale begreper tilknyttet oppgaven og prosjektet. Fleksibilitet betyr kort at forbrukere både har muligheten, men også viljen til å endre strømforbruket sitt ut fra slik situasjonen er på nettet (NVE, 2020). Fleksibilitet på produksjonssiden har i praksis alltid vært benyttet (Lindeberg, 2023). Av Norges totale forbruk i 2021 på 131 TWh, var det rett under 40 TWh av dem som ble brukt av husholdninger (SSB, 2022). Likevel er fleksibilitet på forbrukersiden viktig, i form av balansehåndtering. “Forbrukersiden kan bidra med balansering av transmisjonsnettets dersom en ubalanse skulle oppstå. Slik fleksibilitet er svært viktig for at Statnett skal kunne opprettholde nettfrekvensen på 50 Hz og unngå store strømbrydd” (Horne et al., 2020). Det som skal sikre fleksibilitet er teknologi, som for eksempel smartladere til el-biler. I fremtiden vil en også kunne gjøre flere deler av husholdninger fleksible, for eksempel varmtvannsberedere. I teorien er det mulig å “flekse” alt som er koblet til strøm i eneboligen, men det er i hovedsak større enheter som bruker mye som vil være relevante fleksibilitetsressurser (Kjellevand, 2023). El-bilen din som står til lading vil være en fleksibilitetsressurs. Hvis el-bilen din er en ressurs på 5 kWh, kan eier og styrer av elbil-laderen din, for eksempel Tibber, kunne selge 5 kWh med fleksibel strøm.

Det er på NODES sin markedsplattform at handling av fleksibel strøm skjer. Plattformen er en form for børs, der det blir tilbudt fleksibilitet direkte, eller ved at det legges inn ønsker om å kjøpe fleksibilitet til en satt pris. Det handles fleksibilitet på alle døgnetts tider. Dette betyr ikke at det handles om natten, men at det kjøpes fleksibilitet for et senere tidspunkt (Sætre, Personlig kommunikasjon, møte 2023).

## 3. Design av PMV

I en utviklingskontekst betyr design å legge en plan for utviklingen. Dette innebærer å få en oversikt over alt fra arkitektur, hvilke teknologier som er nødvendige, brukere, skisser og prototyper. I dette kapitlet vil gruppen gjennomgå designprosessen til PMV. Dette inkluderer brukere, PMVs arkitektur og hvordan frontend og backend har blitt designet.



### 3.1 Brukere

PMV vil ikke være brukernes introduksjon til fleksibilitet. Hovedbrukerbasen til programmet vil være personer som har en delvis god teknisk forståelse og har en grunnleggende forståelse for hva strømfleksibilitetsmarkedet er. Dette reflekteres i designvalgene.

I starten av prosjektet brukte gruppen mye tid på å forstå brukernes ønsker. Fra litteraturen og studier kjente gruppen til flere måter man kan gjøre dette på, for eksempel intervjuer, brukertester eller spørreundersøkelser. Gruppen brukte ikke brukertester i prosjektet, da dette passer bedre i prosjekter hvor det er større avstand mellom utviklerne og brukerne. Spørreundersøkelser var heller ikke relevant for gruppen ettersom brukerbasen ikke er stor nok til at en spørreundersøkelse ville gi noen verdi. Gruppen gjorde intervjuer i møter med nøkkelpersoner i prosjektet og brukte lærdommen derfra for å designe produktet. Disse funnene er utdypet i *3.2 Design av frontend*.

### 3.2 Design av Frontend

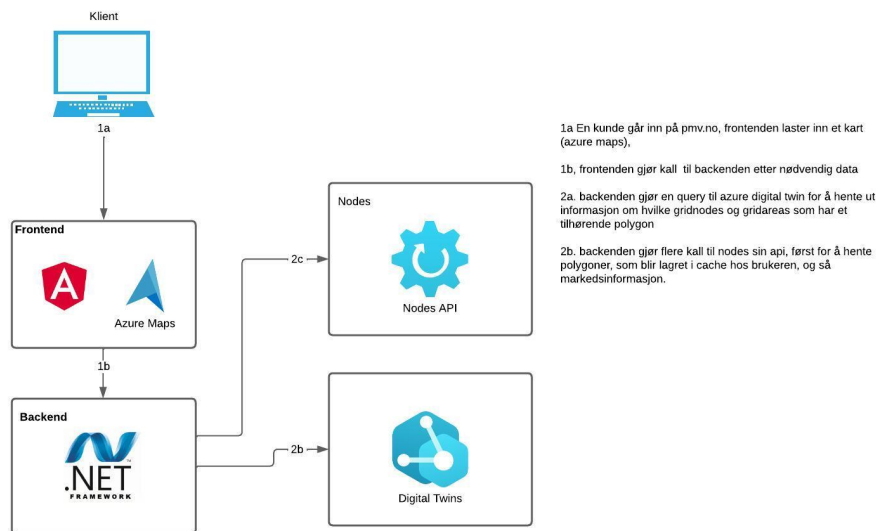
Det er stilt mange ønsker til produktet. Det viktigste var et kart med polygoner som representerte de forskjellige entitetene i fleksibilitetsmarkedet. Gruppen brukte papirskisser og UI/UX verktøyet Figma for å lage prototyper tidlig i prosjektet. Etter hvert som nye ønsker kom inn har denne prototypen utviklet seg, og gruppen gikk senere over til å bruke produktet selv som prototype. Se appendiks 6 *Designevolusjon* for utviklingen av prototypen. Gruppen mente dette var en god måte å løse det på ettersom det ga fleksibilitet til å endre designet etter hvert som nye ønsker kom inn. Dette var lurt ettersom at det kom nye ønsker underveis i prosjektet. For eksempel gikk gruppen fra å tidlig i prosjektet ha en ide om en meny på siden av skjermen for å se detaljinformasjon til å kun bruke en popup når musepekeren holdes over et polygon. En annen funksjonalitet som ble lagt til etter hvert i prosjektet var en slider på bunnen av siden som ville gi mulighet for å se historiske og fremtidige data.

Gruppen har fått frie tøyler til å utforske egne design av produktet. Designet til sluttproduktet (produkt videreutviklet etter overrekkelse fra gruppe) kan endre seg til å stå bedre i stil med Å Energi sine interne designstandarder. Gruppen har også tatt i bruk Benyon's 12 designprinsipper for å utvikle designet av produktet. Prinsippene er gode retningslinjer å følge for å utvikle en programvare, spesielt når det kommer til brukerinteraksjon (Rahman, 2019).

### 3.3 Arkitektur

Selve arkitekturen i PMV har ikke endret seg fra gruppen overtok prosjektet, til det ble levert tilbake til Å Energi. Figur 2 *Arkitektur av PMV* viser prosjektets arkitektur. Dette er en nyere

versjon av et diagram lagd i startfasen av prosjektet for å få kontroll over dataflyten i produktet. Dataflyten er tilgjengelig i appendiks 7.2 *tidlig versjon av arkitekturdiagram*. De forskjellige komponentene er forklart i detalj i kapittel 4. *implementasjon*.



Figur 2: arkitektur av PMV

## 4. Implementasjon

Dette kapittelet vil beskrive den tekniske delen av implementeringsprosessen til Power Market Viewer. Det gruppen ønsker å belyse er prosjektets tekniske bakgrunn, teknologier som er tatt i bruk, nye rammeverk, språk og versjonskontroll. Det vil også bli gått igjennom hvordan gruppen har tilnærmet seg disse nye teknologiene og utfordringene knyttet til dem.

### 4.1 Overtagelse

Da gruppen tok over prosjektet besto produktet kun av en frontend med en header og et kart. Kartet hadde et par prikker som var lokasjonen til noe data hentet fra backend. Appendiks 15: *Prosjektstatus ved handover* viser status til prosjektet ved handover.

### 4.2 Rammeverk og språk

Rammeverket teknologiavdelingen på Å Energi jobber med er Angular. Angular er et komponentbasert rammeverk som bygger på TypeScript med nesten to millioner brukere. Det benyttes blant annet for å utvikle skalerbare webapplikasjoner (Angular, n.d.). Hverken Angular eller TypeScript var kjent for gruppen. Pre-sprint og tidlige sprinter ble brukt på å sette

seg inn i disse teknologiene. Gruppen benyttet seg av Angular University, som er en gratis tjeneste som Angular tilbyr. Dette ga en god introduksjon til både Angular og TypeScript og la et godt grunnlag for utviklingen av produktet. Grunnet at dette prosjektet er i samarbeid med Microsoft, benyttet Microsofts .NET rammeverk, med språket C#, i produktets backend. Dette er en ny teknologi ukjent for gruppen, noe som gjorde det nødvendig å bruke tid på å lære dette. Som nevnt i kapittel 1. *Bakgrunn og oppgavebeskrivelse* var prosjektet allerede påbegynt, som resulterte i at det ble brukt en del tid på å sette seg inn i den eksisterende koden. Det var åpent for både sletting og refaktorering av denne etter gruppens behov. Fordi prosjektet krever relativt bred teknisk innsikt, ble det reist et forslag fra teknisk ansvarlig at det kunne være lurt å dele opp gruppen i to team, et frontend-team og et backend-team. Selv om dette ble gjort, har alle hatt en mulighet til å prøve seg på begge felt. Teknisk ansvarlig har vært fullstack utvikler, og deltatt på begge teamene. Det viste seg å være svært fordelaktig for prosjektets fremgang å dele det opp slik, ettersom det har ført til at gruppemedlemmene kunne utvikle sin kompetanse innenfor et spesifikt felt.

### 4.3 Utviklingsmiljø

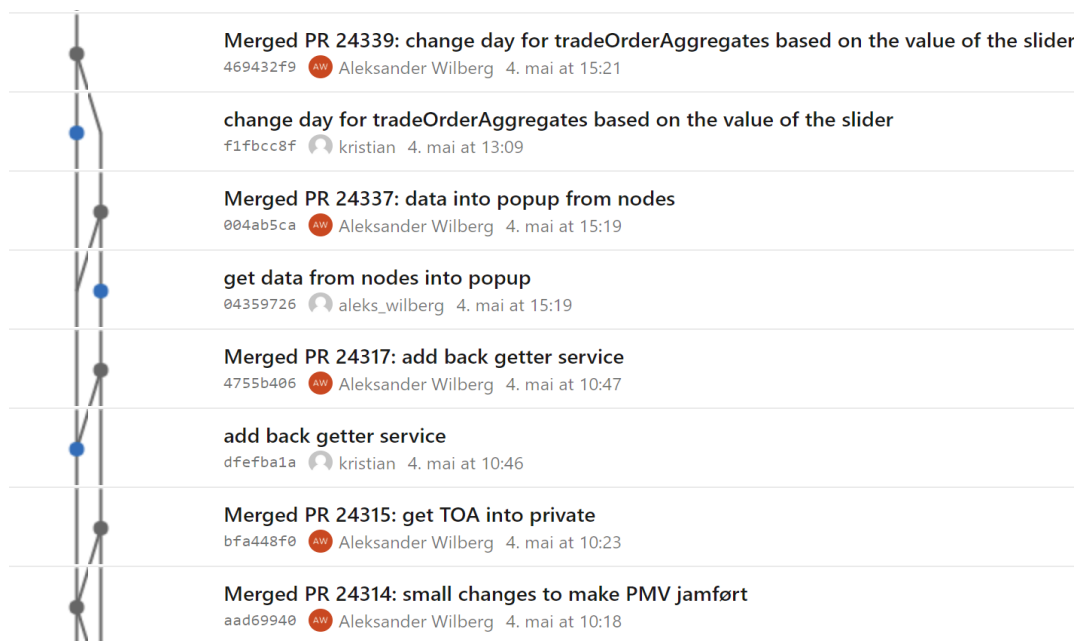
Gruppen har benyttet seg av tre forskjellige operativsystemer. Det har vært brukt Windows, Linux og macOS. Anbefalingen fra Å Energi var å bruke Visual Studio Code til utvikling av Frontend og Visual Studio for backend. Ettersom Visual Studio ikke er kryssplattform, kunne ikke dette benyttes av alle, men kunne erstattes med Dotnet CLI for å kompilere og kjøre prosjektet. Visual Studio Code var kjent for de fleste og ble derfor tatt i bruk i tillegg til andre teksteditorer, for eksempel Neovim. Hovedsakelig var det viktig at alle hadde et utviklingsmiljø de var komfortable med og kunne jobbe effektivt i, slik at ikke utviklingsmiljøet kom i veien for selve utviklingen.

### 4.4 Versjonskontroll

Versjonskontroll er essensielt under utvikling, særlig når det er flere som programmerer samtidig på samme prosjekt. Git har blitt brukt som versjonskontroll, da dette er noe hele gruppen er kjent med fra før og er standarden hos Å Energi. I Azure DevOps ble det laget en fork av PMV som gruppen fikk tilgang til. Gruppen fikk rettigheter til å operere plattformen fritt. For å opprettholde et godt system, sikre kvalitet og redusere unødvendig arbeid ble det bestemt å ha en masterbranch og en utviklingsbranch. I tillegg til disse ble det opprettet egne brancher per utvikler, slik som illustrert i figur 3 *Committre i Azure DevOps*. Merging er et viktig aspekt ved versjonskontroll. Når en har blitt ferdig med en funksjon, er det naturlig å merge. Merging ble gjort i fellesskap med eieren av branchen koblet til en storskjerm, så alle kan få se hva som skjer under mergen. Dersom det har vært en mergekonflikt har denne også blitt løst i plenum i Azure DevOps sin innebygde konfliktløser. Felles konfliktløsning har vært lærerikt

for alle. Det har ikke oppstått konflikter som ikke har latt seg løse relativt fort ettersom det har vært god kommunikasjon på gruppa om hvilke funksjoner og filer de forskjellige gruppemedlemmene jobber med. På det meste har maks to gruppemedlemmer jobbet i samme fil og med god kommunikasjon dem imellom har det vært lett å unngå komplekse konflikter i koden.

Å Energi har ikke kommunisert noen regler å følge for versjonskontroll. Derfor har det blitt opprettet noen enkle retningslinjer innad i gruppen. Viktigst for gruppen har vært at en har oppnådd ønsket funksjonalitet før merging. Det kan alltid gjøres på en bedre og mer optimalisert måte, men at ikke endringen stopper utviklingen på et annet område var det viktigste. Fokuset har ligget på funksjonaliteten. I Azure DevOps har det vært enkelt å holde styr på versjonskontroll. Dette er mulig å se i figur 3: *Commit tre i Azure DevOps*, som viser hvordan gruppens medlemmer har merget fra privat utviklings-branch inn i master-branch. I utvikling av programvare i dagens tid blir ofte stilt et krav om å levere et Software Bill of Materials. Dette forklarer alle essensielle teknologier i produktet, dets versjon og lisens tilknyttet teknologi. Dette finnes i appendiks 12: *Software Bill of Materials*.



Figur 3: Committre i Azure DevOps

## 4.5 Implementasjon av Frontend

Power Market Viewer er hovedsakelig et frontendfokustert prosjekt. Frontend kan deles inn i tre forskjellige deler. Den største og viktigste delen er kartet. Det er i grunn kartet som er produktet. Del nummer to er en tabelloversikt. Tabelloversikten viser data i tabeller ut fra kategorisering. Den siste og minste delen, er "About PMV". Siden presenterer de forskjellige partene som står bak prosjektet. All data som visualiseres er hentet fra PMVs backend.

### 4.5.1 Kart

For å visualisere fleksibilitetsmarkedet var ønsket til Å Energi og NODES at dette skulle gjøres gjennom en kartvisualisering. I kartet skulle det være fargede polygoner som representerte de forskjellige områdene som inngår i fleksibilitetsmarkedet, såkalte *GridAreas* og *GridNodes*. Dette er illustrert i figur 4: *PMV Kart*. I tillegg til polygonene var det også et ønske om grafer i kartet som reflekterte mengden tilgjengelig fleks i de forskjellige områdene. Når man holder musepekeren over et polygon kommer det opp en popup som gir dypere innsikt i aktiviteten i området.



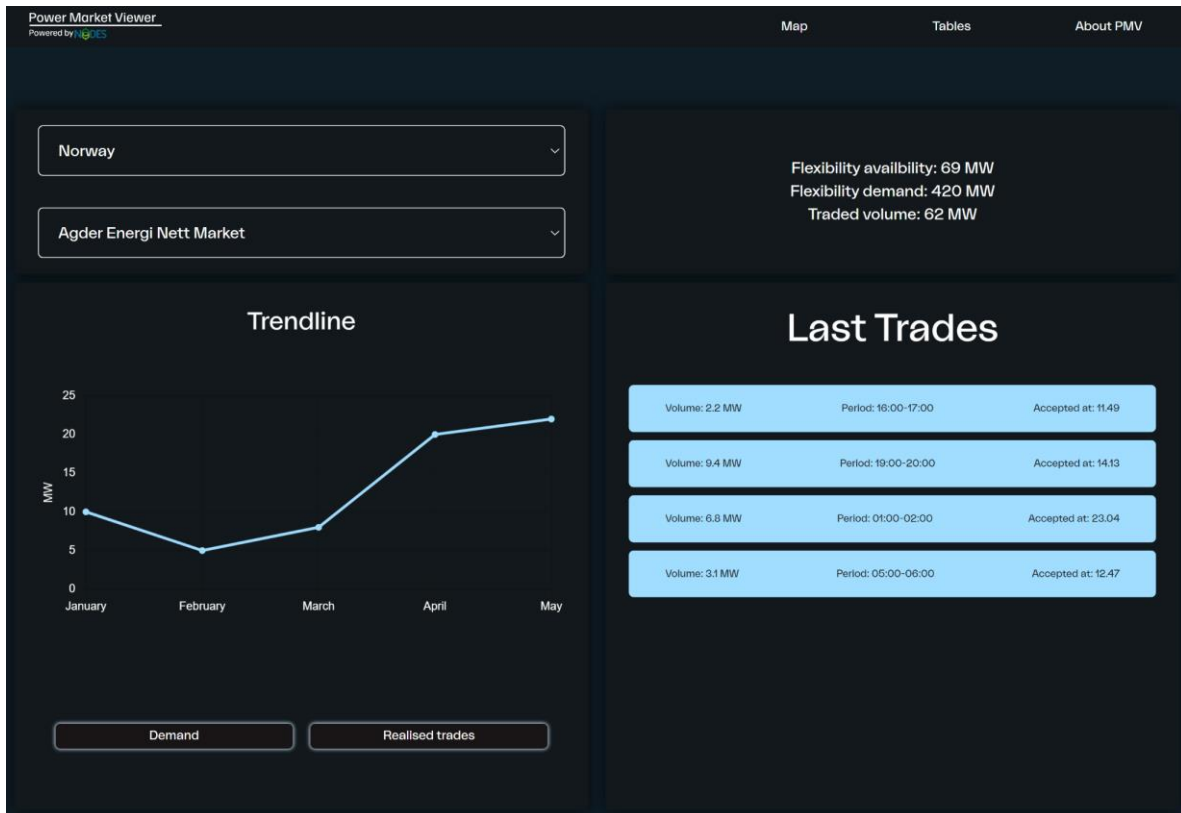
Figur 4: *PMV Kart*

NODES har et samarbeid med Microsoft. Derfor ble det brukt Microsofts kartløsning: Azure Maps. Azure Maps SDK lar deg konfigurere interaktive kart med eget innhold og design. Det er også mulig å gjengi store datasett med høy hastighet (Microsoft, 2023). Biblioteket er godt etablert og dokumentert av Microsoft, noe som har vært svært fordelaktig for kvaliteten og fremgangen til prosjektet. Gruppen opplevde at Azure Maps tilbød all funksjonaliteten som var nødvendig for å tilfredsstillere ønskene til Å Energi og NODES.

Den viktigste måten å formidle informasjon til brukerne i kartet skjer via en popup komponent. Denne komponenten viser data relevant til området man holder over. Relevant data her er kjøp- og salgsordre volum, og det aggregerte volumet (summen) i en gitt tidsperiode. En illustrasjon av popup finnes i sentrum av Figur 4: *PMV Kart*. Det er viktig for bruker å kunne få informasjon på denne måten, av den grunn at det fort gir et innblikk i status i det området/markedet man er interessert i.

## 4.5.2 Tabelloversikt

Hensikten med tabelloversikten er å fremvise data på en mer detaljert måte enn det som gjøres i kartet, ved bruk av tabeller og grafer. Tabelloversikt er delt opp i fire komponenter; *SelectCategoryPlane (SCP)*, *CleanDataPlane (CDP)*, *GraphPlane (GP)* og *LastPurchasesPlane (LPP)*. *Figur 5 Design av Tabelloversikt* viser hvordan komponentene ser ut og samhandler med hverandre. En mer forklarende visualisering finnes i *Appendiks 6.2 Designevolusjon - tabelloversikt*. Alle energidata er oppgitt i megawatt (MW).



Figur 5: Design av Tabelloversikt

*SCP* er komponenten øverst i venstre hjørne, hvor bruker har mulighet til å velge land og markeder som data i *CDP*, *GP* og *LPP* skal basere seg på. Dokumentasjon tilknyttet Tabelloversikt som beskriver mer i detalj hvordan hver komponent fungerer kan bli funnet i *Appendiks 4.1: Dokumentasjon - Tabelloversikt*. Komponentene *CDP*, *GP* og *LPP*, ansvarlige for å fremvise data, har hver sitt eget ansvarsområde.

*CDP* er komponenten øverst i høyre hjørne, som brukes til å vise detaljert data angående et marked. Her vil brukeren få informasjon om hvor mye fleksibel strøm det er tilgang til å kjøpe i et marked, hvor mye etterspørsel det er etter fleksibel strøm og hvor mye totalt volum av fleksibel strøm det har blitt handlet. Begrunnelsen bak å oppgi denne informasjonen på en så direkte måte, er fordi det gir en umiddelbar indikasjon på aktiviteten i markedet. Det viser

aktiviteten i markedet, samt om det er høyere etterspørsel eller tilgjengelighet etter fleksibel strøm til enhver tid.

Komponenten *GP* nederst i venstre hjørne inneholder to diagrammer, et søylediagram som viser volum av etterspørsel etter salg og kjøp av fleks, og et linjediagram som viser realiserte handler over tid. Diagrammene bygger på teknologien Chart.JS, et open-source JavaScript bibliotek brukt til å lage dynamiske grafer og diagrammer (Chart.JS, 2023). Grunnen til å vise dette ved bruk av grafer er fordi det gir bruker en visuell oversikt over aktiviteten i fleksibilitetsmarkedet.

Den siste komponenten *LPP*, lokalisert nederst i høyre hjørne, er en tabell som gir brukeren oversikt over de siste handlene som har blitt opprettet i et marked. Denne listen vil bli automatisk oppdatert, slik at den alltid vil vise de siste handlene i et marked. Grunnen til hvorfor dette er viktig informasjon å vise, er fordi det viser aktiviteten i fleksibilitetsmarkedet.

### 4.5.3 About PMV

Den siste siden i Power Market Viewer er About PMV siden. Oppgaven er som navnet tilsier, gi informasjon om alle deltakere i dette prosjektet. De nevnte deltakerne er Å Energi, NODES Market og AllGo, som er det offisielle navnet til bachelorgruppen. Siden gir brukeren ett kort og presist avsnitt om hvem de ulike deltakerne er og hva de står for, i tillegg kan brukeren finne en knapp som kan ta den til deltakernes egne nettsider hvis de skulle ønske mer informasjon. Ved siden av informasjonsboksene inneholder siden en footer med ytterligere informasjon om Power Market Viewer og lenker til Å Energi sine sosiale medier.

## 4.6 Implementasjon av Backend

Backend er en .NET applikasjon skrevet i C#. Dette var et nytt språk for alle gruppelemmene, men det var overkommelig ettersom det har mange likheter med Java, et språk gruppelemmene har lært under studiet. Hovedansvaret til backend er å eksponere API endepunkter med data som frontend skal visualisere.

Data hentes fra NODES sitt API, som ble tilgjengeliggjort via en Nuget-pakke kalt NodesHttpClient. Dataen inneholder *markeder*, *GridAreas* og *GridNodes*. *GridAreas* og *GridNodes* kan også ha et tilhørende *mappolygon* som brukes for å vise dem i kartet. I tillegg inneholder den handler i markedet, om handelen er et kjøp eller salg, mengde MW som inngår i handelen, tidspunkt handelen oppstår og vil gjennomføres, og lokasjon handelen tilhører. Under prosjektets hackathon, ble det også laget et script som gjorde det mulig å lagre informasjonen i en Azure Digital Twin (ADT), som eksponerer data via SQL lignende spørringer. Det var denne delen av prosjektet som gruppen måtte vente på tilgang til, hvor det ble jobbet med andre oppgaver som diskutert i kapittel 7.1 *Usikkerhet og risikoanalyse*. Senere i

prosessen ble det tatt en avgjørelse å gå vekk fra ADT ettersom dette ble en flaskehals i farten på henting av data. Likevel ble ADT et viktig verktøy for gruppens forståelse av entitetene i fleksibilitetsmarkedet.

Et av ønskene fra NODES var å kunne oppdatere kartet live når nye trades ble inngått. De har en mekanisme for slike oppdateringer, kalt en eventbus. Den var ikke operasjonell nok til at den kunne bli tatt i bruk til dette prosjektet. En oppgave ble dermed å legge opp til at denne kunne tas i bruk senere. Oppgaven ble løst ved å lage funksjoner som eventbusen kunne koble seg på, for å så sende informasjonen til frontend, hvor animasjoner og notifikasjoner blir vist.

En avgjørelse som ble gjort tidlig i prosjektet var om det skulle bli tatt i bruk caching på backenden, for å redusere repetitiv trafikk mot NODES sine servere. I enighet med NODES avgjorde gruppen at dette kunne bli et senere mål om tiden tillot det, og i mellomtiden var det mulig å “pepre dem med requester”. Gruppen endte opp senere i prosjektet med å cache data i nettleseren til klienten for å redusere tid brukt til lasting. Denne dataen er data som sjelden endrer seg, for eksempel polygonene og de forskjellige entitetene som finnes i markedet.

## 4.7 Testing

Testing er en prosess innenfor utvikling. Formålet med testing er å evaluere og verifisere at det du utvikler, gjør det som det er tiltenkt at det skal. Fordelen med testing er at en kan unngå bugs, og det kan også bidra til å redusere tilknyttede kostnader og øke ytelsen (IBM, n.d.). Gruppens testregime har bestått av manuell funksjonstesting. Manuell funksjonstesting betyr at man manuelt tester funksjoner fortløpende mens man utvikler. For eksempel dersom det har vært ønske om en spesifikk funksjon i kartet, har den blitt utviklet, deretter testet manuelt. Det er viktig å teste funksjonen en har jobbet med godt. Dersom en har utviklet en funksjon for å laste inn polygoner i kart, er det viktig å se at de faktisk lastes inn. Det er også essensielt at de lastes inn på riktig lokasjon, og de ser visuelt riktig ut. Den manuelle funksjonstesting har vært en rask og effektiv måte å utføre testing, og bidratt med god framgang. Denne typen testing har blitt utført både på frontend med kartet, og på backend. Backend består i hovedsak av API-kall mot NODES sine servere. Kallene sendes, og enten så mottar en det en ønsker, eller ikke, noe som gjør manuell testing ideell. Systemet har også blitt kontinuerlig testet fra et overordnet nivå hele veien for å sikre at alt kommuniserer riktig med hverandre slik det skal, hele veien.

## 5. Prosjektgjennomføring

I dette kapitlet vil det utdypes hvordan gruppen har håndtert prosjektgjennomføringen av bacheloroppgaven. Det vil bli sett på hvordan gruppen har brukt prosjektstyringsmetodikken



Scrum, ulike roller som har vært bidragsytende til prosjektet, og eventuelle utfordringer som har oppstått i prosjektperioden. Hvordan gruppen har brukt artefaktene av Scrum til fordel for en mest mulig effektiv og smertefri prosjektperiode vil bli diskutert. Tidsstyring og kontroll på timer har vært en essensiell del av prosjektet, noe som vil bli gått gjennom i dette kapitlet. Gruppen har brukt boken *Prosjektledelse: fra initiering til gevinstrealisering* for å gjennomføre prosjektet (Karlsen, 2017).

## 5.1 Rollefilosofi

Gruppen jobbet sammen flere semestre tidligere, er godt kjent med hverandre og har opparbeidet en erfaring om hvordan det er foretrukket å samarbeide innad i gruppen. Det har vært svært viktig for gruppen at alle skal kunne få prøve seg i ulike roller, eller ta ansvar innenfor både felt og oppgaver hvert enkelt medlem har hatt interesse for. Ettersom bachelorprosjektet har flere viktige aspekter og områder, har det åpnet seg opp for enda flere muligheter for å ta på seg ekstra ansvar. Rollene som har eksistert innad i gruppen fra tidligere samarbeid er gruppeleder og teknisk ansvarlig. Vanligvis har gruppeleder også inntatt rollen som Scrum-ansvarlig, men grunnet prosjektets bredde ble det bestemt å delvis dele disse rollene. Gruppelederen er fortsatt innblandet i Scrum arbeid, men hovedansvaret har ligget hos Scrum-ansvarlig. Det er viktig å påpeke at alle har et visst ansvar innenfor alle felter, det er ikke slik at teknisk ansvarlig skal programmere alt eller rapportansvarlig skal skrive alt.

### 5.1.1 Gruppeleder - Aleksander Wilberg

Gruppelederen har det overordnede ansvaret for det administrative arbeidet som foregår innad i gruppen. Dette arbeidet innebærer organisering og planlegging av prosjektet, sørge for god kommunikasjon både innad og utad av gruppen, overvåke fremdrift og kvalitet på arbeid som blir levert fra hver enkelt, delegasjon av oppgaver om det ikke fordeles naturlig, ta hånd om konflikter som kan oppstå i gruppen og sikre at gruppen jobber effektivt slik at stilte krav og funksjonalitet leveres innen satte frister. I tillegg har gruppeleder en assisterende rolle i Scrum arbeid. Gruppeleder har dersom nødvendig mandat til å styre beslutninger, dersom det ikke blir enighet i en diskusjon eller en beslutning. Det inngår også et visst ansvar som overser at alle medlemmer bidrar, alltid prøve å sørge for at det er noe å gjøre for alle, enten stort eller smått slik at det alltid er en form for fremgang.

### 5.1.2 SCRUM-ansvarlig - Kristian Venaas

SCRUM-ansvarligs hovedfelt er Azure DevOps, og er ansvarlig for alle fasene av sprintene. Dette fra pre-sprint tidlig i syklusen, til hver enkelt sprint og retrospektiv. Et arbeid som vanligvis faller på SCRUM-ansvarlig er daily standup. Gruppen har likevel valgt å delegere denne biten til sekretæren, fordi det var ønsket at alle skulle få prøve seg på å holde daily

standup. Daily standup har blitt holdt veldig uformelt og med lav terskel, derfor ble det ønsket innad i gruppen at alle skulle få muligheten til å prøve. Kontroll på backloggen er kanskje den viktigste jobben til SCRUM-masteren. Opprettelse av oppgaver i backlog gjøres i plenum, men ansvaret for at alt er på plass faller til slutt på SCRUM-ansvarlig.

### **5.1.3 Rapportansvarlig - Anders Furuset Jensen**

Hovedansvaret for rapporten faller på rapportansvarlig. Dette innebærer ikke all skriving, men heller å sørge for at alt som skal med i rapporten får plassen som trengs. Appendiks med vedlegg er også en kritisk del av rapporten som også må følges nøye opp. Vedleggene er en viktig del for å gi kontekst til selve rapporten. Rollen inngår ganske enkelt hovedansvar for korrekturlesning, vedlegg, sørge for at alt er på plass og litteraturliste.

### **5.1.4 Teknisk ansvarlig - Kristian Fredrik Skibrek**

Den teknisk ansvarlige (TA) har hovedansvaret for den tekniske delen av prosjektet, koden. Det er til TA det er luredt å rette tekniske spørsmål i første omgang, før man eventuelt hever det videre til Aleksander Kjellevand. Aleksander er vår tekniske veileder hos Å Energi. Spørsmål angående utvikling skal først skje etter en har prøvd å finne en løsning eller svar på egen hånd. Det er også den tekniske ansvarlige som til en viss grad leder scope, og vet best hva gruppen realistisk sett kan få til med tiden som er disponert til prosjektet. TAs ansvar har vært å ha helhetlig kontroll over den tekniske statusen i prosjektet og å delegere utviklingsoppgaver til de andre gruppelemmene.

### **5.1.5 Utvikler - Jonathan Selstad Hofstein**

Rollen som utvikler er en bred rolle, og ikke bare knyttet til utvikling av produkt og den tekniske delen av prosjektet. Rollen har hatt et bredt sett med arbeidsoppgaver som strekker seg over de fleste deler av prosjektet, fra utvikling av produktet til rapport. Rollen har også blitt tildelt noen spesifikke områder å ha kontroll over, hovedsakelig kvalitet og risikostyring.

### **5.1.6 Sekretær**

Sekretæren spiller en sentral rolle gjennom hele prosjektet. Oppgavene til sekretæren er hovedsakelig å lede daily standup, og hovedansvaret for å ta notater under møter med Å Energi, NODES og UIA. Det ble bestemt fra dag én at det var ønskelig å la sekretærrollen rullere, i to ukers perioder. Disse to ukers periodene samsvarte godt med sprintene som også har vært to uker lange. Grunnen til at det har vært rullerende sekretærrolle er todelt. Det har gitt alle mulighet til å holde daily standup, ikke bare scrummasteren. Den andre grunnen, og kanskje viktigste, har vært at det har vært et sterkt ønske om at alle skal ha mulighet til å aktivt delta i møter. Dersom sekretæren hadde vært fast, hadde den samme personen måtte ta

notater i hvert møte. Konsekvensen av dette er at han kanskje ikke kunne delta like aktivt i møtene, ellers ville det kunne gå utover notatene.

### 5.1.7 Eksterne bidrag

Et sentralt punkt ved å føre et prosjekt for en bedrift er kommunikasjon med produkteier. Kommunikasjon er essensielt for å skape resultater. Gruppen har i hovedsak to kontaktpersoner i Å Energi som kommuniseres ukentlig med. Hver mandag føres statusrapportmøte med produkteier Tor Magne Lindeberg og prosjektrådgiver Aleksander Kjellevand.

En annen viktig kontaktperson i dette prosjektet har vært Narve Sætre, Technical Lead hos NODES-Tech. Som tidligere poengtert i kapittel 1.3 *NODES Market*, er NODES eier av data brukt i dette prosjektet, noe som gjør Sætre ansvarlig for dataleveranse. Om det har vært problemer med data, enten for å forstå data, leveranse eller bruk, er det han gruppen har kontaktet.

Gruppen har også mottatt hjelp fra systemarkitekten Dag Efjestad som er ekspert innen fagområdet. Efjestad har holdt møter med gruppen, og har vært avgjørende for god faglig forståelse av prosjektet. På møtene har det blitt presentert problemstilling og relevant teori der gruppen har kommet med spørsmål. Dette har hjulpet å fjerne uklarheter og bidratt til en effektiv start på prosjektperioden.

Hallgeir Nilsen ved Universitetet i Agder har også spilt en viktig rolle for prosjektet. Som gruppens veileder gjennom prosjektperioden har Nilsen bidratt med sin kunnskap og erfaring. Veiledningen har vært med å hjelpe gruppen med faglige og teoretiske aspekter av prosjektet. Ved bruk av regelmessig kontakt og møter har Nilsen diskutert fremgangen til gruppen og tilbudt tilbakemeldinger og råd.

Å Energi har gitt gruppen fysiske kontor plasser i bedriften. Her sitter gruppen mandag og tirsdag sammen med Aleksander Kjellevand. Muligheten til å sitte hos bedriften der gruppen utfører prosjektet, har bidratt til god kommunikasjon. Kjellevand veileder gruppen og gjør det lett å få svar på uklarheter. Hvis gruppen ikke hadde blitt tilbudt kontor plasser kunne dette ha gått utover kommunikasjonen både eksternt og internt. En felles møteplass for gruppen spilte en viktig rolle for å oppnå et vellykket prosjekt.

## 5.2 SCRUM

Scrum er en metode for smidig prosjektstyring som er spesielt tilpasset prosjekter der man kan forvente endringer i forutsetninger underveis i prosjektgjennomføringen (Karlsen, 2017, s.264). Grunnen til at valget falt på Scrum som styringsmetodikk kan begrunnes med at det er

dette gruppen mener passer best til prosjektet. Gruppen visste på forhånd at dette kom til å bli et prosjekt med hyppig endringer og trengte da en prosjektstyringsmetodikk som var tilpasningsdyktig og agil. Å Energi hadde ingen formening om hvilken metodikk som var best egnet for prosjektet og mente at gruppen kunne velge selv.

### **5.2.1 Sprint Planning**

Sprint planning er en av mange viktige artefakter i Scrum. Når gruppen gjennomførte sprint planning var det første målet å velge ut de riktige kravene. Disse kravene skal potensielt gjøres om til leveringsklar funksjonalitet (Karlsen, 2017, s.266). Backloggen ble bygget ut i fra MoSCoW-prioriteringen og sprintene ble bygget basert på prioriteringen. I dette prosjektet ble sprinter holdt med en varighet på to uker, grunnet at gruppens ønske om hyppig fremgang og raske endringer i sprintene ved behov. Mot slutten av bachelorprosjektet så gruppen det nødvendig å kutte ned lengden på sprintene, noe som førte til at sprint 8 og 9 ble gjort til sprinter på en uke. Ved lengre sprinter kunne gruppen fort ha mistet fokus på hva sprintmålene var og det kunne ha oppstått ineffektiv bruk av dyrebar tid. Hele prosjektperioden besto av ti sprinter og en pre-sprint. Senere i rapporten blir det gått mer i dybden på hva de forskjellige sprintene inneholdt og hva slags arbeid som ble lagt ned.

### **5.2.2 Daily Standup**

Gjennom hele prosjektperioden har gruppen benyttet seg av en 15-minutters daily standup. På disse 15-minutters møtene har hvert teammedlem oppdatert hverandre på hva som har blitt gjort og hva som skal gjøres. Ved at en person deler det den holder på med, får resten av gruppen en felles forståelse og overblikk over status i prosjektet. Dette er også blitt brukt som en arena for å snakke om eventuelle utfordringer. Størrelsen på de nevnte utfordringene er ikke viktig, og med hele teamet til stede kan det løses på en effektiv måte. Daily standup blir også brukt som en metode for å unngå sosial loffing i gruppen. Sosial loffing er når folk yter mindre i grupper enn de ville gjort individuelt (Svartdal, 2020). Hvis et medlem ikke har gjort jobben sin, blir dette veldig tydelig. Det fører også med seg en følelse av et felles samhold å utføre daily standups, da alle får vite hva hverandre holder på med, noe som kan øke motivasjon og produktivitet.

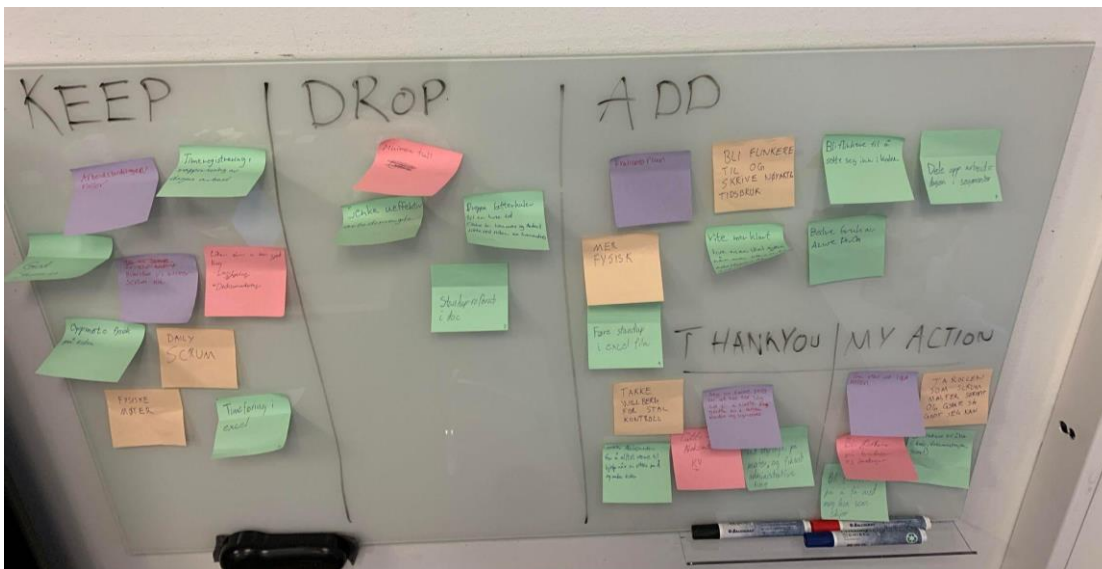
### **5.2.3 Sprint review**

Hensikten med et sprint review møte, er å vise frem funksjonaliteten som er utviklet i sprinten, og det som ikke er ferdig skal ikke vises (Karlsen, 2017, s.267). Siden gruppen har hatt statusrapportmøte med produkteier to ganger per sprint, har det ikke vært nødvendig med eget sprint review møte. Dette er fordi statusrapportmøte har dekket kravene et sprint review møte ville inneholdt. Derfor ble det tatt en beslutning om at vi ikke ville bruke mer av

produkteier sin tid. Hvordan statusrapportmøtene ble gjennomført blir utdypet videre i kapittel 6.1.5 Statusrapportmøte.

## 5.2.4 Sprint retrospect

Sprint retrospect ble utført på slutten av hver sprint. Her fikk gruppen tildelt post-it-lapper og skrev ned tankene og meningene sine. «Keep», «Drop», «Add», «Thank You» og «My action» er segmentene som skulle fylles ut av gruppemedlemmene (Abson, 2020). I «Keep» kategorien kommer forslag om hva som skal beholdes inn i neste sprint. I «Drop» kategorien ble det skrevet forslag om ting som burde fjernes inn i neste sprint. I «Add» kategorien blir det skrevet forslag om nye ting som burde være med inn i neste sprint. De siste kategoriene «Thank you» ble brukt der medlemmene kunne takke en på teamet de mente fortjente det. «My Action» kategorien ble det skrevet ned hva det individuelle medlemmene skulle gjøre bedre inn i neste sprint. I figur 6: *Bilde fra retrospekt etter sprint 1* viser hvordan tavlen så ut etter ferdig retrospekt møte.



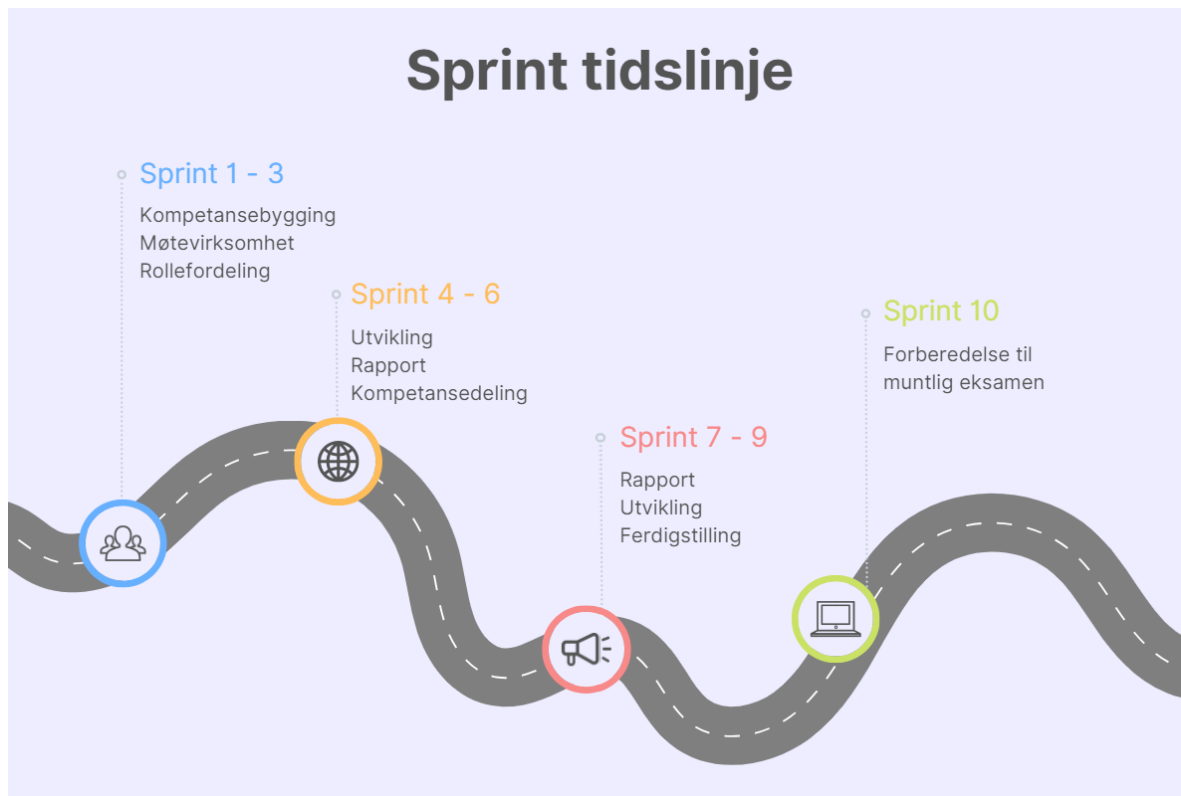
Figur 6: Bilde fra retrospekt etter sprint 1

## 5.3 Produkt- og sprint backlog

Backlog ble dannet ut i fra en MoSCoW-analyse. Denne prioriteringen lagde gruppen i samarbeid med prosjektrådgiver. Dette ble grunnlaget for innhold i backlog. I starten av hver sprint dannet gruppen en plan ut fra prioriteringene gjort i MoSCoW-analysen. Sprint Backlog besto også av oppgaver, som møter og skriving til rapport. Dette ga gruppen en oversikt over planlagt tidsbruk og prioritering i hver sprint.

## 5.4 Sprinter

Dette kapittelet forklarer de viktigste hendelsene i de forskjellige sprintene. Hver sprint har sin egen tittel som forklarer hovedfokuset til gruppen i de individuelle sprintperiodene. Sammendraget fra hver sprint er basert på dokumentasjon skrevet i timeregister, appendiks 5.4.2: *Timeregistrering*. Figur 7 Sprint *tidslinje* er en illustrasjon av tidslinjen til sprintene.



Figur 7: Sprint tidslinje

### 5.4.1 Pre-Sprint - Oppstart og kompetansebygging

I Pre-sprint fasen ble det utført omfattende planlegging som inkluderte møter med Å Energi for å diskutere detaljer rundt oppgaven, og rammer for prosjektperioden. Her ble gruppen introdusert til oppgaven på et detaljert nivå i form av møter med produkteier Tor Magne Lindeberg, og systemarkitekt Dag Efjestad. De introduserte prosjektets problemstilling og teknologiene gruppen skulle bruke. Dette ga en god forståelse av oppgaven som var viktig i starten av prosjektperioden.

I løpet av pre-sprint fasen ble rollefordelingen utført, og de individuelle gruppemedlemmene fikk i oppgave å sette seg inn i sitt personlige ansvarsfelt. Gruppen prioriterte å sette av mye

tid til å sette seg inn i prosjektstyringsverktøyet Azure DevOps. Dette verktøyet ble brukt til backlog, sprintboards og tidsestimeringverktøy. Her har gruppen også hatt kodebase og tilgang til Power Market Viewer. I tillegg til nye verktøy og teknologier fikk gruppen tildelt to bøker av produkteier som han anbefalte å lese.

Fra semesterstart begynte gruppen med daglig stand-up hver dag klokken 10:00. Dette ble gjennomført i hver sprint helt frem til innlevering av bachelorrapporten. Det var viktig å etablere effektive og gode rutiner, og gjøre daglig stand-up hver dag. Resultatet av pre-sprint fasen var omfattende forståelse av oppgaven, tildeling av roller, bruk av Azure DevOps og begynnelse av kompetansebygging.

#### **5.4.2 Sprint 1 - Kompetansebygging og tidlige utfordringer**

Sprint 1 inneholdt mye av det samme som var prioritert i pre-sprinten. Hovedfokuset til gruppen var kompetansebygging og å bygge opp en grundig forståelse av problemstillingen. Det ble utført flere møter med produkteier som bidro med svar på eventuelle usikkerheter rundt prosjektet og oppgaven. I denne sprinten ble MOSCOW-prioriteringen satt opp. Den ble utformet basert på hva produkteier mente var viktig funksjonalitet for produktet, og la grunnlaget for produkt backlog og scope.

Gruppen brukte mye tid på å lese litteratur rundt strømdomenet for å opparbeide seg en bred forståelse. Det ble også satt av mange timer til å lese de gitte bøkene fra produkteier. Disse bøkene var «The Phoenix Project» og «Team Topologies». Det ble også brukt mye tid på å lære seg nye teknologier.

Det er i sprint 1 usikkerheten rundt tilgang til data fra NODES Market starter. Dette skapte bekymring i gruppen. I stedet for at prosjektet ble stillestående valgte gruppen å rette fokus over mot andre oppgaver som ikke var avhengig av disse dataene. Det er vanlig å miste fokus og motivasjon når det er lite fremgang i et prosjekt. Valget av å holde motet oppe, og å finne andre oppgaver å jobbe med, og kan bli definert som en viktig hendelse i prosjektperioden.

Resultatet av sprint 1 var oppsett av MoSCoW-prioritering, som la grunnlaget for dannelsen av scope og produktbacklog.

#### **5.4.3 Sprint 2 - Ny kompetanse settes i praksis og usikkerheter**

Sprint 2 fortsatte gruppen med samme fokus som i sprint 1 og pre-sprinten. Kompetansebygging, møtevirksomhet og planlegging tok mesteparten av tiden. Sammen med prosjektrådgiver Aleksander Kjellevand begynte gruppen å planlegge de forskjellige zoom-

nivåene i kartet. Teknisk ansvarlig lagde en fil til øving for gruppen, angående hvordan man danner polygoner i kartet før de faktiske dataene ble tilgjengeliggjort.

Det er viktig å få frem for gruppen at det var et økende uromoment at dataen fra NODES Market ikke hadde blitt tilgjengelig. Fokuset ble rettet mot kompetansebygging og planlegging. I Sprint 2 ble det også lagt fokus på å begynne på hovedrapporten. Gruppen satte et mål om å skrive ti sider for å få en god start på rapporten. Det ble også begynt å utarbeide og forbedre designet i Figma.

På slutten av Sprint 2 arrangerte gruppen styringsgruppemøte med produkteier og veileder fra UiA. Her fikk gruppen en realitetssjekk. Det handlet om at gruppen måtte få bedre kontroll på timebruk og kunnskap rundt strømdomenet. Dette kan bli sett på som en viktig hendelse for gruppen. Hendelsen skapte et økt fokus på god prosjektstyring, bedre arbeidsinnsats og hva tiden faktisk ble brukt på.

Resultatet av Sprint 2 ble oppsett for plan for de forskjellige zoomnivåene i kartet. Gruppen fikk også skrevet rundt ti sider til rapporten og det ble startet på designforslag i Figma. Etter retrospektmøte i sprint 2 ble det besluttet at gruppen måtte legge ned mer tid på forståelse av strømdomenet.

#### **5.4.4 Sprint 3 - Tilspising av kompetanse og praksis**

Etter realitetssjekken gruppen fikk på slutten av Sprint 2, ble det bestemt at kompetansen måtte tilspisses. Her ble forskjellige temaer rundt strømdomenet delt ut til hvert enkelt gruppemedlem. Dette temaet skulle medlemmene lære seg, og til slutt dele kunnskapen med de andre gruppemedlemmene. Noen av temaene som ble delt ut var strømproduksjon, politiske aspekter ved strømdomenet og strøm på fysikkens nivå. Dette tok mye av timene i sprint 3.

Denne sprinten er også den første der gruppen jobbet fysisk hos Å Energi på torsdager. Etter tilbakemeldinger fra gruppen i et sprint retrospektiv møte ble det besluttet at mer arbeid på fysisk arbeidsplass var nødvendig. I denne sprinten ble mange av timene lagt ned på øvingsfilene for å lage polygoner i kartet. Alle gruppemedlemmene lagde polygoner i sitt lokale miljø med hjelp fra teknisk ansvarlig. Dette ble gjort så alle på gruppen var forberedt til den faktiske dataen kom.

Resultatet av sprint 3 var kompetansebygging og kompetansefordeling av strømdomene. Det ble også utvidet til mer fysisk arbeid på Å Energi sine lokaler. Gruppen fikk også læring i hvordan polygoner blir opprettet i kartet.



#### **5.4.5 Sprint 4 - Produksjon av faktisk prosjekt begynner**

I Sprint 4 fikk gruppen tilgang på data fra nodes. Arbeidet med løsningen starter, og tiden blir brukt på å dele inn programmeringsrelaterte oppgaver. Da oppgavene var delt inn startet utviklingen. Mye av tiden ble brukt på å forstå nye rammeverk og teknologier samt nye programmeringsspråk. Gruppen delte seg inn i et frontend-team og et backend-team. Oppgavene til medlemmene på frontend var å gjøre det klart for data som kom fra backend. Frontend-medlemmene hadde også i oppgave å utforme design. Oppgavene på backend var å lage API endepunkter brukt til å hente data til frontend.

I denne sprinten ble navigasjonsbaren til applikasjonen laget. Kartet begynte også å ta form. Mesteparten av tiden gikk til å lære seg ny teknologi og rammeverker. En av disse teknologiene har vært Swagger som ble brukt til å teste API-endepunktene.

Resultatet av sprint 4 var utdeling av utviklingsroller og kompetansen ble endelig tatt i bruk. Det blir gjort stor fremgang på den faktiske løsningen i form av jobb i kartet og med navigasjonsbar. Det ble også gjort stor fremgang i tabelloversikten.

#### **5.4.6 Sprint 5 - Rapportfokus og nye funksjoner**

I Sprint 5 ble det lagt ned mye timer på bachelor skiving og arbeid på den tekniske løsningen. Den største utfordringen gruppen hadde var å få data fra Nodes som ble hentet fra den digitale tvillingen og NODES sitt API til å vises i frontend. Mye tid ble brukt på testing og feilsøking. I denne sprinten ble det påbegynt et panel for å teste ut polygonene. Mange timer ble lagt ned i å lage en About PMV side. Det ble også lagt ned mange timer i tabelloversikt over de forskjellige markedene. Problemet som var vanskelig å løse var å få dataen fra den digitale tvillingen og NODES sitt API til å vises riktig i tabellen.

Resultatet av sprint 5 var stor fremgang på selve rapporten til prosjektet. Det ble laget en About PMV side. Tabelloversikten til markedene ble det også gjort stor fremgang på.

#### **5.4.7 Sprint 6 - Flytende arbeid og påskeferie**

Sprint 6 ble en periode der gruppen valgte å ta en uke med påskeferie. Dette gjorde at den planlagte arbeidsmengden ble mye mindre enn i de andre sprintene. Det som ble utført var en del arbeid med kartet. I løpet av sprint 6 ble det laget grafer i kartet som visualisere salg og kjøp av fleksibilitet. Det ble også jobbet videre med rapport.

Resultatet av sprint 6 var diagrammer i kartet som viste salg og kjøp av fleksibilitet. Disse diagrammene ble laget til hvert individuelle polygon i kartet. Det ble også skrevet og jobbet med rapporten.

#### **5.4.8 Sprint 7 - Rapport og frontend**

I Sprint 7 begynner det å komme en stor fremgang i kartet, det blir også lagt mye tid ned på rapportskrivning. Denne sprinten ble brukt til mye møtevirksomhet. Møter med veileder fra UiA, produkteier Tor Magne og Narve Sætre fra Nodes Market. I møtet med Nodes Market fikk gruppen tilbakemelding på løsningen og hjelp med koden.

I sprint 7 finner gruppen ut av at de siste sprintene skal kortes ned for å få hyppig fremgang og kontroll på slutfasen til prosjektet. Det blir lagt en plan for de siste ukene før innlevering av rapport. Sprint 8 og 9 blir kortet ned til en uke så gruppen ikke skulle miste fokus og kontroll.

Resultat av sprint 7 var stor fremgang i både rapport og i løsning. Det er i denne sprinten rapporten og Power Market Viewer begynner å ta skikkelig form, noe som gjorde at det ble mindre press på de siste sprintene frem mot levering. Det blir også tatt beslutning om at de neste to sprintene blir kortet ned for å få hyppig fremgang og tilbakemeldinger på eventuelle endringer i både rapport og PMV.

#### **5.4.9 Sprint 8 - Rapport og ferdigstilling av PMV**

Sprint 8 består av rapportskrivning og ferdigstilling av det tekniske aspektet av prosjektet. I denne sprinten ble mye av tiden brukt til å gå igjennom rapport. Veileder leste rapporten og ga gruppen tilbakemeldinger på mulige forbedringer. Tiden gikk da til å rette opp i kommentarene og skrive mye tekst om igjen.

Resultatet av Sprint 8 var i hovedsak mye rapport retting. Det ble brukt mye tid på å rette tilbakemeldinger gruppen fikk av produkteier og veileder i rapporten.

#### **5.4.10 Sprint 9 - Rapport og finjusteringer**

Sprint 9 var perioden der gruppen satte dato for kodestopp. Det eneste som ble utført av teknisk relaterte oppgaver var refaktorering og kommentering av kode. Små endringer i det visuelle på PMV ble gjennomført. Hele sprinten ble hovedsakelig brukt til rapportskrivning. Det ble også brukt tid på møtevirksomhet. Møter med produkteier som ga gruppen tilbakemeldinger på rapporten og nødvendige justeringer.

Resultatet av sprint 9 var en ferdigskrevet bachelorrappport. Her ble tiden brukt på finjusteringer i både rapport og PMV.

#### **5.4.11 Sprint 10 - Forberedelse til eksamen**

Sprint 10 ble satt opp etter at rapporten er levert inn. Denne sprinten er hovedsakelig satt opp for forberedelser til eksamen. Det vil bli gjennomført presentasjoner av produktet på UiA sin Expo og for ansatte i Nodes Market. Her vil også produktet bli ferdigstilt for leveranse.

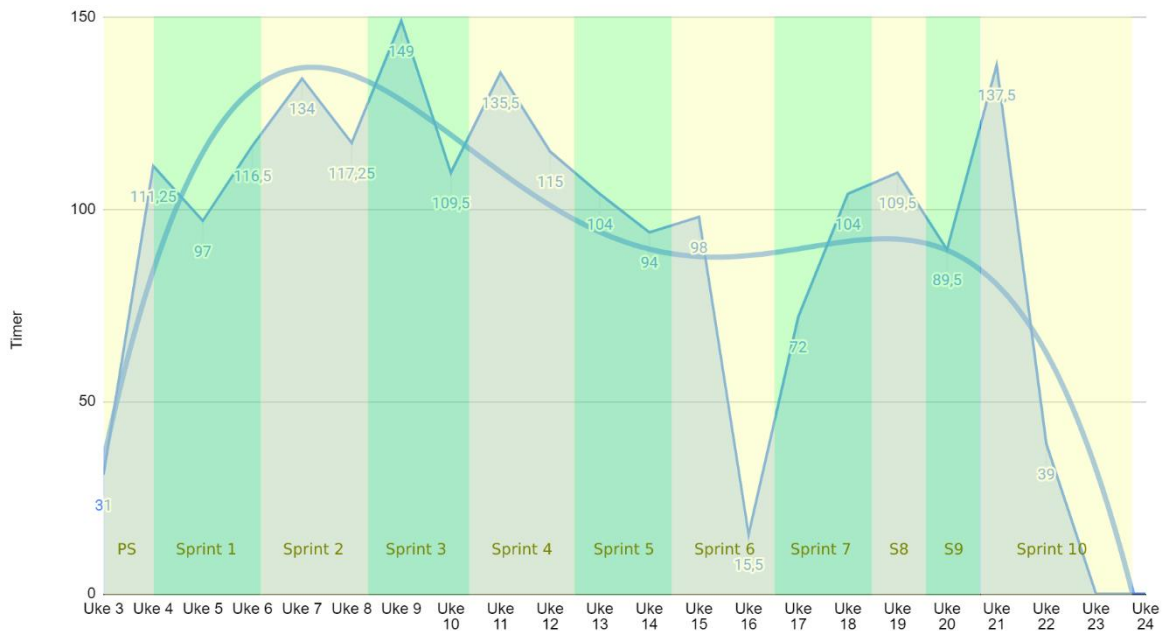
### **5.4 Tidsstyring og kontroll**

Tidsstyring er en sentral del av prosjektstyringen. Å styre tiden på en effektiv måte sørger for at prosjektet blir gjennomført på den beste og mest kostnadseffektive måten innen avtalt tid (Nokken, n.d.).

Tidsstyring er også en viktig del av Scrum, da en arbeider innenfor sprinter som har fastsatte start- og sluttdatoer. Gjennom dette prosjektet har det vært svært viktig for gruppen å ha kontroll over hvor timene har gått. Det har blitt tatt i bruk en rekke virkemidler for å ha kontroll på tiden. Gruppen har estimert arbeidstid på de ulike oppgavene, og alle timer har blitt loggført i et regneark samt i Azure DevOps.

Ved hjelp av regnearket har gruppen fått en forståelse for hva timer har gått til, men også hvor mye tid gruppen har brukt hver uke. Som en kan se i *Figur 8: Ukentlig timebruk*, har gruppen brukt rundt 100 timer samlet hver uke til prosjektet. En ting å notere er at denne grafen ikke er total, da den er hentet 15.05, en stund før prosjektets ferdigstillelse. Grunnet dette mangler det tidsbruk for uke 22 til 24. I grafen ser man en trendlinje, som kan brukes som en indikator for gruppens effektivitet. Selv om man ser en jevn tidsbruk, er det en nedgang i timebruken i uke 16, dette grunnet at gruppen tok påskeferie.

Ukentlig timebruk



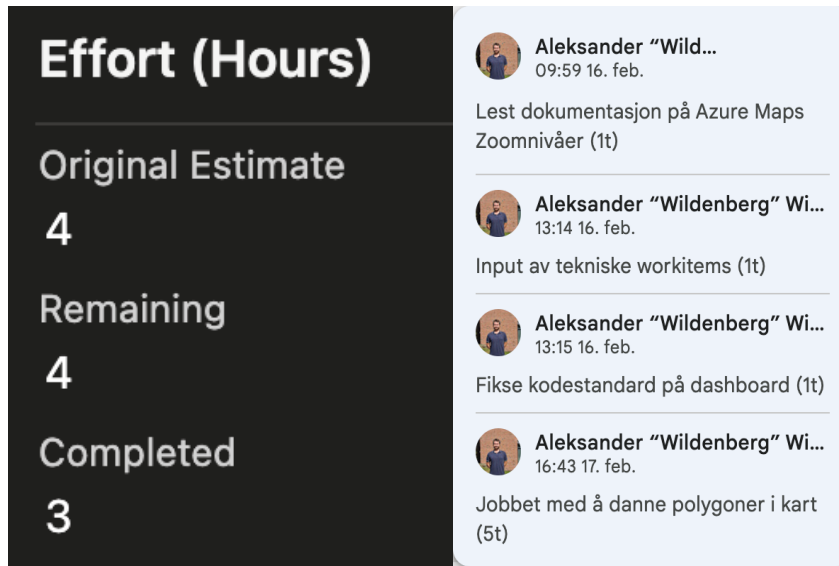
Figur 8: Ukentlig timebruk

### 5.4.1 Estimerer i Azure DevOps

I prosjektets startfase var en rekke arbeidsoppgaver helt nye og ukjente, noe som gjorde det vanskelig å estimere timer til hver arbeidsoppgave. Derfor virket det naturlig å ta i bruk planning poker, eller Scrum poker. Dette er en agil estimeringsteknikk der hvert enkelt medlem av gruppen kan «gjette» hvor lang tid hver oppgave tar (Simplilearn, 2023). Etter hvert som gruppen fikk en bedre forståelse for konsepter, ble det enklere å estimere timer til hver arbeidsoppgave.

Planning poker ble kun praktisert i de to første sprintene. I de neste sprintene ble det merket at det var en bedre forståelse innad i gruppen for hvor lang tid en oppgave kom til å ta og hvor kompleks oppgaven var. Dette gjorde at planning poker virket overflødig. Et problem gruppen hadde med bruken av planning poker fremviste seg tydelig i starten av prosjektet, spesielt under kompetansebygingsperioden. Grunnen var at det ikke var optimalt å estimere timer som skulle gå til felles oppgaver. Etter hvert som gruppen ble mer kjent med hvor lang tid hver oppgave ville ta, estimerte hver student sine egne oppgaver i Azure DevOps. Likevel ble det diskutert oppgavens kompleksitet i fellesskap hvis det var noe ukjent med oppgavene, men det har ikke vært nødvendig på mer trivielle oppgaver. Det er viktig å estimere tidsbruk i et prosjekt, spesielt for å gi en oversikt til produkteier over status i prosjektet. Derimot så har gruppen vært enige om praksisen om å sette et estimat i starten av en oppgave, for så å revurdere omfanget når arbeidet med oppgaven er i gang. Figur 9 *estimat per task* viser til én

spesifikk oppgave i DevOps. Medlemmet som har hatt denne oppgaven har opprinnelig estimert fire timer, men etter tre timer arbeid har han merket at det fortsatt krever fire nye timer. Dette har vært en teknikk som har fungert godt for hvert medlem for å ha kontroll på sine timer.

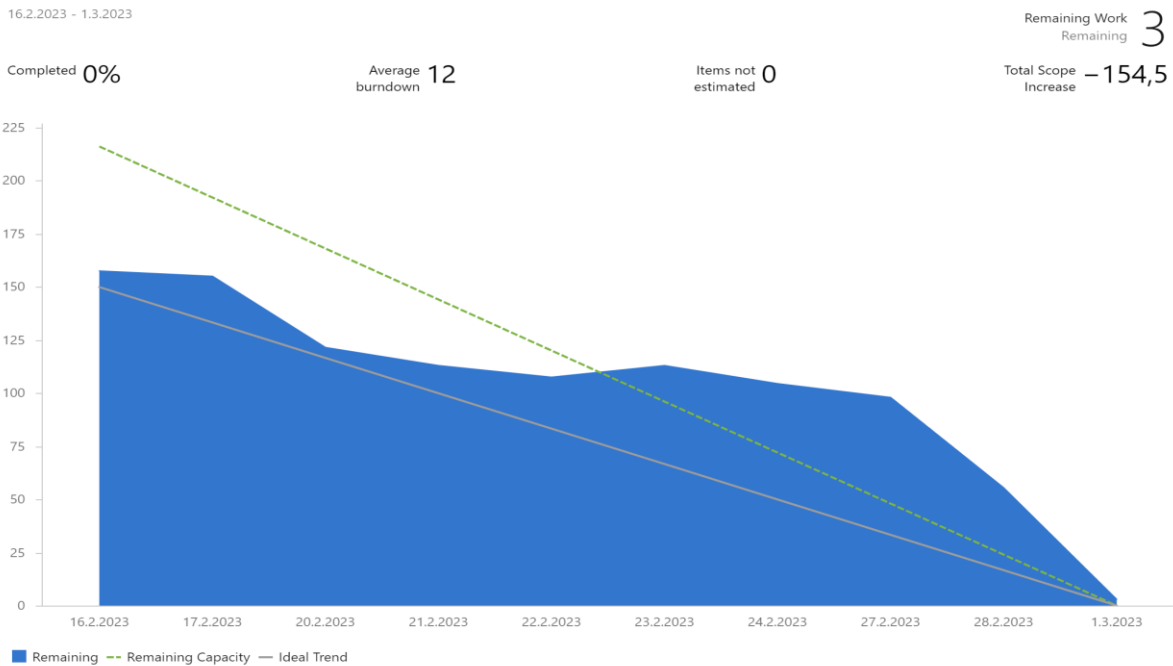


Figur 9: estimat per task

Figur 10: Kommentar på utført arbeid

Azure DevOps har vært et bra verktøy å bruke for å ha kontroll over arbeidsoppgaver og estimert tid per oppgave. For ekstra innsikt i arbeidstrenden, har det blitt tatt i bruk et burndown-diagram, en innebygd funksjon i Azure DevOps. Dette diagrammet brukes for å se om et team har igjen nok arbeidskapasitet til å bli ferdige med de definerte oppgavene. Det brukes ofte når en jobber i korte iterasjoner, som for eksempel sprinter (Team Asana, 2022).

Figur 11: *Burndown diagram for sprint 3* viser arbeidstrenden gjennom en sprintperiode. Den tilgjengelige kapasiteten er statisk, mens gjestående arbeid er dynamisk. Denne endrer seg ut ifra hvor mange timer som er satt per oppgave. For at diagrammet skal fungere best mulig, er det viktig å påpeke at alle må være aktive med å konstant oppdatere timene sine på de respektive oppgavene. Det har vært perioder hvor alle medlemmer har vært flinke til å oppdatere timene i DevOps, som har gjort at diagrammet har vært god støtte for å følge med på arbeidstrenden.



Figur 11: Burndown diagram for sprint 3

I andre perioder har ikke oppfølging i diagrammet vært like bra. Når diagrammet ikke følges opp daglig, så vil en få situasjoner der det kan se ut som det er igjen mye mer arbeid enn tid, noe som er synlig i appendiks 11.6 *Sprint 6*. I diagrammet kan en se at tid brukt gjennom mesteparten av sprintperioden ikke ble oppdatert. Det har i hovedsak vært to grunner for at dette har skjedd. Grunn nummer én er at det er noe som er lett å glemme å gjøre. Grunn nummer to er at ikke alt arbeid har vært knyttet til en oppgave hele tiden. For eksempel gruppediskusjoner, møter og lignende. Tiden som har blitt brukt til dette har likevel ført til framgang i prosjektet. Dette har ført til usikkerhet hvordan en skal føre disse timene på en effektiv måte i DevOps. Diagrammet har vært viktig for å følge opp arbeidstrendene, men det kunne vært bedre om gruppen var flinkere på å oppdatere timene kontinuerlig istedenfor forsinket.

## 5.4.2 Timeregistrering

I regnearket Timeregistrering har det blitt ført en mer detaljert oversikt over tidsbruken til hvert enkelt medlem, enn det gjort i Azure DevOps. Dette har blitt ført inn etter hver arbeidsdag, og hvert enkelt medlem har vært ansvarlig for å føre inn sine egne timer. Timene har stort sett vært knyttet til en oppgave i DevOps. Dersom en har skrevet inn fem timer arbeid i regnearket, har også hvert enkelt medlem sørget for å legge på fem timer i de relevante oppgavene en har jobbet med. Figur 10 *Kommentar på utført arbeid* er et eksempel som viser hvordan hver dag er dokumentert av hvert enkelt medlem. Dette har sørget for god kontroll over hva timene har gått til gjennom hele prosjektet. Det at det har blitt ført oppgaver og

timer på denne måten har bidratt til at hvert enkelt medlem får en større ansvarsfølelse for prosjektet. Regnearket har vært det desidert viktigste verktøyet gruppen har tatt i bruk for å holde styr på tiden. Se til appendiks 14: *Timeregistrering* for regnearket brukt for timeregistrering.

## 6. Kvalitet og kvalitetssikring

Kvalitet og kvalitetssikring er utrolig viktig i et prosjekt, det er derimot ikke noe som er enkelt å oppnå. Det er en rekke viktige spørsmål som må defineres for å vite om kvalitet er oppnådd. Hva er målet med prosjektet, hva er kvalitet, hvordan oppnår man det, hvordan måler man det og hvordan kan man sikre kvalitet?

For å kunne definere kvalitet ble det ført en diskusjon om hva målet for prosjektet var, svaret ble å møte produkteier sine krav og forventninger, og om mulig levere høyere enn forventet. I det store bildet ble det bare gitt et krav, som gikk ut på å visualisere fleksibilitetsmarkedet for strøm. Ved siden av dette ble det gitt noen ønsker om design og funksjonalitet. Som en måleenhet for de nevnte kravene brukte gruppen en MoSCoW analyse, referer til appendiks 13: *MoSCoW* i tillegg til å sette opp en forståelse for scope, referer til appendiks 5: *Scope*. I MoSCoW analysen fikk kravene og forventningene ulike prioriteringsnivåer etter ønskene til produkteier. Hovedfokuset var dermed å implementere kravene med høyest prioriteringsnivå først, før fokuset kunne skiftes til eventuell ekstra funksjonalitet for å overgå. Det ble valgt å gjennomføre det på denne måten for å ha en oversikt over når hovedkravene var møtt, for å videre kunne jobbe mot å overgå forventninger. For å videre sikre kvaliteten i prosjektet var det behov for noen kvalitetssikringsmetoder.

### 6.1 Kvalitetssikringsmetoder

Dette er metoder som gruppen har brukt for å forsikre at satte kvalitetsaspekter har blitt holdt gjennom prosjektet. Ved å holde seg til disse, forsikrer gruppen både seg selv og produkteier at produktet ikke leveres med hull og at prosjektet utføres på en effektiv måte. Videre følger metodene gruppen har brukt.

#### 6.1.1 Dokumentasjon

Dokumentasjonen som har blitt gjort dekker stort sett alle områder av prosjektet. Det har blitt tatt referater av ulike møter, både innad i gruppen og sammen med produkteier. Det har blitt holdt oversikt over antall timer arbeid som har blitt utført med kommentarer til hva de nevnte timene har blitt brukt på, refererer til appendiks 14: *Timeregistrering*. Dokumentasjonen har

hjulpet gruppen til å ha en bedre oversikt over hvilket arbeid som har blitt utført, hva det har blitt brukt mest tid på og hva som trenger å gjøres.

Etter gruppen hadde bestemt seg for hvilken type dokumentasjon som skulle bli ført, ble det stilt spørsmål om det kunne bli for mye dokumentasjon og om det potensielt kunne ta for mye tid. Det ble bestemt at det skulle testes ut i en liten periode først, for å se om det funket optimalt eller om noe måtte endres. Gruppen fant at å dokumentere arbeid på slutten av en arbeidsdag ikke ville ta mer enn fem minutter, og at det ga mye verdi for at alle kunne være oppdatert på hva hverandre har gjort og punkter tatt opp i møter. Derfor ble dette praktisert videre.

### 6.1.2 Kodestandard

Gruppen ville fremheve clean code i utviklingen av applikasjonen, ettersom det gir flere fordeler og er med på å sikre kvalitet og struktur i koden. Det vil gjøre koden mer lesbar og oversiktlig, samtidig som det gjør det enklere for Å Energi å skalere og videreutvikle etter gruppens prosjekt er ferdig. (Pluralsight, 2022) Ett av tiltakene som ble gjort for å sikre dette var å innføre en kodestandard. En kodestandard er typisk ett sett med regler eller retningslinjer som ett team følger når det programmeres, og man kan se gruppens kodestandarder i figur 12: *Utdrag fra Kodestandarder*. (Perforce, n.d.)

Kodestandarden ble utviklet av gruppen selv, med inspirasjon fra boken *Clean Code* skrevet av Robert Cecil Martin. Standarden dekker alle områder av programmeringen. Commit meldinger, hvordan navngi og bruke en branch, kommentering, navngi komponenter og klasser, design (UI/UX), peer review kommentarer og Git er alle underkategorier som har sine egne regler og retningslinjer.

---

Kodestandarder	
<b>Commit messages</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Legge ved id til løst task</li><li>• Beskrivende og saklig, viktig at alle forstår innhold</li><li>• Kort og konsist</li></ul>	<b>Kommentering</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Kort og konsist</li><li>• Saklig</li><li>• Bedre med for mye enn for lite</li><li>• Over funksjon, si hva funksjon gjør, hva parametere gjør, hvor kommer data fra, hvorfor den gjør noe</li></ul>
<b>Navngi og bruke branch</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• En branch skal ha en eier</li><li>• Camel case</li><li>• BranchNavn: navn på person + navn på oppgave</li><li>• Master branch er produksjon, skal ha parallell branch som heter Dev</li></ul>	<b>Navngi Components / Klasser</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Kort og beskrivende</li><li>• Camel Case</li></ul>

Figur 12: Utdrag fra Kodestandard



### 6.1.3 Kodekvalitet

Der koden standard handler om hvordan koden ser ut, handler kodekvalitet om hvordan koden fungerer. For å sikre kodekvalitet har gruppen i all hovedsak tenkt på fire forskjellige ting; lesbarhet, coupling, cohesion og reusability. Lesbarheten ble sikret med koden standarden, i form av clean code. Coupling handler om hvor tett forskjellige komponenter er koblet sammen i systemet. Når komponentene er tett koblet vil det si at endringer gjort i en komponent endrer atferden til andre, noe som fører til at man må gjøre endringer i en annen. Cohesion er et mål om at elementene i en komponent hører sammen (Montiel, 2018). I prosjektet siktet gruppen på å ha lav coupling og høy cohesion. Reusability, eller gjenbrukbarhet, handler om å bruke eksisterende kode når man utvikler ny funksjonalitet (Pandey, 2022). Ved å skrive med reusability i tankene, unngikk gruppen å ha mye kode som gjør det samme. Dette gir muligheten til å separere funksjonalitet man ser kan brukes i en annen kontekst ut i en egen funksjon som er separat fra konteksten den egentlig ble laget for. På denne måten kan den tas i bruk senere i en annen kontekst. Grunnen til at det ble valgt å ta i bruk disse målene er fordi de gjør det enklere for ansatte i Å Energi å overta koden til videre utvikling. I tillegg ble disse brukt av den grunn at de er godt praktisert i utvikling, noe gruppen har erfart gjennom utdanningen. Gruppen har også brukt versjonskontroll, forklart i kapittel 4.4 *Versjonskontroll*, for å sikre god kodekvalitet.

Frontend er basert på Angular som er et Typescript rammeverk. TypeScript er et syntaktisk superset av JavaScript som legger til muligheten for å bruke statisk typing (W3 Schools, n.d.). Angular ble tatt i bruk ettersom gruppen mente det ville øke kodekvaliteten vår. C#, språket som ble brukt på backenden har også statisk typing. Gruppen opplevde det som positivt å ta i bruk statisk typing, da dette var kjent fra Java. Ved å ta i bruk statisk typing førte til mindre problemer med runtime errors, som å referere til objekter som kan være null. Integrerte LSP'er i IDEene og teksteditorene våre kunne fange opp dette. Likevel følte det noen ganger som om å jobbe med statisk typing kunne senke farten på arbeidet, derfor har dette blitt ignorert noen steder for å øke farten på arbeidet.

### 6.1.4 Kommunikasjon

Som nevnt i introduksjonen til kvalitet var målet til gruppen med prosjektet å møte kundens krav og forventninger, dermed har god kommunikasjon med Å Energi vært nøkkelen til å oppnå god kvalitet i dette prosjektet. Gruppen var så heldige at det ble tildelt en ansatt fra Å Energi, prosjektrådgiver Aleksander Kjellevand, som har sittet med gruppen tre dager i uken gjennom semesteret. Prosjektrådgiver har jobbet med sitt eget arbeid, samtidig som han alltid vært tilgjengelig til å hjelpe og svare på spørsmål, noe som har vært til stor hjelp. Ved siden av dette ble det gjennomført faste statusrapportmøter med produkteier, se kapittel 6.1.5 *Statusrapportmøte* for en dypere forklaring av disse møtene. Under de nevnte møtene fikk

gruppen tilbakemelding ukentlig, så det var alltid klart om prosjektet var på riktig kurs. Det ble også holdt jevnlig møter med representanter fra NODES Market, som har hjulpet med teknisk kunnskap om fleksibilitetsmarkedet, og å forstå deres forventninger og krav. Utenom de nevnte møtene, ble det presisert fra starten av prosjektet at gruppen aldri skulle nøle med å ta kontakt hvis det var spørsmål, noe gruppen tok til seg.

Kommunikasjon innad i gruppen har også spilt en stor rolle. Uavhengig av om gruppen hadde møte fysisk eller ikke, ble det gjennomført en daily standup klokken 10:00 hver mandag til fredag. Daily standups har vært en effektiv måte å oppdatere hverandre på hva som ble gjort dagen før, og hva som var planen gående fremover. Tre ganger i uken møtte gruppen fysisk på Å Energi sine lokaler, noe som har gjort det enkelt å holde alle gruppemedlemmer oppdatert. Ved siden av dette ble det holdt en kontinuerlig kommunikasjon over internett på forskjellige kommunikasjonskanaler, hovedsakelig Discord og Messenger.

### **6.1.5 Statusrapportmøte**

Hver uke har gruppen sammen med produkteier gjennomført et statusrapportmøte. Under dette møtet har gruppen presentert status i prosjektet, slik at produkteier får en konstant oppdatering på progresjon og leveranse. Dette er en praksis som er brukt i hele Å Energi konsernet, til å forsikre at produkteier er oppdatert i progresjon i eget prosjekt og det setter opp en mulighet for hyppig tilbakemelding og diskusjon mellom parter i prosjektet. Å Energi har utviklet en mal som ved et kjapt overblikk gir en forståelse for status. Henviser til *Appendiks 6: Statusrapport* for et eksempel på mal brukt under et statusrapportmøte.

Malen er delt opp i syv hoveddeler; status sammendrag, oppnådde milepæler og leveranse, fremtidige milepæler og leveranse, nødvendig støtte fra ledelse, overordnet statusoversikt, status økonomi og risiko. Når produkteier ser denne oversikten, vil han øyeblikkelig via trafikklysprikkene i overordnet status forstå om det er noen problemer i prosjektet om det viser seg at det er en gul eller i verste fall rød prikk på en av kategoriene, vil dette være et interesseområde som må bli håndtert umiddelbart før man fortsetter med noen andre oppgaver. Trafikklysprikkene er en enkel fremvisning av gruppens risikovurdering og helhetlig status i prosjektet. Videre vil produkteier være interessert i å forstå status sammendrag. Her vil man få en aggregert oversikt over hovedoppgaver som er fullført og hvordan teamet synes at prosjektets fremgang er. Neste interesse er oppnådde og fremtidige milepæler og leveranser. Her presenterer gruppen de oppgavene som har blitt satt til å bli utført siden forrige statusrapportmøte og de fremtidige oppgavene gruppen skulle fokusere på til neste møte. Når produkteier har fått en forståelse for hva gruppen har gjort og skal gjøre, er det viktig å vite om det noen ressurser eller støtte fra ledelse som trengs for å utføre fremtidige milepæler eller rette opp i potensielle problemer. En viktig oversikt man trenger å forstå i et prosjekt med mange interessenter og parter, er den totale økonomien til prosjektet. Dette er

ikke like relevant til gruppens bachelorprosjekt da det ikke regnes lønn i dette prosjektet, derimot er det en god indikator for estimering av timer gruppen har brukt og har igjen. Siste del av statusrapporten går ut på å forstå risiko i prosjektet. Fordi risiko er en av de tyngre tematikkene i et prosjekt har dette fått sitt eget kapittel, henviser til kapittel 7 *Usikkerhet og risikoanalyse*.

### **6.1.7 Scrum som kvalitetssikringstiltak**

I kapittel 5.2 *Scrum* blir det skrevet om hvordan prosjektstyringsmetoden Scrum har blitt tatt i bruk i dette prosjektet. Der blir det gått gjennom de ulike aspektene ved Scrum, dets styrker og svakheter, samt hvordan gruppen har brukt den til å gjennomføre prosjektet. I tillegg til at Scrum er en nyttig metode for prosjektstyring, er det også ett godt verktøy for kvalitetssikring i ett prosjekt. Scrum gjør det mulig for team å kontinuerlig forbedre seg ut ifra utfordringer og opplevelser de møter i ett prosjekt. Gjennom disse utfordringene og opplevelsene kan teamet oppdatere den prioriterte backlogen for å oppnå mål og krav. (Scrumstudy, n.d.) Gruppens opplevelse var at virkeligheten avspeiler det litteraturen sier på dette området. Scrum var en sentral del i å skape kvalitet i dette prosjektet.

### **6.1.8 Mob programmering**

Mob programmering er en programutviklingsmetode som lar en gruppe samarbeide og jobbe sammen i sanntid om en oppgave. Et gunstig aspekt med mob programmering er at det gjør det mulig for en gruppe å samle kunnskap og spille på hverandres styrker. Mob programmering består hovedsakelig av tre roller; mob, navigator og driver. "Mob" refererer til gruppen av utviklere som jobber sammen om den gjeldende oppgaven, "navigator" refererer til en person som har ansvar for å føre diskusjon og gi instruksjoner til "driver" og "driver" har ansvar for å konvertere de gitte instruksene til kode. (Gillis, n.d.) Metoden tar inspirasjon fra par programmering, men det ble bestemt å bruke mob ettersom det passet best og var noe som teamet hadde erfaring med.

Metoden ble utført med en liten vri, ved å utelate navigator rollen. Det vil si at det ble gjennomført i en åpen diskusjon, men for å holde kontroll gjorde gruppen det slik at driveren hadde hovedordet hvis det ble uenigheter. Med bruk av mob programmering kunne gruppen samle kunnskap for å løse problemer i koden, oppdage feil og videre sikre at den opprettholdt ønsket kvalitet.

## **7. Analyse**

I flere instanser i prosjektet har gruppen måttet analysere både sitt eget arbeid og domenet som produktet blir utviklet for. I dette kapittelet føres to analyser, en som går inn på risikoanalysen gjennomført kontinuerlig i dette prosjektet og en Business Case analyse av

PMV. I tillegg til disse analysene har fleksibilitetsmarkedet blitt analysert tidligere i kapittel 2.2.2 *Fleksibilitet og fleksibilitetsmarkedet*. Disse analysene går inn på at denne teknologien vil være en viktig brikke i kampen for å dekke kraftbehovet og kutte effektopper. I tillegg til å ha analysert domenet, har gruppen også analysert ønskene fra produkteier og andre interessenter, som man kan lese i kapittel 6 *Kvalitet og kvalitetssikring*.

## 7.1 Usikkerhet og risikoanalyse

Det er viktig å kunne skille disse to begrepene. Det kan være naturlig å tenke at de betyr det samme, men de har litt forskjellig betydning. Usikkerhet kan defineres som en funksjon av både tilgangen på informasjon og hva som er nødvendig informasjonsmengde. Det betyr at både mangel på informasjon, men også for mye eller unødvendig informasjon kan føre til usikkerhet (Karlsen, 2017, s. 414). Risiko omhandler mulige fremtidige hendelser og konsekvensene som kan følge med. Usikkerhet er en sentral del av risikoen, da man på et gitt tidspunkt ikke kan vite nøyaktig hva som vil skje. En risiko kan ha både positive og negative utfall. (SNL, 2023).

Det vil alltid være risiko og usikkerhet tilknyttet utførelsen av et prosjekt, derfor er det viktig å være tilstrekkelig forberedt på å håndtere disse risikoene og usikkerhetene. Det er viktig med tiltak, men før en kan ha tiltak er en nødt til å kunne identifisere hvilke risikoer og usikkerheter som er tilknyttet ens eget prosjekt. Usikkerhet kan komme fra flere kilder. Det kan være flere forhold som skyldes utfordringer tilknyttet de tekniske aspektene, tilgang på relevant kompetanse og organiseringen av prosjektet (Karlsen, 2017, s.415). Det kan også være eksterne kilder som ikke nødvendigvis er prosjektgruppens feil. Det er likevel kritisk å være klar over disse, og ha forebyggende tiltak. Grunnet prosjektets omfang har det vært viktig å ta usikkerheter og risiko på alvor fra dag én. Viktigheten risikohåndtering ble også noe påpekt av produkteier. Gruppen har hatt god rutine hele veien med rapportering av risiko, noe som ble fremført for produkteier under hvert statusrapportmøte, se kapittel 6.1.5 *Statusrapportmøte*. For hvert statusrapportmøte har det blitt satt opp en rekke ting som har blitt sett på som risikoer. Risikoene har blitt satt inn i en risikomatrix for å få en overordnet, grafisk oversikt. Eksempler på risikoer har vært sykdom, prioritering av scope og mangel på eksterne ressurser. For hver risiko har det også blitt satt opp tilhørende forebyggende tiltak, dersom konsekvensen har vært medium eller høy. Appendix 10.1: *Risikovurdering* inneholder et eksempel på en av mange risikovurderinger. De har vært oppdatert ukentlig mellom hvert statusrapportmøte, for å alltid være oppdatert på risikosituasjonen.

I flere instanser i prosjektperioden har eksterne ressurser holdt en høy risiko. Dette fordi det er den risikoen som har hatt størst konsekvenser for prosjektet, og skapt mest usikkerhet hos medlemmene i gruppen. De eksterne ressursene det er snakk om i dette prosjektet, er data

fra NODES. Tidlig i prosjektets fase ble dataen etterspurt, og tidsestimater som ble gitt, ble utsatt flere ganger. Det har selvfølgelig vært gjensidig og god kommunikasjon med NODES, og det har vært forståelse begge veier da det også har vært mye nytt for NODES tilknyttet prosjektet. Likevel har det vært nødvendig for framgang i prosjektet å benytte tiden godt, og å få jobbet med prosjektet. Starten av prosjektet ble brukt til kunnskapsbygging og litt praksis med lignende data som gruppen skulle få tilgang til. Et hovedpunkt med oppgaven var å danne polygoner i et kart. Siden det var problemer med leveranse av data til å danne polygoner relatert til fleksibilitetsmarkedet, fant gruppen på noe lurt. Det ble valgt å teste ut polygondannelse ved å bruke et datasett med fylker og kommuner for å lære hvordan en skulle jobbe med Azure Maps. Da dataen med de faktiske koordinatene kom, visste gruppen på forhånd hvordan de skulle lastes inn i kartet. Det har vært svært viktig å alltid ha noe på agendaen, slik at det alltid har vært progresjon. Enten det er progresjon på utvikling av produkt, eller tilnærming av ny kunnskap eller administrativt arbeid tilknyttet prosjektet.

## 7.2 Business Case analyse av PMV

Når Å Energi setter mål om å utvikle en ny programvare, blir det ofte stilt krav fra bedriftens ledere om å analysere kostnadseffektiviteten av en slik utvikling; undersøke om utvikling av et slikt produkt vil ha en raskere retur på investeringen enn andre løsninger. Forståelse gitt av produkteier Tor Magne Lindeberg viser at det ikke er kapitalintensivt å bygge programvare i forhold til andre prosjekter i konsernets interesse. Utvikling av programvare har som regel en kostnad på 20 millioner kroner, målt opp mot byggeprosjekter, for eksempel å utbedre strømmettet, som ofte har en kostnad på over 200 millioner kroner. Det ble derimot tatt en vurdering om dette var en programvare som det var grunnlag for å utvikle, hvor hovedkriteriet lå i at det vil markedsføre potensialet til fleksibilitetsmarkedet og gjøre det mer oversiktlig. Før utviklingen av Power Market Viewer ble igangsatt, ble det lagt en antagelse om at visualisering av fleksibilitetsmarkedet var lønnsomt fra interessenter i markedet og konsernet, men lønnsomheten ble ikke dypt analysert. Ledelsen vurderte at dette produktet ville bli brukt til å fremme fleksibilitetsmarkedet, noe som gjorde at de ga grønt lys til utvikling.

Ifølge produkteier og prosjektrådgiver, vil både selskapet og samfunnet komme til å tjene langt mer på at fleksibilitetsmarkedet blir bredere tatt i bruk, da dette vil utsette nødvendigheten for utbygging av strømmettet og øke produksjonen, men heller effektiviserte bruken av strømkapasiteten som allerede fins. Forbedring og bedre kjennskap til fleksibilitetsmarkedet vil av disse løsningene være den mest kostnadseffektive, da dette kan utvikles og implementeres på relativt kort tid. I tillegg vil dette være den eneste av de tre løsningene som vil gi selskapet en ekstra inntekt og økt profittmargin over lengre tid, noe som hjelper mot en raskere retur på investeringen. Utvidelse av strømmettet, som går ut på å legge

strømkabler med høyere overførbarhet, er den dyreste og mest tidkrevende av de tre løsningene. Det kreves en stor førstegangsinvestering for en slik løsning, og det vil ta lang tid å få en retur på investeringen grunnet høye oppstarts- og utviklingskostnader. Denne løsningen derimot vil være den beste løsningen for å øke selskapets kapasitet til å levere større mengder strøm. Økt produksjon er nok den minst optimale løsningen, da dette går litt utenfor hovedproblemet som fleksibilitetsmarkedet er bygget for å løse. Denne løsningen vil ikke ha en betydning på overføringskapasiteten til kunder, men heller hvor mye strøm selskapet har tilgjengelig. Denne løsningen vil være kostnadseffektiv over kort tid, da etterspørsel etter strøm vil øke i fremtiden.

Det kan stilles spørsmål rundt hvor økonomisk lønnsomt fleksibilitetsmarkedet er for Å Energi på lang sikt. Etter å ha sett på løsninger tidligere presentert, mener gruppen at Å Energi fortsatt burde velge å investere i og satse på fleksibilitetsmarkedet, i tillegg til andre løsninger som utbyggelse av strømmettet eller økt produksjon. Det vil fortsatt være et etisk insentiv å benytte seg av fleksibel strøm, da det hindrer unødvendig skogrydding og utbygging av infrastruktur.

## 8. Sikkerhet

Sikkerhet er et viktig aspekt når det kommer til utvikling av programvare og bruk av data. Programmet som blir overlevert fra studentgruppen til Å Energi vil i første omgang ikke bli publisert til det offentlige, men holdt internt for videre utvikling. Dette gjør at sikkerhet ikke var en prioritet for gruppen, men det legges til rette for slik at det blir tatt hensyn for når produktet blir offentlig tilgjengelig. Viktige aspekter dekker blant annet datasikkerhet, brukersikkerhet og tilgangshåndtering. I tillegg vil sikkerhetsnivåer og tilgang til eksterne digitale ressurser, hovedsakelig Azure DevOps og NODES, og fysisk sikkerhet på Å Energi sine lokaler bli diskutert.

### 8.1 Datasikkerhet

Ved utvikling av et produkt hvor mye av funksjonene baserer seg på data, vil det være nødvendig med et visst nivå av datasikkerhet i bildet. Gruppen anvender data som nevnt i kapittel 4.6 *Implementasjon av Backend* fra NODES sin egen API. For å kunne bruke NODES sitt API må man ha tilgang på en token for å verifisere seg. Dette vil det bli gått dypere inn på i kapittel 8.3 *Tilgangshåndtering*.

Et aspekt som har blitt tatt ekstra hensyn til er datamanipulasjon. Dette går i praksis ut på at brukere har muligheten til å gjøre endringer på nettsiden, noe som kan gjøre at data blir endret eller slettet. Et eksempel på slik manipulasjon er SQL injection. Dette skjer ved at brukeren manipulerer et innskrivningsfelt for direkte tilgang til produktets database. Dermed

kan brukeren skrive inn SQL spørringer som gjør at data endres, eller i verste fall at hele databasen slettes (W3School, n.d.). Derfor har det blitt tatt et bevisst valg om at brukere ikke har mulighet til å direkte skrive inn noe i programmet, både for å redusere risiko, men også fordi dette ikke er en nødvendighet i produktet.

## 8.2 Brukersikkerhet

I dette produktet er det ikke nødvendig å legge mye krav til brukersikkerhet på dette tidspunktet, av den grunn at det ikke samles inn informasjon verken om brukeren eller brukerens PC/mobil. Dette kan derimot være noe som blir en faktor i det reelle produktet ved at cookies må benyttes, noe som vil bli diskutert i kapittel 10.2 *Ytterligere funksjonalitet og endringer*. Om cookies tas i bruk i videreutvikling av prosjektet så vil man måtte ta hensyn til brukersikkerheten. Det har blitt enighet om at dette ikke er en relevant funksjon for dette produktet innenfor bachelorprosjektets scope, da det ikke er noen funksjonaliteter som trenger å være brukerspesifikke på dette stadiet. Derimot kan dette være en ønskelig funksjon i fremtiden da det kan være interessant å få en oversikt over sine egne handler i fleksibilitetsmarkedet.

Når det kommer til brukersikkerhet, er det spesielt én lov som er essensiell innen EU. Denne loven heter personopplysningsloven (ofte kjent som GDPR) og er et sett med retningslinjer som må overholdes av nettsider som samler inn personopplysninger/data om brukere (EUROPAPARLAMENTS- OG RÅDSFORORDNING, 2016). Da PMV ikke samler inn brukerdata på dette tidspunktet, vil dette ikke være en relevant lov for produktet, men det vil antagelig bli relevant i fremtiden.

## 8.3 Tilgangshåndtering

Å Energi er som tidligere nevnt i kapittel 1.2 *Å Energi* en samfunnskritisk enhet og konsernet har forsterket sitt sikkerhetsnivå betraktelig, spesielt etter Russlands invasjon av Ukraina (European Council Council of the European Union, 2023). Det ble derfor gjennomført en bakgrunnsjekk av gruppens medlemmer før prosjektet startet. I tillegg måtte hvert medlem skrive under på flere dokumenter for å få tilgang, både fysisk og digitalt. For å få digital tilgang så har studentene jevnlig måttet godkjenne en terms of service som beskriver hvordan studentene skal te seg i forhold til Å Energi sin digitale infrastruktur. Medlemmene har tilgang til Å Energi sine fysiske lokaler ved hjelp av sikkerhetskort, som de har fått på bakgrunn av å ha blitt sikkerhetsklarert.

I tillegg til å godkjenne terms of service og bruk av sikkerhetskort, har studentene også trengt å bruke et verifiseringsverktøy til å digitalt bekrefte deres identitet. Verifiseringsverktøyet som

har blitt brukt er Microsofts to faktoriseringsverktøy som godkjenner at den som logger inn er riktig person. Dette har vært nødvendig å gjøre i begynnelsen av hver måned, noe som er en god praksis for å overholde sikkerhets- og tilgangsnivåene til Å Energi.

## 9. Bærekraft

Bærekraft er et stort begrep som dekker flere områder. Ordet i seg selv blir ofte brukt om noe som passer med idealet om en bærekraftig utvikling. Definisjonen av en bærekraftig utvikling blir beskrevet som en utvikling hvor behovet til mennesker som lever nå blir tilfredsstilt, uten å ødelegge de kommende generasjoners muligheter til å tilfredsstille sine behov (Tjernshaugen, 2022). Å Energi er en bedrift med stort fokus på bærekraft. Å Energi har valgt seg ut syv av FNs bærekraftsmål som sine ledestjerner. I tillegg er Å Energi ett av få selskap i Norge som har fått godkjent sine klimamål av det internasjonale initiativet Science Based Targets (Å Energi, n.d.)

I kurset *IS-305: Aktuelle IT-relaterte tema, bærekraft og digitalisering*, har gruppen jobbet på en rapport med fokus på hvilke innovative teknologier som kan forbedre den fremtidige bærekraften i strømmettet. En av teknologiene som blir trukket frem i denne rapporten er fleksibilitetsmarkedet og Power Market Viewer. Denne nevnte rapporten er blitt brukt som utgangspunkt for dette kapitlet. Å Energi har over en lengre periode sett at det har blitt et behov for å anvende en smartere måte å bruke strømmettet på. Dette er grunnet et økende forbruk og store effekttopper. Fleksibilitetsmarkedet for strøm sees på som et mulig verktøy til å redusere de nevnte effekttoppene og gjøre det eksisterende strømmettet mer bærekraftig. Fleksibilitetsmarkedet fremmer også andre bærekraftige aspekter, som økonomi og miljø. De økonomiske innebærer at nettleien vil bli billigere og at de første som vil ta i bruk fleksibilitetsmarkedet vil se en nedgang i strømpriser. Nedgangen i pris kommer av at personene det gjelder vil lade bilen på gunstigere tidspunkter, og generell smartere bruk av strøm. Å Energi vil også spare en del penger ved at de ikke trenger å bygge ut strømmettet. I kapittel 7.2 *Business Case analyse av PMV* blir det nevnt at utvikling av programvare som regel har en kostnad på 20 millioner kroner, sammenlignet med byggeprosjekter som ofte har en kostnad på over 200 millioner kroner. Mindre utbygging av strømmettet har også en positiv innvirkning på den miljømessige bærekraften. Det vil spare mye skog, grunnet at den måtte bli felt hvis strømmettet skulle bygges ut. Mange ressurser vil også bli spart ettersom det ikke vil være like stort behov for vedlikehold.

## 10. Videre utvikling

Gruppen visste fra starten av prosjektet at produktet ville ende i en overlevering for videre utvikling hos Å Energi. På grunn av prosjektets kompleksitet ble en del tid i starten av prosjektet brukt på kompetansebygging, definering av scope og prioriteten til



funksjonaliteten, dette er utdypet i kapittel 6. *Kvalitet og Kvalitetssikring* og appendiks: 13 *MoSCoW*. En del av oppgaven mot slutten av prosjektet ble derfor å lage dokumentasjon som reflekterte hvordan prosjektet ligger an og hvordan gruppen foreslår at det skal utvikles videre. Det er valgt ut tre hovedpunkter som gruppen anbefaler Å Energi å utføre før produktet gjøres offentlig.

## 10.1 Optimalisering av produkt

En viktig optimalisering vil være å senke antallet kall mot NODES sine servere. Som nevnt i kapittel 4.6 *Implementasjon av backend*, ble det avgjort at for at utviklingen av produktet skulle være rask, så ble det ikke lagt vekt på optimalisering av lasting av data. Dette fører til at det blir gjort mange små kall mot NODES sine servere. Disse kallene er tregere enn om man hadde gjort færre større kall. For å optimalisere dette må ny funksjonalitet legges til i API-et.

I tillegg til å optimalisere kall til NODES Client, burde også håndteringen av data når de har ankommet plattformen bli optimalisert. Tidlig i prosjektet ble det nevnt at å cache data i backenden kunne være en mulighet om det ble tid. Den viktigste dataen å cache, er statisk data som sjeldent endrer seg over tid. Dette gjelder eksempelvis historiske handler og polygoner. Hver gang en bruker oppdaterer eller går inn på nettsiden, blir det lagd et nytt kall etter de samme dataene. Om man cacher disse dataene på backenden, så fjerner man nødvendigheten for å gjøre nye kall mot NODES sine servere. Man kan også cache denne dataen hos klienten, noe som ville fjerne behovet for å spørre backenden etter disse dataene på nytt.

En annen mulig optimalisering for å redusere innlastingstiden til brukeren er å implementere *lazy loading*, av elementene i kartet. Elementene vil da hentes når de trengs, og man vil ikke trenge å vente på at all dataen skal lastes inn på en gang (Mozilla, 2023).

## 10.2 Ytterligere funksjonalitet og endringer

Det kan være interesse for ytterligere funksjonalitet i PMV. En av disse funksjonalitetene kan være å lagre posisjonen til brukeren i kartet ved hjelp av cookies.

Det kan det være av interesse for å lagre brukerdata, spesielt for å forstå atferd og bruk. PMV vil ha mange forskjellige brukere, med forskjellige ønsker for hva de vil se. Noen ønsker å alltid se det totale bildet, mens andre er interessert i å se handler i et område. Derfor anbefaler gruppen å implementere bruken av cookies, hvor brukeratferd lagres, både for å forbedre bruken av plattformen, men også for å analysere bruken av verktøyet. Det ble adressert noen sikkerhetshensyn ved bruken av cookies og lagring av brukerdata i 9.2 *brukersikkerhet*.

Produktets backend er nå satt opp for å kunne motta data fra testmiljøet til NODES. Dette vil når produktet tas i bruk byttes over til produksjonsmiljøet. På grunn av vanskeligheter ved å simulere naturlig aktivitet i testmiljøet må det gjennomgås om riktige data visualiseres på riktig måte.

### 10.3 Undersøke markedet

Siste del gruppen anbefaler Å Energi å utføre er en dypere markedsundersøkelse. Selv om de har en delvis forståelse for brukerbasen til produktet, er dette en gylden mulighet for å få en total oversikt over hvem som kommer til å bruke produktet. Dette vil være nødvendig siden det gir en forståelse for hva det totale produktet må inneholde og hvor stor brukerbasen kan være. Gruppen har som tidligere nevnt i kapittel 6. *Kvalitet og kvalitetssikring* fått en forståelse for hva ønskene og kravene til produktet er fra produkteier og andre interessenter, men det vil være viktig at Å Energi går ut og undersøker markedet mer nøyaktig.

## 11. Refleksjon

Gjennom alle de forskjellige fasene av prosjektet har det vært mye nyttig lærdom for alle innad i gruppen. Det har vært mye å lære seg og mange nye temaer å sette seg inn i, men vi mener at vi har klart å løse det på en god måte. Vi har diskutert dette både underveis og i prosjektets slutfase. Vi er svært fornøyde med sluttproduktet. Hvert medlem har også kunne bidratt med noe unikt, både tilknyttet prosjektet, men også det sosiale innad i gruppen. Vi har merket hvor avgjørende det er at samholdet i gruppen fungerer godt, og at det er en gjensidig respekt mellom alle medlemmer. I appendiks: 2. *Individuell refleksjon* reflekterer alle medlemmer over sitt eget arbeid i dette prosjektet. I appendiks: 1 *Uttalelse fra Å Energi*, gir produkteier sine tanker om utførelsen av bachelorprosjektet.

Slik vi har tilnærmet oss og anvendt Scrum er noe av det viktigste vi har gjort for å sikre framgang i prosjektet. De tilpasningene vi har gjort i vår bruk av Scrum, har vært en viktig faktor for fremgang og kvalitet. Det er også viktig å påpeke at det har vært veldig enkelt å samarbeide med Å Energi. Vi har samarbeidet med flere forskjellige fra Å Energi, og det har vært enkelt å opprettholde god kommunikasjon med alle. Dette har selvfølgelig hatt en positiv påvirkning på vår egen innsats. Det er veldig givende at Å Energi har et genuint ønske om at vi skal lykkes. Dette har ført til at vi alltid har ønsket å levere på et høyt nivå. Vi opplever også totalt sett at tiden har blitt brukt godt. Det har aldri vært dager der det har vært nødvendig å stille spørsmålet "blir vi faktisk ferdig?". Tidsbruken har stort sett vært jevn hele veien. Tidlig i prosjektets løp var perioden det ble lagt inn mest tid, dette fordi alt var nytt. Det var mye infomøter, bøker og dokumentasjon å lese.

Når sluttdato nærmer seg, og arbeidsoppgavene blir mindre og færre, kan en observere at tidsbruken går noe ned i forhold til tidlig i prosjektperioden. I tidligere kurs under studiet, har det ofte vært motsatt. Da har man lagt inn lite tid og innsats i begynnelsen, og veldig mye mot slutten. Dette har blitt opplevd som en mye sunnere måte å arbeide på. Prosjektstyringsmetodikken er noe vi kan takke for at vi har klart å bruke tiden godt, med godt definerte oppgaver og klare mål.

Selve produktet er vi også veldig fornøyde med. Scope på prosjektet er noe av det som har vært mest utfordrende å definere. Dette fordi produktet i teorien kan utvikles i "evig" tid, det er alltid ny funksjonalitet som kan bli lagt til, ny data som kan visualiseres og lignende. Likevel har vi klart å utvikle et sluttprodukt som har all ønskelig funksjonalitet.

## Litteraturliste

- Abson, L. (2020, Januar 19). *How to facilitate a retrospective with a team*. Hentet 2 12, 2023 fra YouTube: <https://www.youtube.com/watch?v=tASKgeHPSHE&t=604s>
- Angular. (u.d.). *What is Angular?* Hentet March 28, 2023 fra Angular: <https://angular.io/guide/what-is-angular>
- Ausmed. (2022, September 15). *What is the Protégé Effect?* Hentet May 10, 2023 fra Ausmed: <https://www.ausmed.com/publish/handover/learning-theories/what-is-the-protege-effect>
- Chart.JS. (2023, Februar 10). *Chart.js*. Hentet April 13, 2023 fra Chart.js: <https://www.chartjs.org/docs/latest/>
- Cloud Foundry. (2023, Mars 22). *Step 2: Update App and Push*. Hentet March 27, 2023 fra Cloud Foundry Documentation: <https://docs.cloudfoundry.org/devguide/images/blue-green/blue-green.png>
- Cloud Foundry. (2023, Mars 22). *Using Blue-Green Deployment to Reduce Downtime and Risk | Cloud Foundry Docs*. Hentet March 27, 2023 fra Cloud Foundry Documentation: <https://docs.cloudfoundry.org/devguide/deploy-apps/blue-green.html>
- ENERGIBRUKEN I ULIKE SEKTORER. (2021, August 25). Hentet fra Energifakta Norge: <https://energifaktanorge.no/norsk-energibruk/energibruken-i-ulike-sektorer/#:~:text=Norge%20er%20elektrisitet,-,Norge%20har%20en%20stor%20kraftintensiv%20industri,%20og%20elektrisitet%20blir%20i,og%20i%20anleggs-%20og%20landbruksmaskiner.&text=I%202020%20>
- EUROPAPARLAMENTS- OG RÅDSFORORDNING. (2016, April 27). *Lov om behandling av personopplysninger (personopplysningsloven) - KAPITTEL II Prinsipper*. Hentet May 2, 2023 fra Lovdata: [https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2018-06-15-38/KAPITTEL\\_gdpr-2#gdpr/a5](https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2018-06-15-38/KAPITTEL_gdpr-2#gdpr/a5)
- European Council Council of the European Union. (2023, Mars 31). *Impact of Russia's invasion of Ukraine on the markets: EU response*. Hentet May 5, 2023 fra Consilium.europa.eu: <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/eu-response-ukraine-invasion/impact-of-russia-s-invasion-of-ukraine-on-the-markets-eu-response/>
- Finansdepartementet. (2022, September 28). *Høyprisbidrag på vind- og vannkraft - regjeringen.no*. Hentet April 6, 2023 fra Regjeringen.no: <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/hoyprisbidrag-pa-vind-og-vannkraft/id2929111/>
- Finansdepartementet. (2022, September 28). *Økt grunnrenteskatt på vannkraft - regjeringen.no*. Hentet April 6, 2023 fra Regjeringen.no: <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/okt-grunnrenteskatt-pa-vannkraft/id2929115/>
- Fosen Vind. (u.d.). *Vindparkene*. Hentet April 4, 2023 fra Fosen Vind: <https://www.fosenvind.no/vindparkene/>
- Gillis, A. S. (u.d.). *What is mob programming?* Hentet May 9, 2023 fra TechTarget: <https://www.techtarget.com/searchsoftwarequality/definition/mob-programming>

- Hackathon. (u.d.). Hentet May 13, 2023 fra Hackathon Norge:  
<https://www.hackathonnorge.no/#Hackathon>
- Hofstad, K. (2021, Oktober 14). *oljekraftverk – Store norske leksikon*. Hentet May 15, 2023 fra Store norske leksikon: <http://snl.no/oljekraftverk>
- Holstad, M. (2023, Januar 19). *Betydelig nedgang i strømforbruket i 2022*. Hentet April 19, 2023 fra Statistisk sentralbyrå: <https://www.ssb.no/energi-og-industri/energi/statistikk/elektrisitet/artikler/betydelig-nedgang-i-stromforbruket-i-2022>
- Horne, H., Roos, A., Magnussen, I., Buvik, M., & Langseth, B. (2020). Norge har et betydelig potensial for forbrukerfleksibilitet i sektorene bygg, transport og industri. Norges Vassdrags- og Energidirektorat. Hentet 05 17, 2023 fra [www.nve.no](http://www.nve.no):  
[https://publikasjoner.nve.no/faktaark/2020/faktaark2020\\_07.pdf](https://publikasjoner.nve.no/faktaark/2020/faktaark2020_07.pdf)
- IBM. (u.d.). *What is Software Testing and How Does it Work?* Hentet April 6, 2023 fra IBM:  
<https://www.ibm.com/topics/software-testing>
- Karlsen, J. T. (2017). *Prosjektledelse: fra initiering til gevinstrealisering* (4. utgave. utg.). Universitetsforl.
- Kjellevand, A. (2023). Om fleksibilitet.
- Klima- og miljødepartementet. (2021, Oktober 15). *Fornybar energi og miljøforvaltningen - regjeringen.no*. Hentet April 6, 2023 fra [Regjeringen.no](http://Regjeringen.no):  
<https://www.regjeringen.no/no/tema/klima-og-miljo/naturmangfold/innsiktsartikler-naturmangfold/fornybar-energiproduksjon-i-norge/id2076808/>
- Løvås, G. G. (2023, Januar). *Forbruksutvikling i Norge 2022-2050 - delrapport til Langsiktig Markedsanalyse 2022-2050*. Hentet May 4, 2023 fra Statnett:  
<https://www.statnett.no/globalassets/for-aktorer-i-kraftsystemet/planer-og-analyser/lma/forbruksutvikling-i-norge-2022-2050---delrapport-til-lma-2022-2050.pdf>
- Martin, R. C. (2008). *Clean Code: A Handbook of Agile Software Craftsmanship*. Pearson Education.
- Microsoft. (2023, Mars 20). *Overview for Microsoft Azure Maps*. Hentet March 30, 2023 fra Microsoft Learn: <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/azure-maps/about-azure-maps>
- Microsoft. (2023, Februar 13). *Overview of Single Page Applications (SPA) in ASP.NET Core*. Hentet April 25, 2023 fra Microsoft Learn: <https://learn.microsoft.com/en-us/aspnet/core/client-side/spa/intro?view=aspnetcore-7.0>
- Microsoft News Letter. (2016, Oktober 6). *Microsoft and Agder Energi collaborate to build an intelligent grid powered by an intelligent cloud - Stories*. Hentet April 13, 2023 fra Microsoft News: <https://news.microsoft.com/2016/10/06/microsoft-and-agder-energi-collaborate-to-build-an-intelligent-grid-powered-by-an-intelligent-cloud/>
- Montiel, I. (2018, September 17). *Low Coupling, High Cohesion. The key to creating maintainable code... | by Ivan Montiel | clarityhub*. Hentet May 8, 2023 fra Medium:  
<https://medium.com/clarityhub/low-coupling-high-cohesion-3610e35ac4a6>

Mozilla. (2023, Mars 29). *Lazy loading - Web performance | MDN*. Hentet May 9, 2023 fra MDN Web Docs: [https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/Performance/Lazy\\_loading](https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/Performance/Lazy_loading)

Nodes Market. (u.d.). *About*. Hentet April 19, 2023 fra NODES: <https://nodesmarket.com/about/>

Nokken, L. A. (u.d.). *Prosjektstyring*. Hentet May 2, 2023 fra Digdir: <https://www.digdir.no/prosjektstyring/prosjektstyring/1417>

Norges vassdrags- og energidirektorat. (2015, Februar 27). *Om kraftmarkedet og det norske kraftsystemet*. Hentet fra NVE: <https://www.nve.no/reguleringsmyndigheten/kunde/om-kraftmarkedet-og-det-norske-kraftsystemet/>

Norges vassdrags- og energidirektorat. (2020, Oktober 29). *Forbrukerfleksibilitet*. Hentet April 17, 2023 fra NVE: <https://www.nve.no/energi/energisystem/energibruk/forbrukerfleksibilitet/>

*Om oss*. (u.d.). Hentet May 11, 2023 fra Norflex: <https://www.norflextech.no/om-oss>

Pandey, S. (2022, Oktober 3). *Importance Of Code Reusability In Software Development*. Hentet May 8, 2023 fra BrowserStack: <https://www.browserstack.com/guide/importance-of-code-reusability>

Perforce. (u.d.). *Intro to Coding Standards — Coding Rules and Guidelines*. Hentet May 9, 2023 fra Perforce: <https://www.perforce.com/resources/qac/coding-standards>

Pluralsight. (2022, Oktober 20). *10 Tips for Writing Clean Code | Pluralsight*. Hentet May 12, 2023 fra Pluralsight: <https://www.pluralsight.com/blog/software-development/10-steps-to-clean-code>

Rahman, M. T. (2019, Oktober 9). *Digital Interaction Design IS-104*. Hentet April 16, 2023 fra User Interfaces IS-104: <https://useg.it/t/it-og-informasjonssystemer/raw/branch/master/IS-104/2019-Autumn/viewer/files/Lectures/Lecture%20%20-%20Design%20Principles%20for%20usability.pdf>

Rolstadås, A. (2020, April 17). *prosjektplanlegging – Store norske leksikon*. Hentet May 12, 2023 fra Store norske leksikon: <https://snl.no/prosjektplanlegging>

Rosvold, K. A., & Hofstad, K. (2021, Januar 25). *kullkraftverk – Store norske leksikon*. Hentet May 15, 2023 fra Store norske leksikon: <http://snl.no/kullkraftverk>

Rosvold, K. A., & Hofstad, K. (2022, August 16). *kjernerkraftverk – Store norske leksikon*. Hentet May 15, 2023 fra Store norske leksikon: <http://snl.no/kjernerkraftverk>

Rosvold, K. A., & Mæhlum, L. (2022, August 04). *gasskraftverk – Store norske leksikon*. Hentet May 15, 2023 fra Store norske leksikon: <http://snl.no/gasskraftverk>

Scrumstudy. (u.d.). *Quality in Scrum project*. Hentet May 9, 2023 fra Scrumstudy: <https://www.scrumstudy.com/whyscrum/scrum-quality>

Simplilearn. (2023, April 4). *What Is Planning Poker: Understanding the Estimating Technique*. Hentet May 2, 2023 fra Simplilearn: <https://www.simplilearn.com/what-is-planning-poker-article>

- Skjeggstad, H. (2010, Juli 2). *Regjeringen sier ja til monsternormer i Hardanger*. Hentet April 4, 2023 fra VG: <https://www.vg.no/nyheter/innenriks/i/klyL9/regjeringen-sier-ja-til-monsternormer-i-hardanger>
- SNL. (2023, Mars 16). *risiko* – Store norske leksikon. Hentet May 12, 2023 fra Store norske leksikon: <https://snl.no/risiko>
- Solar Energy Technologies Office. (2021). *Solar Photovoltaic Technology Basics*. Hentet May 15, 2023 fra Department of Energy: <https://www.energy.gov/eere/solar/solar-photovoltaic-technology-basics>
- Spilde, D., Lien, S. K., Ericson, T. B., & Magnussen, I. H. (2018, April). *R APPORT Strømforbruk i Norge mot 2035 43 2018*. Hentet April 25, 2023 fra NVE: [https://publikasjoner.nve.no/rapport/2018/rapport2018\\_43.pdf](https://publikasjoner.nve.no/rapport/2018/rapport2018_43.pdf)
- SSB. (2022, Juni 15). *Fakta om strøm*. Hentet April 6, 2023 fra Statistisk sentralbyrå: <https://www.ssb.no/energi-og-industri/faktaside/strom>
- Statistisk Sentral Byrå. (2022, June 15). *Fakta om strøm*. Retrieved April 17, 2023, from Statistisk sentralbyrå: <https://www.ssb.no/energi-og-industri/faktaside/strom>
- Statnett. (2023, Januar 5). *Strømnettet i Innlandet må fornyes og oppgraderes*. Hentet May 11, 2023 fra Statnett: <https://www.statnett.no/om-statnett/nyheter-og-pressemedlinger/nyhetsarkiv-2023/stromnettet-i-innlandet-ma-fornyes-og-oppgaderes/>
- Svartdal, F. (2020, Mai 27). *sosial loffing* – Store norske leksikon. Hentet May 15, 2023 fra Store norske leksikon: [https://snl.no/sosial\\_loffing](https://snl.no/sosial_loffing)
- Sætre, N. (2023). Personlig kommunikasjon.
- Team Asana. (2022, November 28). *Burndown Chart: What it is, How to Use it, Example [2023]* • Asana. Hentet May 12, 2023 fra Asana: <https://asana.com/resources/burndown-chart>
- Tibber. (u.d.). *Smartlading* ⚡ *Tibber*. Hentet April 19, 2023 fra Tibber: <https://tibber.com/no/smartlading>
- Tjernshaugen, A. (2022). *bærekraft* – Store norske leksikon. Hentet May 8, 2023 fra Store norske leksikon: <https://snl.no/b%C3%A6rekraft>
- W3 Schools. (u.d.). *TypeScript Introduction*. Hentet May 11, 2023 fra W3Schools: [https://www.w3schools.com/typescript/typescript\\_intro.php](https://www.w3schools.com/typescript/typescript_intro.php)
- W3School. (u.d.). *SQL Injection*. Hentet May 1, 2023 fra W3Schools: [https://www.w3schools.com/sql/sql\\_injection.asp](https://www.w3schools.com/sql/sql_injection.asp)
- Yerushalmy, J. (2023, Mars 28). *Norwegian company says TikTok data centre is limiting energy for manufacturing Ukraine ammunition*. Hentet April 25, 2023 fra The Guardian: <https://www.theguardian.com/technology/2023/mar/28/energy-hungry-tiktok-data-centre-ukraine-ammunition-production-nammo-norway>

Å Energi. (2023, Februar 1). *Vi er blitt Å Energi!* Hentet May 9, 2023 fra Å Energi:  
<https://www.aenergi.no/no/vi-er-blitt-a-energi>

Å Energi. (2023). *Å Energi*. Hentet May 9, 2023 fra Å Energi: <https://www.aenergi.no/no/om-oss/om-a-energi>

Å Energi. (u.d.). *Bærekraft*. Hentet May 15, 2023 fra Å Energi: <https://www.aenergi.no/no/om-oss/baerekraft>



# Appendiks

## Appendiks 1. Uttalelse fra Å Energi



### UTTALELSE FRA Å ENERGI

Våren 2023 har gruppe 5 jobbet med et utviklingsprosjekt for Å Energi. De ble introdusert for prosjektet gjennom RefreshIT. Flere studentgrupper viste interesse, men vi valgte prosjektgruppen som har bestått av Aleksander Wilberg, Anders Furuset Jensen, Jonathan Selstad Hofstein, Kristian Fredrik Skibrek og Kristian Venaas.

Gruppen fikk introdusert en oppgave innen et relativt nytt fagområde der det kreves bred forståelse for strøm, energi og markedsmekanismer i tillegg til IT og informasjonssystemer. Gruppen ble bedt om å utvikle en applikasjon som ble påbegynt på en intern hackathon. Denne løsningen visualiserer markedet for forbrukerfleksibilitet i strømmettet, et viktig bidrag i det grønne skiftet.

Å Energi har hatt en veiledende og rådgivende rolle i prosjektet, og har stilt med kunnskap, teknologi data og lokaler for å støtte prosjektgruppen best mulig.

Vår opplevelse er at gruppen har vært svært motivert og dedikert til oppgaven. De har håndtert utfordringer godt, og de har vært meget strukturerte i sin tilnærming. Alt fra prosjektledelse, risikostyring til design og kodestandarder har holdt et nivå man normalt kun kan forvente av erfarne konsulenter.

Vi vil spesielt trekke frem studentenes evne til å tilegne seg kunnskap underveis i prosjektet, og omsette det til verdiskapende funksjonalitet. De har anvendt mange ferdigheter fra bachelor-studiet og fått demonstrert sin relevante kompetanse.

Vi er særdeles godt fornøyde med studentene i gruppe 5, og det har vært inspirerende og lærerikt å ha dem hos oss.

### På vegne av Å Energi AS

Tor Magne Lindeberg  
Leder for IT- og plattformtjenester

Aleksander Kjellevand  
Rådgiver IKT

---

**Å Energi AS**  
Adresse:  
Postboks 603 Lundsiden  
4606 Kristiansand

Org. nr.: 981 952 324  
Epost: [post@aenergi.no](mailto:post@aenergi.no)  
Telefon: 38 60 70 00

## Appendiks 2. Individuell refleksjon

### **Jonathan Selstad Hofstein:**

For min del har dette prosjektet vært utrolig givende og spennende, fylt med utfordringer og lærdom. Jeg har fått bruke mine styrker, men også funnet noen svakheter som jeg har jobbet med. Produktet vi utviklet krevde at det var flere nye teknologier og rammeverk som måtte læres. Ettersom jeg hovedsakelig jobbet med frontend var dette Azure DevOps, Angular og TypeScript. Det var en bratt læringskurve med noe motgang, men som etter hvert ga en god mestringsfølelse og har hjulpet meg til å utvikle ferdighetene mine videre. Jeg har også opparbeidet meg en god erfaring i hva det vil si å oppnå kvalitet i et prosjekt gjennom mine ansvarsområder, kvalitet og risikostyring.

### **Kristian Skibrek:**

Jeg synes dette prosjektet har gått veldig fint. Produktet har vært gjennom mange iterasjoner og jeg er veldig fornøyd med sluttresultatet. Mange av antagelsene vi hadde i starten av prosjektet endret seg, noen features ble tatt ut, andre lagt til. Gruppearbeidet har gått veldig bra, det har vært god stemning i gruppa. Jeg er også veldig fornøyd med hjelpen vi har fått fra Å energi og Nodes. Det har vært veldig behjelpelig å ha Aleksander Kjellevand med på laget.

### **Aleksander Wilberg:**

Å jobbe med et slikt prosjekt synes jeg har vært veldig lærerikt. Som gruppeleder har jeg hatt det overordnede ansvaret for hele bachelorprosjektet. Selv om det til tider har vært tøft og utfordrende å føle at man bærer mye på sine skuldre, mener jeg at jeg har gjennomført det på en god måte, mye takket være en bra gruppe og Å Energi. Jeg har fått en god forståelse for hvordan det er å lede et team, med mange dyktige personer, mot et samlet felles mål. Dette er virkelig noe jeg kommer til å ta med meg videre, da rollen som prosjektleder er noe jeg kan se for meg som et eventuelt arbeidsområde. Jeg føler jeg, i tillegg til å ha lært mye viktig angående prosjektmetodikk, også har lært mye om teknologiene brukt i produktet noe som absolutt er relevant videre i karrieren. Jeg har lært mye om dataforståelse, -arkitektur og TypeScript og Angular, og om selve strømdomenet.

Totalt mener jeg at gruppen har vært eksepsjonelt flinke på å jobbe sammen, noe som også kan gjenspeiles i produktet. Jeg er stolt over resultatet vi kan presentere til Å Energi og UIA. Alle grupped medlemmene har virkelig gitt alt igjennom perioden. Selv om vi har stått på hardt, har vi også hatt det gøy. Det har vært gøy å kunne jobbe så tett som vi har gjort med Å Energi og sammen som gruppe.

### **Kristian Venaas:**

Som Scrum Master har jeg hatt ansvaret for å håndtere prosjektstyring for dette bachelorprosjektet. Selv om det har vært utfordringer å holde oversikt over alle oppgavene og sikre at gruppen jobber effektivt sammen, har jeg lært mye om prosjektstyring og hvordan teamarbeid skal håndteres. Det har også vært viktig å ta hensyn til alle i gruppen sine tilbakemeldinger. Det at alle som er en del av gruppen skal føle seg hørt og inkludert har vært veldig viktig for meg. Erfaringen jeg har anskaffet meg i dette prosjektet vil være svært nyttig i fremtidige prosjekter. Jeg er veldig takknemlig for Å Energi som har gitt oss en spennende og lærerik oppgave og for gruppen som har vært veldig bra å jobbe med.

### **Anders Furuset Jensen:**

Jeg synes at arbeidet sammen med gruppa og Å Energi har vært utrolig spennende og lærerikt. Det har vært mange utfordringer på utrolig mange fronter for meg, da særlig programmering. Det har vært vanskelig å sette seg inn i Angular og JavaScript/TypeScript. Jeg er ikke den som har bidratt mest på kodefrenten, men jeg har fortsatt bidratt med kode som brukes i sluttproduktet og det er jeg stolt over. Derimot har jeg hatt et større ansvar for rapporten, og jeg synes jeg har fylt den rollen ganske bra, og bidratt med mye god innsikt og forslag til de andre i gruppa når de har lurt på ting. Jeg tenker jeg har bidratt godt i gruppa til både teknisk framgang, prosjektframgang og sosialt. Det virker som at det er gjensidig respekt mellom alle i gruppa, og det setter jeg pris på. Jeg har fått velge oppgaver fritt etter kompetanse og lyst, og andre har fått gjort det samme. Totalt sett synes jeg jeg at jeg har gjort et godt stykke arbeid, og bidratt med min kompetanse som jeg allerede har, og tilegnet meg mange nye lærdommer.

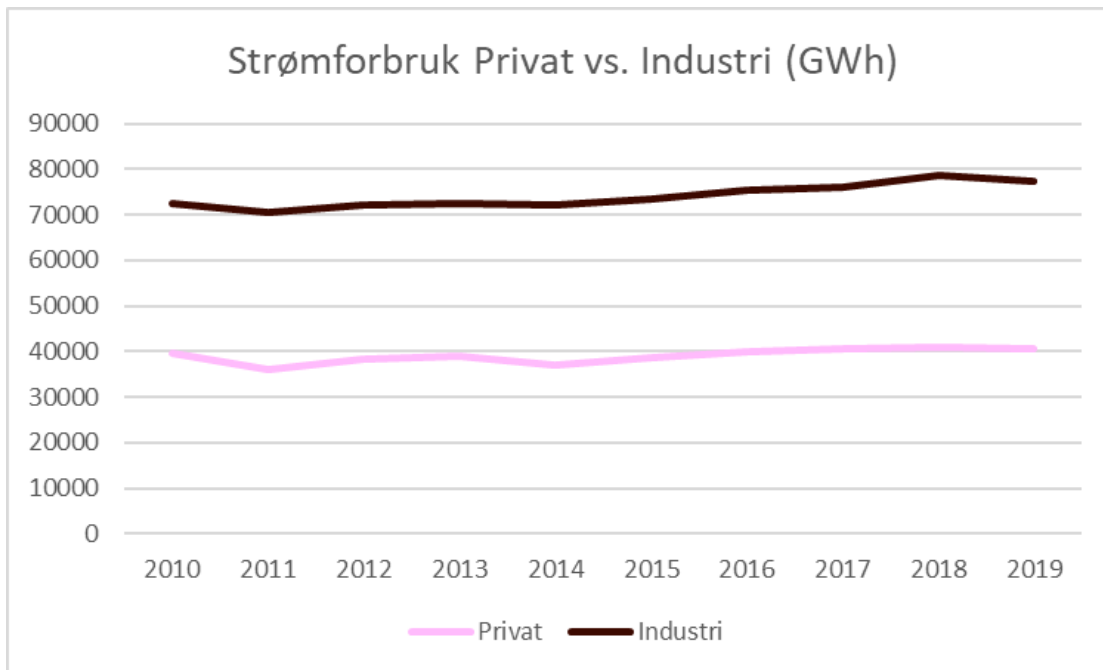
## **Appendiks 3. Strøm**

Dette prosjektet går ut på å visualisere fleksstrømmarkedet. Av denne grunn har det vært essensielt for teamet å få en dyp forståelse for selve domenet, strøm. Derfor ble det bestemt at hvert medlem av gruppen skulle ta for seg sitt ansvarsområde angående strømdomenet, og formidle denne kunnskapen til resten av gruppen. *Appendiks 1. Strøm* vil vise domeneforståelse i gruppen.

### **Appendiks 3.1 Norsk strømforbruk**

Når en skal se på det norske strømforbruket, er det viktig å skille mellom privat og industriell bruk. Privat bruk angår forbruk som er lenket til husholdninger og fritidsboliger mens industrielt forbruk angår alt fra produksjon til transport, bygg og anlegg til kraftintensiv industri. Det norske strømforbruket har holdt seg relativt stabilt, med en slak oppgang i

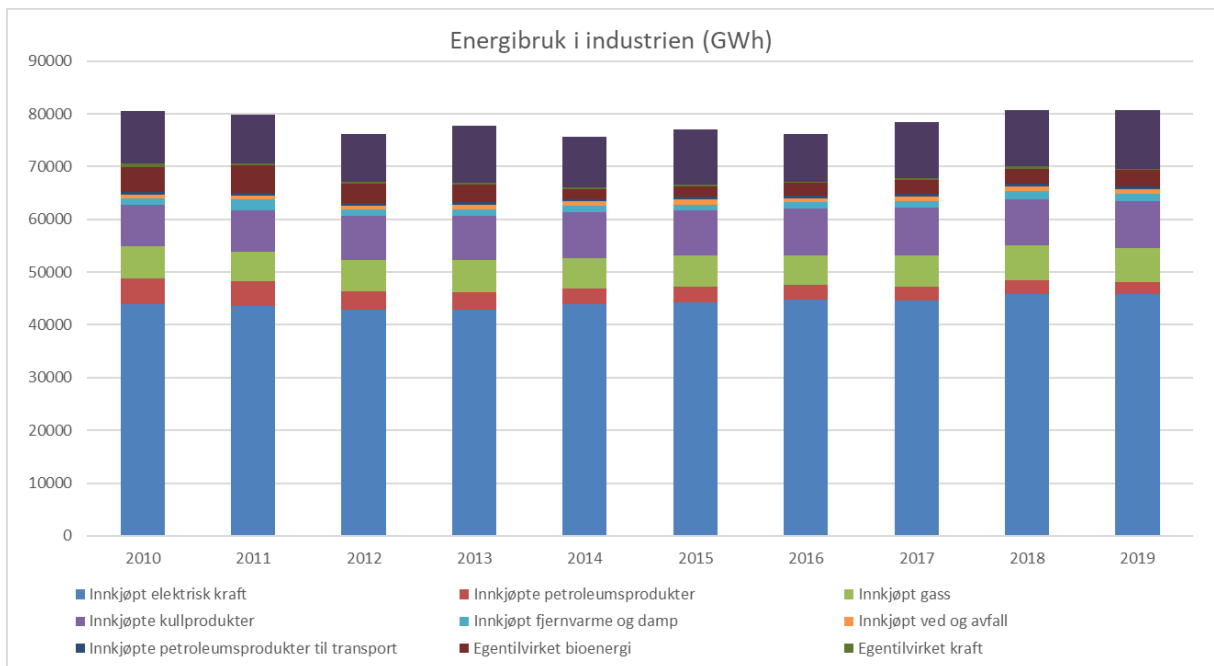
industrielt forbruk de siste årene. Som vi kan lese i figur 1, så har strømforbruket fra industri holdt seg på et relativt høyere plan enn privat, omtrent mellom 70.000 og 80.000 GWh mens privat forbruk har ligget så og si konstant på 40.000 GWh. Grunnen til at forbruket i norsk industri ligger så høyt, i forhold til andre land, er det faktum at hoved energikilden er strøm i motsetning til andre land hvor hoved energikilden kommer fra fossil kraft. Det er mange grunner til hvorfor dette er slik, men hovedgrunnen er at Norge sitter i en ideell posisjon som kan "lagre" strøm i vannbatterier og regulere produksjon avhengig av behov, noe ikke mange andre land har mulighet til.



Figur 1: Norsk strømforbruk husholdninger vs. industri. Data: <https://www.ssb.no/statbank/table/08311/tableViewLayout1/>

Samlet norsk forbruk i 2022 var på 126,1 TWh, noe som er en nedgang på 4,2% siden 2021. Noe av grunnen til en betraktelig nedgang i forbruk stammer fra at høye strømpriser enn normalt ble brakt over fra året før, noe husstander og industri lærte av. Forbruket på Østlandet toppe nedgangsstatistikken, hvor strømforbruket gikk ned med 10,4% (3,6 TWh) mens forbruket i Nord-Norge ikke så noen betraktelig nedgang (Edwards, 2023). Selv om dette er et godt tegn, kan det ikke tas med i betraktning av det totale norske forbruket, siden denne perioden er et unntak i grunnlag av situasjonen. Det er en prediksjon at det norske strømforbruket kommer til å ta seg betraktelig opp de kommende tiårene, mye i skyld av at industri skal fase ut bruken av fossil energi og gå over til ren elektrisk energi. I Figur 2 kan vi

tydelig se hvilke energiklasser som er de største i Norge. Elektrisk kraft står for omtrent 60% av energibruket i industrien, etterfulgt av gass og kullprodukter.



Figur 2: Energibruk i Industrien (GWh). Data hentet fra: <https://www.ssb.no/statbank/table/08205/tableViewLayout1/>

Sektorene Bygg, anlegg og tjenesteyting, og Kraftintensiv industri står for de to sektorene som forbruker desidert mest elektrisk energi i Norge. Disse sektorene sto for 73% av det totale industrielle strømforbruket i 2021. I Sektoren Bygg, anlegg og tjenesteyting kommer mesteparten av dette forbruket fra oppvarming av bygg og tappevann. Det brukes nesten utelukkende elektrisitet til disse oppgavene, selv om det finnes alternativer som for eksempel fjernvarme. Energibruken i denne sektoren har steget noe de siste årene. Innen Kraftintensiv Industri stammer om lag 64% av energiforbruket fra elektrisitet. Det høye elektriske forbruket skyldes i stor grad produksjon av aluminium, som bruker nesten utelukkende elektrisitet som energikilde. Produksjon av andre metaller, byggmateriell og kjemikalier anvender i større grad andre energikilder som gass, kull og koks (ENERGIBRUKEN I ULIKE SEKTORER, 2021).

### Appendiks 3.2 Produksjon av elektrisitet

Produksjon av elektrisitet skjer på mange forskjellige måter, og på mange forskjellige kostnadsnivåer. Noen land er godt egnet for for eksempel vannkraft som Norge, mens flatere

land lenger sør i Europa er ikke fullt så egnet. I dette underkapittelet vil vi gi en oversikt over de mest vanlige formene for elektrisitet, og hvordan de fungerer i praksis.

### **Appendiks 3.2.1 Fossilt brensel**

Kull

Kull brukes i kullkraftverk for å skape elektrisitet. Det finnes mange ulike typer og kvaliteter av kull. Kullet blir brukt som energikilde til å varme opp vann. Store dampturbiner bruker dampen fra det varme vannet. Disse dampturbinene er igjen koblet og driver generatorer (Rosvold & Hofstad, 2021).

### **Appendiks 3.2.2 Olje**

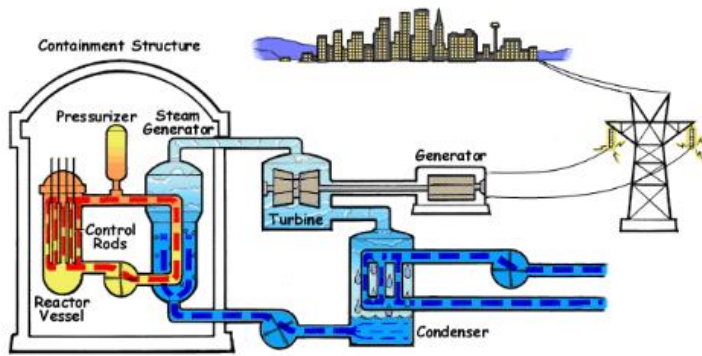
Olje blir brukt i oljekraftverk som brensel for produksjon av elektrisk energi. Disse type kraftverkene er ikke veldig vanlig lenger, og er erstattet med kullkraftverk, gasskraftverk og kjernekraftverk. I et oljekraftverk blir varmeenergien som blir frigjort av forbrenning av olje, omdannet til mekanisk energi. Denne energien blir brukt som drivkraften i en generator som produserer elektrisk energi. Drivkraften til aggregatet kommer ofte fra en dampturbin eller en forbrenningsmotor (Hofstad, 2021).

### **Appendiks 3.2.3 Gass**

Gasskraftverk er industrianlegg som utnytter naturgass til produksjon av elektrisk energi. Et gasskraftverk kan bygges opp etter tre hovedprinsipper: Første er rene gassturbinverk hvor avgassen fra turbinen slippes ut til friluft. Den andre er rene dampturbinverk hvor dampkjelen fyres med vann. Tredje prinsipp er en kombinasjon av de to første, ofte kalt et kombikraftverk, hvor den varme avgassen fra gassturbinen utnyttes videre til produksjon av damp for dampturbinen (Rosvold & Mæhlum, 2022).

### **Appendiks 3.2.4 Atomkraft (Kjernekraftverk)**

Et kjernekraftverk produserer elektrisitet energi ved hjelp av kjerneenergi. Dagens kjernekraftverk fungerer på lik måte som varmekraftverk, men med den forskjellen av at varmen som driver dampturbinene utvikles i en eller flere kjernereaktorer (Rosvold & Hofstad, 2022). Når et atom blir splittet skaper dette varme. Denne varmen blir brukt til å varme opp vann som skaper damp. Denne dampen blir brukt i dampturbiner som igjen er koblet til en generator som produserer elektrisk energi.



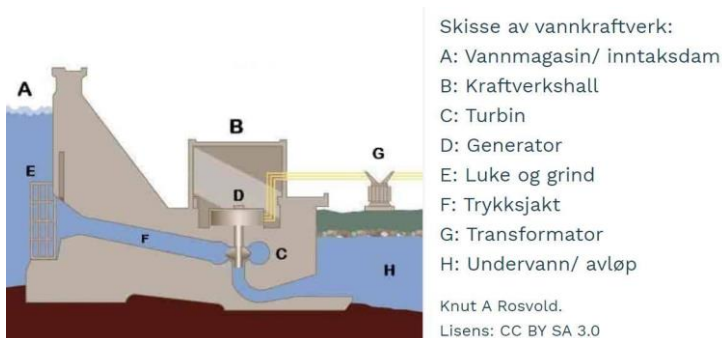
Illustrasjon av virkemåten til et kjernekraftverk med trykkvannsreaktor

kjernekraftverk  
 Av U.S.NRC..  
 Lisens: public domain

### Appendiks 3.2.5 Vannkraft

Et vannkraftverk utnytter vannfallsenergi til produksjon av elektrisk energi. Vannet blir sluppet inn i trykksjakten der det renner ned i en turbin. Denne er koblet til en generator som da transformerer vannfallsenergi til elektrisk energi. Vannkraft har mange fordeler. Den er ren, forutsigbar, fleksibel og kan forsyne mange generasjoner. I Norge forsyner vannkraften rimelig energi fra lokale ressurser. I Norge kommer 90 prosent av kraftproduksjonen fra vannkraft. På verdensbasis utgjør vannkraften rundt en sjettedel av kraftproduksjonen (Statkraft, u.å.).

Statkraft (u.å.) *Vannkraft*. Hentet 22.02.2023 fra <https://www.statkraft.no/var-virksomhet/vannkraft/>



### **Appendiks 3.2.6 Vindkraft**

Vindkraft er vindenergi omgjort til enten mekanisk energi eller elektrisk energi. i dag brukes begrepet vindkraft mest om elektrisk energi som blir produsert i et vindkraftverk. Her blir vindenergien først omdannet til rotasjonsenergi som deretter i en generator omdannes til elektrisitet.

### **Appendiks 3.2.7 Solenergi**

Solenergi er en viktig og stadig mer populær form for fornybar energi. Solenergi fungerer ved å utnytte energien fra sollyset og konvertere den til elektrisitet gjennom fotovoltaisk konvertering (U.S. Department of Energy, 2021). Dette skjer i solceller som er laget av halvledermaterialer som silisium. Når sollyset treffer solcellen, blir elektronene i halvledermaterialet stimulert av energien i lyset, og de beveger seg til ledninger i solcellen. Når disse elektronene beveger seg gjennom ledningene, oppstår det en elektrisk strøm (U.S. Department of Energy, 2021). Mengden av solenergi som treffer jorden i løpet av ett år er om lag 15 000 ganger større enn hele verdens årlige forbruk.

### **Appendiks 3.2.8 Biobrensel**

Biobrensel er en type brensel som er laget av organisk materiale, for eksempel planter og trær. Biobrensel kan brukes til å erstatte fossile brensler som olje, kull og naturgass i mange ulike applikasjoner, inkludert transport, oppvarming og elektrisitetsproduksjon. Det er flere fordeler med biobrensel, inkludert at det kan redusere utslipp av klimagasser og at det er fornybart.

## **Appendiks 3.3: Politiske prosesser**

Strøm og strømnettet er en av de viktigste infrastrukturene vi har i landet. Staten og det offentlige er svært involvert på flere fronter, og på flere nivåer. Både på kommunalt, regionalt og statlig nivå. Derfor er det essensielt å forstå de viktigste politiske prosessene som påvirker prosjektet, strømnettet og fleks-markedet. Et komplekst, men sentralt element som er viktig å vite om er at staten har store eierandeler i kraftselskapene gjennom flere instanser og bidrar med kapital.

Vannkraft er Norges største energikilde. I 2021 sto vannkraft for nesten 150 000 gigawattimer, noe som tilsvarer over 90% av kraftproduksjonen i landet (SSB, 2022). Høsten 2022 foreslo Regjeringen å øke grunnrenteskatten på vannkraft fra 37% til 45%. Dette vil medføre om lag 11 milliarder kroner i ekstra skatteinntekter (Finansdepartementet, 2022). Dette medfører til mindre penger hos kraftselskapene som fører til dårligere investeringsevne. Investeringer i ulike prosjekter, nye teknologier og bedrifter er en essensiell del av det grønne skiftet og mer



fornybar og bærekraftig energi. Regjeringen sier «*Fornybar energi som erstatning for fossil energi, er viktig når samfunnet skal omstille seg til lavutslippsamfunnet. Det skal være en god balanse mellom mer fornybar energi og miljøhensyn.*» (Klima- og miljødepartementet, 2021). Da kan det være paradoksalt at investeringsevnen til kraftselskapene i fornybar energi svekkes av høyere grunnrenteskatt. Dette påvirker ikke den daglige driften og ansattes lønn, det er investering innenfor ny og eksperimentell teknologi.

Et annet nylig innført tiltak fra Regjerings side er høyprisbidrag. Høyprisbidraget settes i verk dersom kraftprisen er over 70 øre per kWh, og er en særavgift til statskassen (Finansdepartementet, 2022). Så enkelt forklart, når prisen er over 70 øre per kWh, og høyprisbidraget settes til verks, beskattes kraftprodusentene omtrent 90%. Et utfall av høyprisbidraget er at det ikke lønner å bygge seg for effekt, noe som kan gjøre fleks mer attraktivt. (Tor Magne Lindeberg, 2023). Vi velger å vise til et praktisk eksempel på hva dette betyr. Et kraftverk har tre aggregater som produserer strøm til vanlig. Når prisen er høy, vil det lønne seg å produsere mer, da dette fører til mer inntekt. Da kunne man sett for seg å ha et fjerde aggregat, som kun kjører når prisen er høy. På grunn av høyprisbidraget og den ekstra beskatningen, vil ikke dette lønne seg å gjøre. Da kan fleks være mer attraktivt, for å utnytte strømmen og nettet man har tilgjengelig på en bedre måte.

## Appendiks 4. Kode dokumentasjon

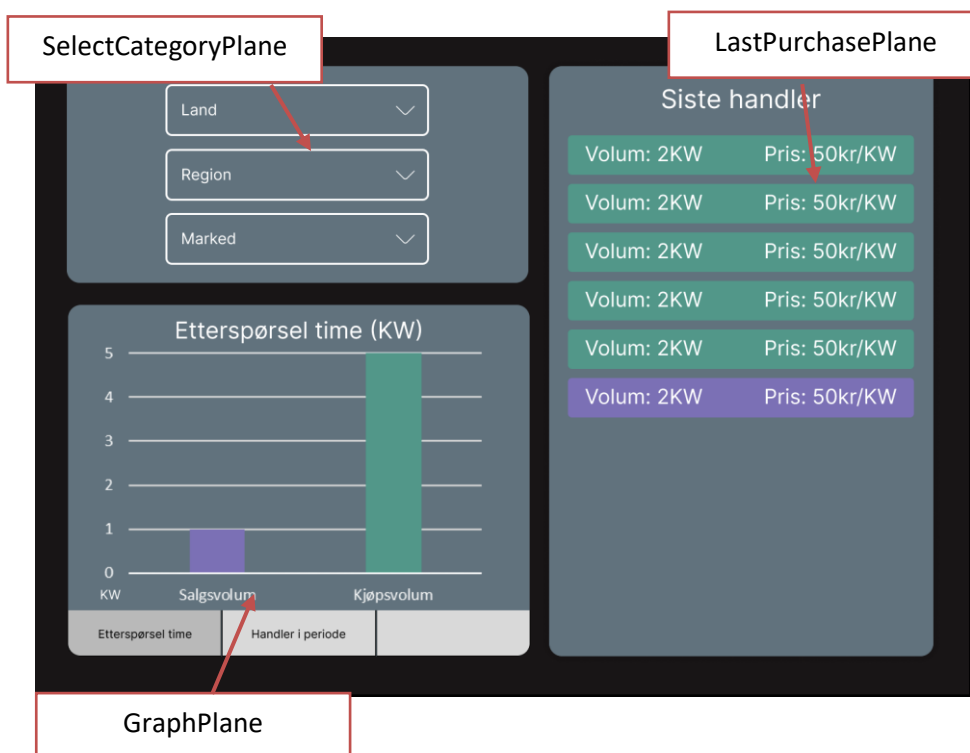
For å gjøre det enkelt for nye personer å sette seg inn i kode som er skrevet, er det viktig at kode tar for seg prinsipper introdusert i *clean code*, men også at komponenter har en god dokumentasjon. Det er mange grunner til hvorfor man burde legge ved en dokumentasjon når man overrekker kode, blant annet vil det hjelpe med forståelse av koden for fremtidig vedlikehold, effektivisere feilsøking, spare tid ved å forklare hvordan koden fungerer og hvorfor valg ble tatt og at man kan dele kunnskap på tvers av avdelinger. Videre følger dokumentasjonen til hovedkomponentene som bygger PMV.

### Appendiks 4.1: Dokumentasjon - Tabelloversikt

Følgende er en representasjon av visjonen for designet til tabelloversikt. Designet har gått igjennom flere stadier, som vi kan se i Appendiks 6.2: *Designevolusjon – Tabelloversikt*.

TableView is the page in Power Market Viewer, displaying data using tables and graphs. It is split into three planes, *SelectCategoryPlane (SCP)*, *GraphPlane (GP)* and *LastPurchasesPlane (LPP)*. SCP is used to format the data displayed in GP and LPP. Following is a representation of the vision of the TableView design. All Planes have their own component, leading to low cohesion and clean code.

It is important to run an npm install chart.js in the ClientApp and run a global npm install globally to make sure everything is up to date.



### SelectCategoryPlane

This plane is used to format the data to be displayed in TableView. Here, the user has a set of three options, one to choose the country to see flex data for, one to select the region within the country, and one to select the market within the region. This will change the data displayed in LastPurchasePlane and GraphPlane.

### LastPurchasePlane

This plane is used to display the last flex trades made. It shows the volume of the trade (in KW) and the price pr KW.

### GraphPlane

This plane is used to display graphs. It uses the Chart.js library to create the graph infrastructures.

## Appendiks 5: Scope

Her vises alt av hva prosjektet i sin helhet vil inneholde av funksjonalitet og hva vi som studentgruppe forventer at vi kan gjennomføre i dette bachelorprosjektet.

### Ønsket funksjonalitet:

synliggjøre aktive fleksibilitet markeder i kart som polygoner  
visualisere behov for fleksibilitet

synliggjøre tidsdimensjonen (vurdere alternativer og implementere anbefalt)(tidsdimensjonen ligger muligens utenfor scope)

visualisere tilgjengelig fleksibilitet

visualisere endringer i behov og tilgjengelighet

visualisere handler i fremtid/fortid

visualisere inngåelse av handler

### **hvordan illustrere best en tilstand?**

kartlegge og beskrive ønsket funksjonalitet - knyttet opp mot fagområdet og teknologiske løsninger

vurdere kompleksitet, gjennomførbarhet og forretningsverdi

vurdere metodikk, gjennomførbarhet og forretningsverdi

vurdere metodikk, risiko, etiske, problemstillinger og samarbeidsform

implementere proof-of-concept for prioritert funksjonalitet

beskrive forventet bruk av løsningen

## **Scope gruppe ønsker å ta på seg**

- **Hva vi har mulighet til å inkludere er avhengig av hva slags data vi får tilgang til**
- Kartlegge og beskrive ønsket funksjonalitet - knyttet opp mot fagområdet og teknologiske løsninger

### **FUNKSJONALITET:**

generelt:

zoom inn tar deg fra ett nivå til et annet, nivåene gir deg tilgang til forskjellig info og viser deg forskjellige områder som er fargelagt utifra en skala (for eksempel grå til grønn) som viser mengden flex.

trykking eller hovering på et område vil gi deg en boks som viser relevant info for området du trykker/hoverer.

nivåene:

nivå 1 (øverste zoom nivå):

- hele verden, land evt delt opp i regioner. Viser de regioner som bruker flex.
- funksjonalitet:
  - hover: vise prosentvis hvor mye flexbruk i verden
  - Dele opp i land
  - (senere) trykk på land, viser flexbruk i det landet med mer data i tabellform

nivå 2:

- dele opp hvert land i regioner
- funksjonalitet:
  - ser hvilke regioner i et land som har flex

- (senere) sterkere grønnfarge (annen farge) avhengig av hvor mye flex som er handlet i den regionen.
- Disponibel flex og historisk flex

nivå 3 alle Noder i regionen

- hover/trykk
  - hvilke/hvor mange assets som er koblet på TRAF0 stasjonen i nedtrekksmeny
    - elbiler o.l
    - hvor mange nettstasjoner
  - hvilke regioner som har flex/hvor mye flex har de
    - farge avhengig av hvor mye flex de har

nivå 4(fremtidig)(avhengig av data):

- hver enkelt TRAF0-stasjons assets
- funksjonalitet
  - trykke:
  - hover:

nivå 5(fremtidig (non-public)): hver nettstasjon med tilkoblede enheter

- legger opp infrastruktur for fremtidig implementasjon, men ikke tillatt

#### **hvem vil bruke produktet?**

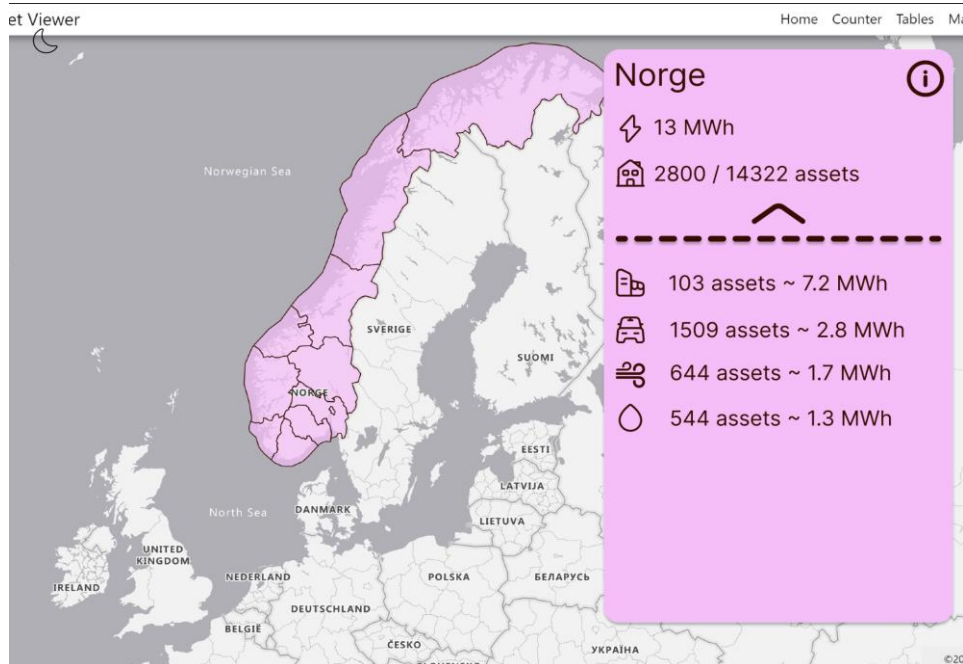
- større firmaer
  - nettselskaper
    - fordele belastning på strømnettet bedre
    - bedre bruk av strøm => mindre behov for utvidelse av strømnettet = bærekraftig
  - styring av elbil
    - f.eks tibber
    - smart lader
  - staten
    - initiativet øker bærekraften i norge pga, bedre strømbruk
    - rydde mindre skog
    - mindre vedlikeholdskostnader
  - enkeltpersoner
    - ikke direkte nytte av produktet, men kostnadene for strøm vil bli mindre
- mulig solcellepanel eiere/installatører

## **Appendiks 6: Designevolusjon**

I løpet av dette prosjektet har produktet sett flere design endringer. Disse endringene har skjedd som en reaksjon på valg av funksjoner og adaptasjon av nye designprinsipper.

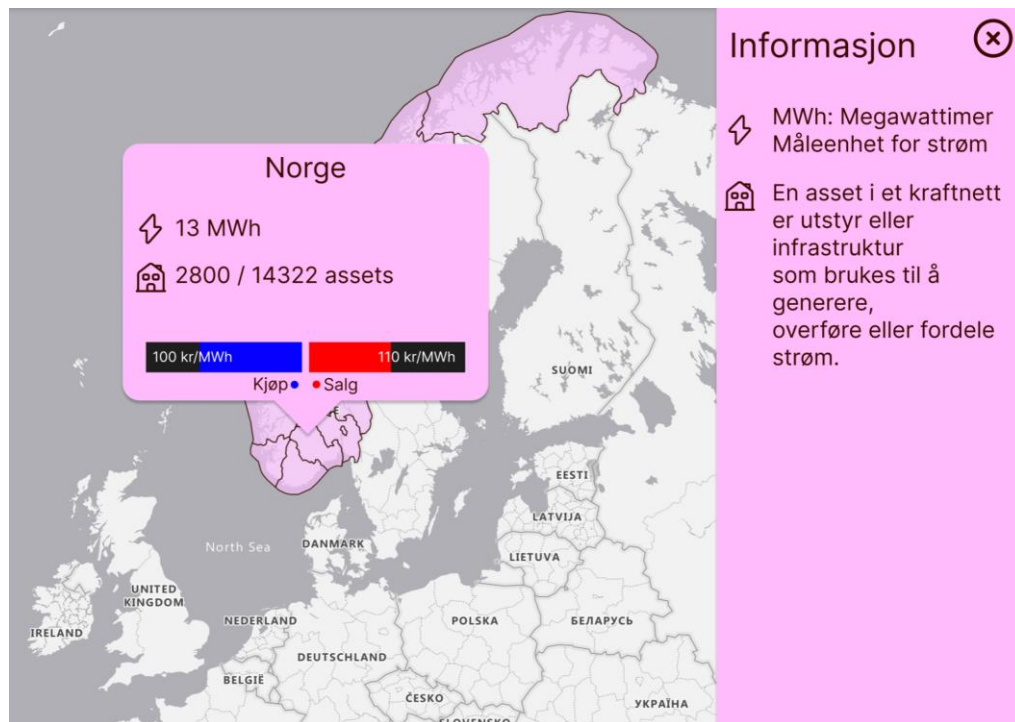
## Appendiks 6.1: Designevolusjon - Kart

### Prototype 1 for PMV med popupboks til Norge:

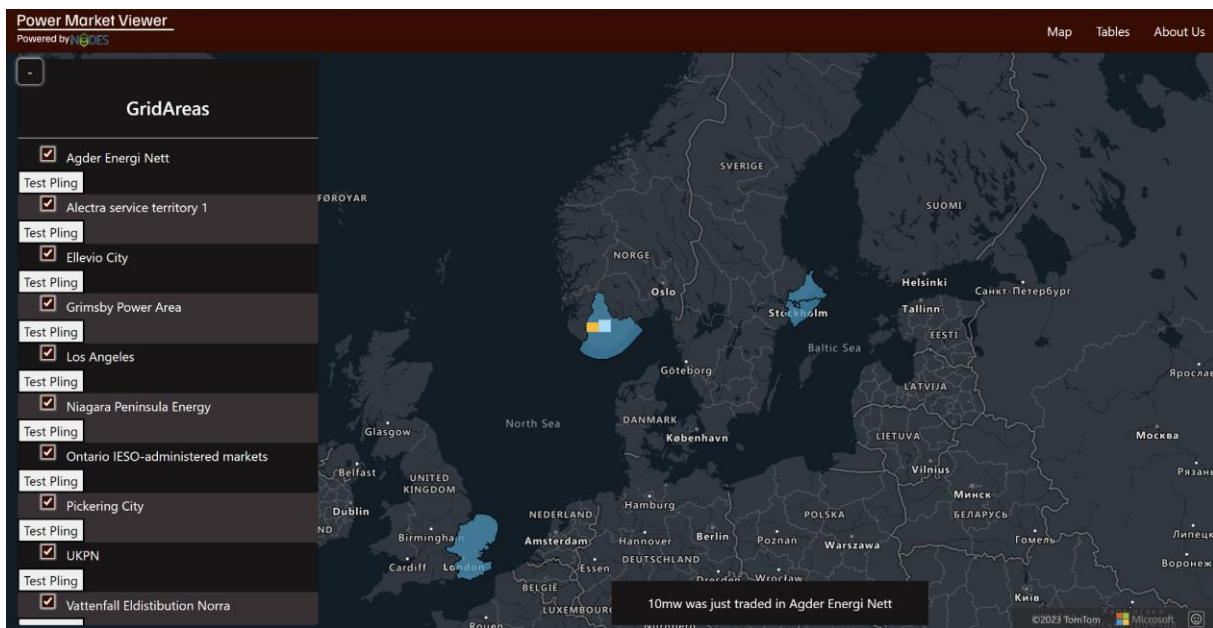


### Prototype 2 for PMV:

Her ble popupboks flyttet til å være hover over marked bruker holder over, i dette tilfelle Norge, og infoboks til høyre:



## Prototype 3 for PMV:

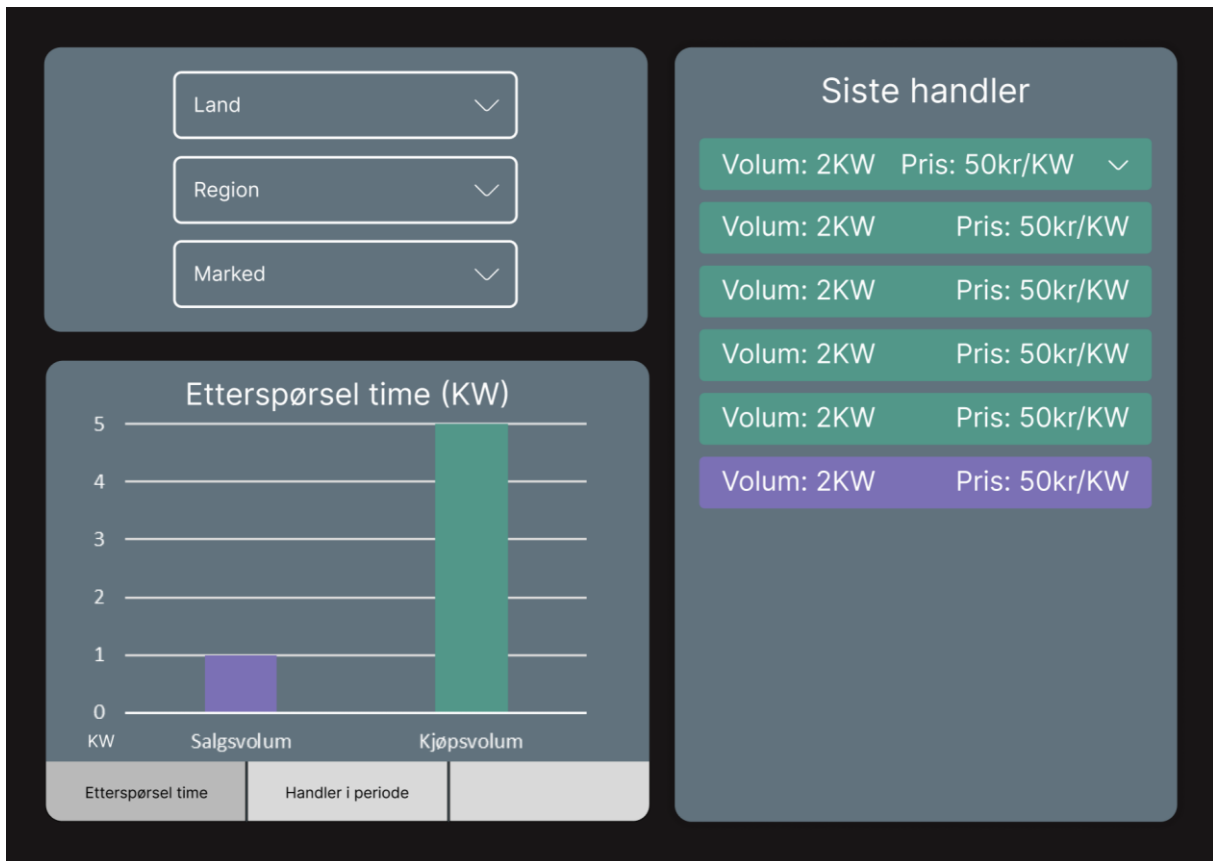


## Appendiks 6.2: Designevolusjon - Tabelloversikt

### Prototype 1 av tabelloversikt:



### Prototype 2 av Tabelloversikt:



### Prototype 3 av Tabelloversikt:

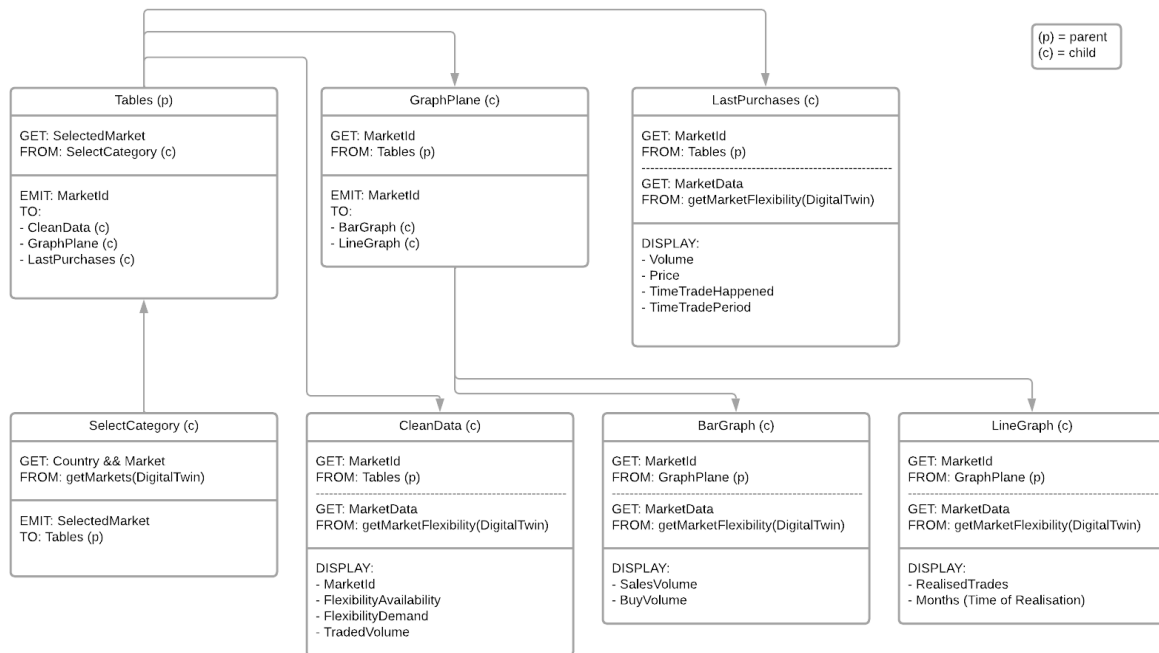


## Appendiks 7: Arkitektur

For å få en forståelse for alle elementer i et prosjekt, er det nødvendig å visualisere arkitekturen.

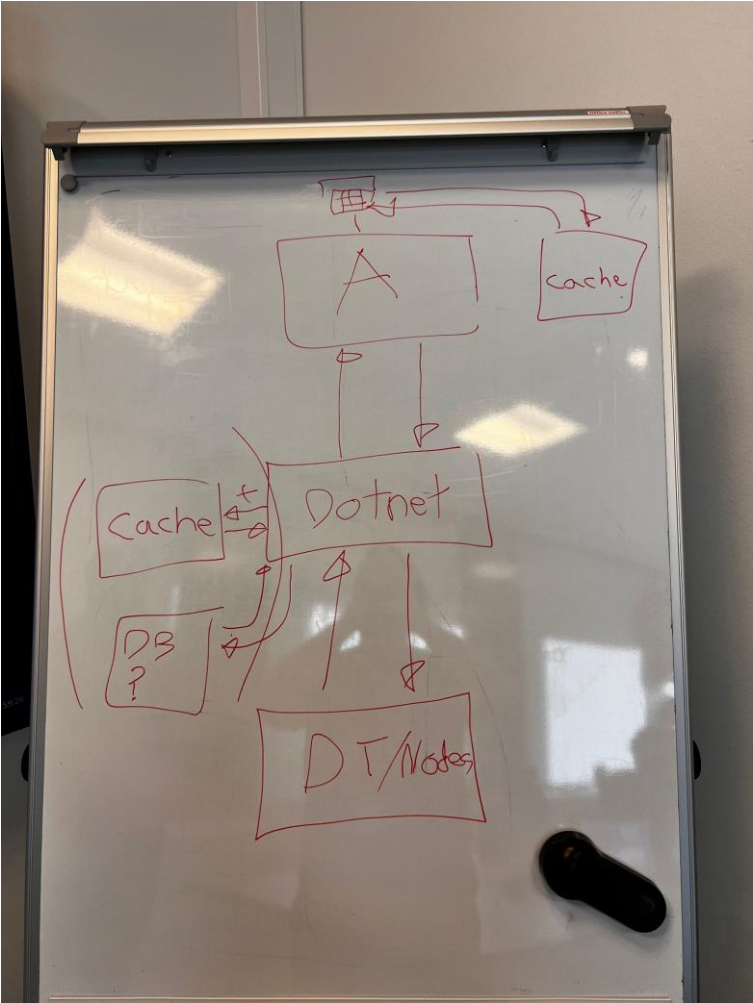
### Appendiks 7.1: Komponentarkitektur - Tabelloversikt

Denne arkitekturen viser forholdet mellom komponentene i Tabelloversikt, og dataflyten.

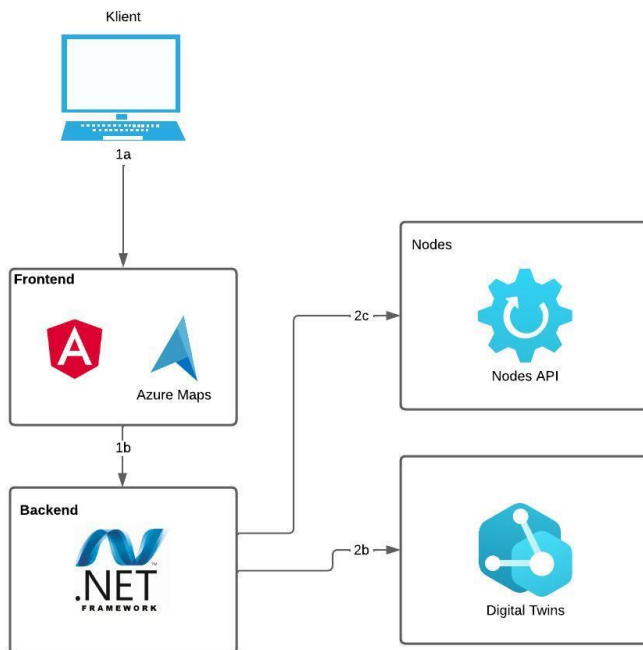




Appendiks 7.2 tidlig versjon av arkitekturdiagram



## Appendiks 8: User story



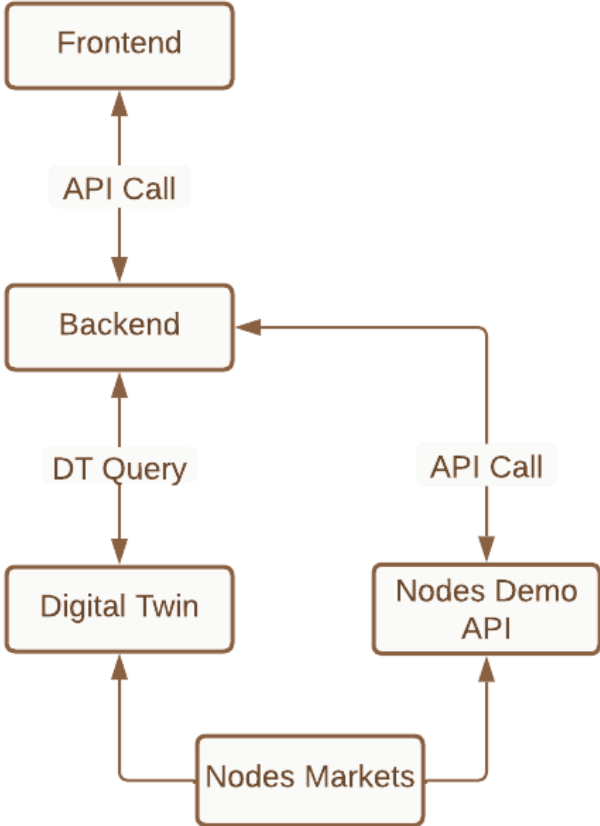
1a En kunde går inn på pmv.no, frontenden laster inn et kart (azure maps),

1b, frontenden gjør kall til backenden etter nødvendig data

2a. backenden gjør en query til azure digital twin for å hente ut informasjon om hvilke gridnodes og gridareas som har et tilhørende polygon

2b. backenden gjør flere kall til nodes sin api, først for å hente polygoner, som blir lagret i cache hos brukeren, og så markedsinformasjon.

# Appendiks 9: Dataflyt



# Appendiks 10: Statusrapport

**Prosjekt (111-10000):**  
Markedsvisualiserer for fleksibilitetsmarkedet

**Prosjektleder:**  
Aleksander Wilberg

**Dato:**  
27.02.2023

---

**Status sammendrag**

Kort sammendrag av status i prosjektet:

- Kompetansedeling angående domenet utført på mange områder, noen igjen
- Ansvarsområder tilknyttet utvikling av PMV fordelt på teams
- Polygoner dannet i kart (ikke fra nodes), med skiftende info på zoom og infoboks på hover

---

**Oppnådde milepæler og leveranser**

- Kodestruktur, Kodestandard og teknisk forståelse
- Bedre domeneforståelse enn tidligere
- Fått tilgang til data, men trenger

---

**Nødvendig støtte fra ledelse**

- Å Energi/Nodes Market designstandarder
- Politiske påvirkninger når det kommer til fleksmarkedet
- Problemer med leveranse av data (forståelse for at det er mye i pipeline) - grunnet autentisering

**Statusrapport Markedsvisualiserer**

Fremdrift ● Kost ● Risiko ●

Ressurser ● Kvalitet ●

---

**Status økonomi**

**Påløpt og estimert, fordelt på internt og eksternt:**

- Prosjektgruppen: 108 / 110 = -2 o.e.
- Prosjektkoordinator: 24 / 24 = 0 o.e.
- Prosjekteier: 2 / 2 = 0 o.e.
- Totalt påløpt: 134 / 136 = -2 o.e.

**Forventet kost til prosjektslutt i tråd med estimatet for prosjektet:**

- PL tidssamme: 2711.25 - 134 = 2577.25

---

**Risiko**

**Diskskisser**

- 1 Sitte fast på et problem som er vanskeligere enn antatt
- 2 Problem med rapportering og administrativt
- 3 Konflikter innad i gruppen
- 4 Sykdom og fravær
- 5 Eksterne ressurser
- 6 Ikke oppnår kvalitet ønsket av prosjekt
- 7 Ikke forstå ønskene og kravene satt av stakeholders

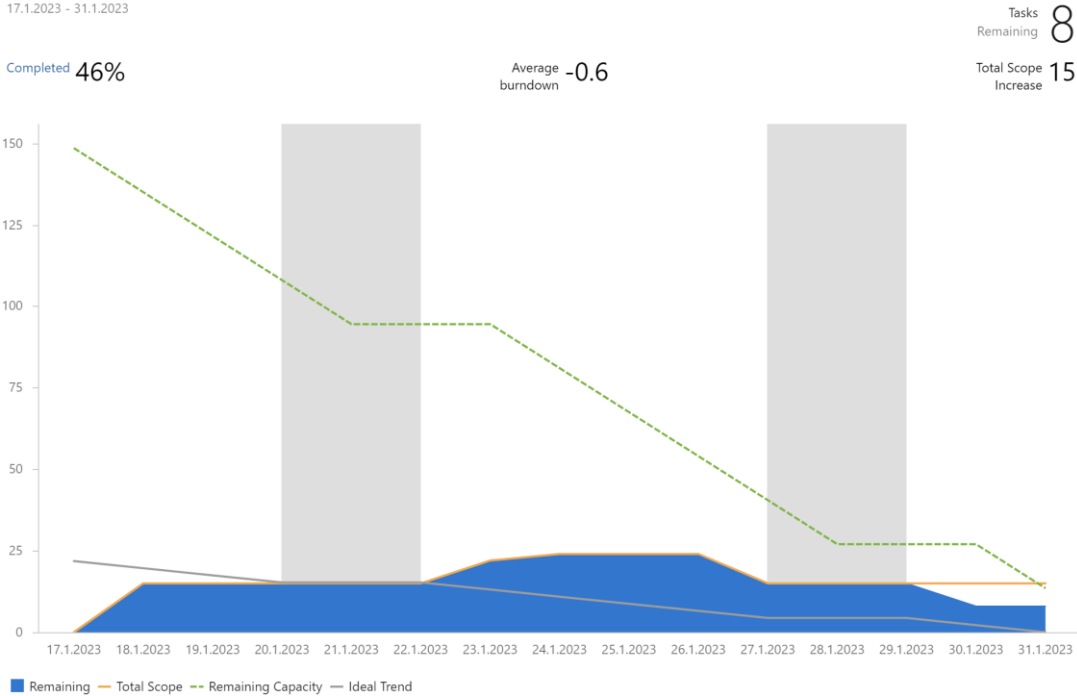
## Appendiks 10.1: Risikovurdering

**Risikovurdering for prosjektet**

Usikkerhet	Sannsynlighet	Konsekvens	Reduserende tiltak
1 Sitte fast på et problem som er vanskeligere enn antatt	Lav	Middels	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Få hjelp av Å Energi</li> <li>• God anvendelse av teori og dokumentasjon på forhånd</li> </ul>
2 Problem med rapportering og administrativt	Lav	Høy	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontinuerlig skrive ressurser, dokumentasjon og rapportering</li> </ul>
3 Konflikter innad i gruppen	Lav	Middels	<ul style="list-style-type: none"> <li>• God kommunikasjon og respekt mellom gruppelemmer</li> <li>• Gjøre ting utenom arbeidstid, sosialt. Teambuilding.</li> </ul>
4 Sykdom og fravær	Middels	Lav	
5 Eksterne ressurser	Middels	Høy	<ul style="list-style-type: none"> <li>• God kommunikasjon med eksterne parter</li> <li>• Forståelse for at dette er et nytt felt for alle som kan skape treg leveranse</li> </ul>
6 Ikke oppnår kvalitet ønsket av prosjekt	Lav	Høy	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kvalitetsmål</li> <li>• Kommunisere til prosjekteier planlagt leveranse</li> </ul>
7 Ikke forstå ønskene og kravene satt av stakeholders	Lav	Høy	<ul style="list-style-type: none"> <li>• God kommunikasjon</li> <li>• Klare tanker, ønsker og forståelse</li> </ul>

# Appendiks 11: Sprint Burndown Chart

## Appendiks 11.1: Sprint 1



## Appendiks 11.2: Sprint 2

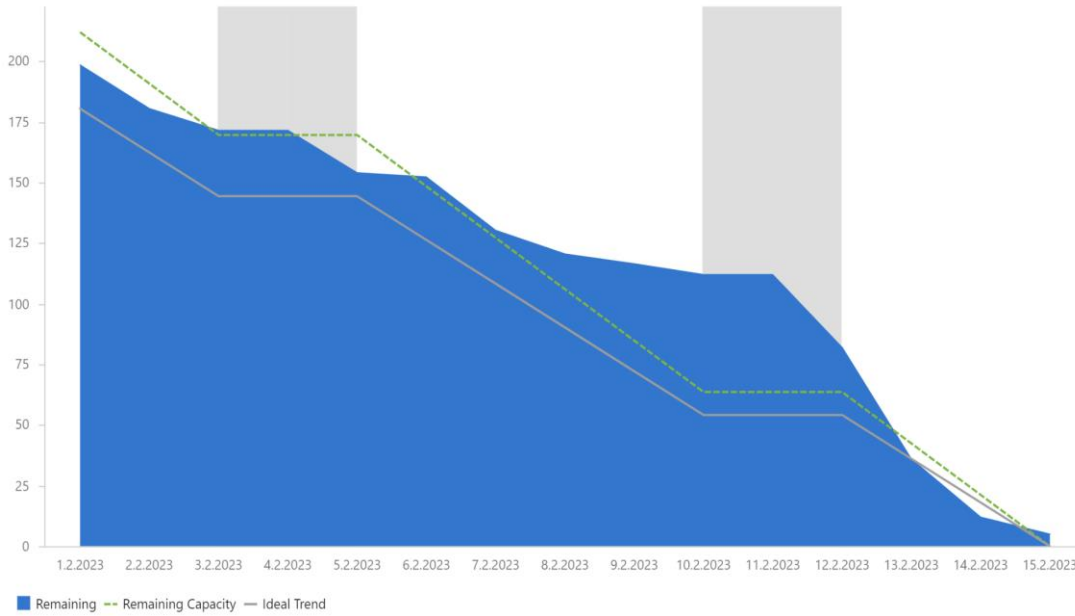
1.2.2023 - 15.2.2023

Completed 0%

Average burndown 14

Items not estimated 0

Remaining Work Remaining 0  
Total Scope Increase -198,5



## Appendiks 11.3: Sprint 3

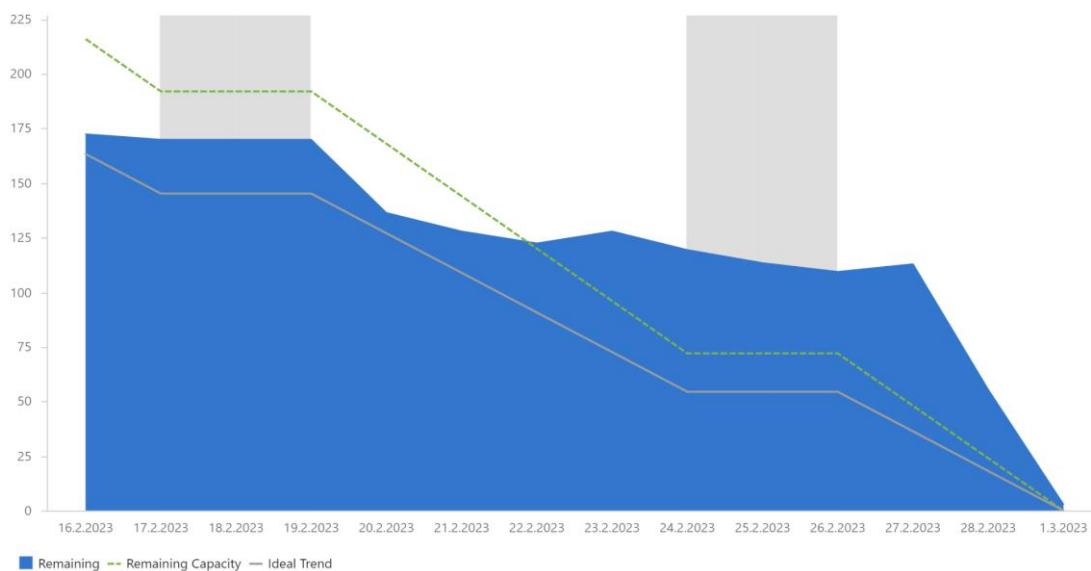
16.2.2023 - 1.3.2023

Completed 0%

Average burndown 13

Items not estimated 0

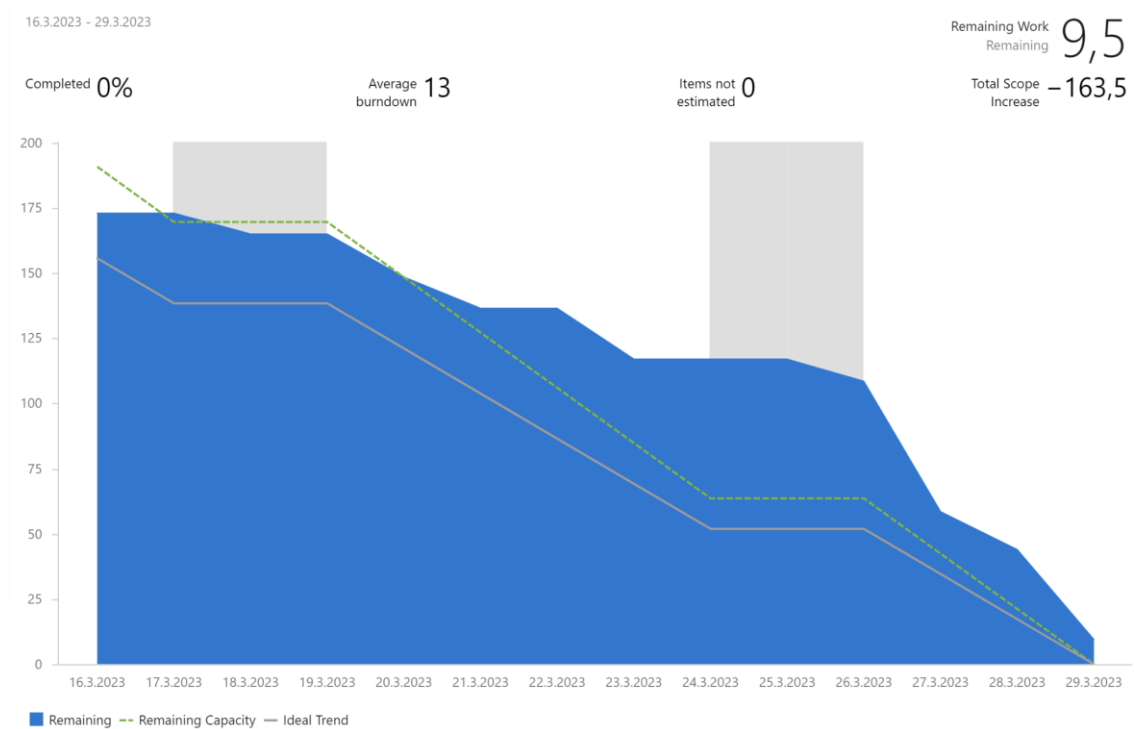
Remaining Work Remaining 3  
Total Scope Increase -169,5



## Appendiks 11.4: Sprint 4



## Appendiks 11.5: Sprint 5



## Appendiks 11.6: Sprint 6

30.3.2023 - 12.4.2023

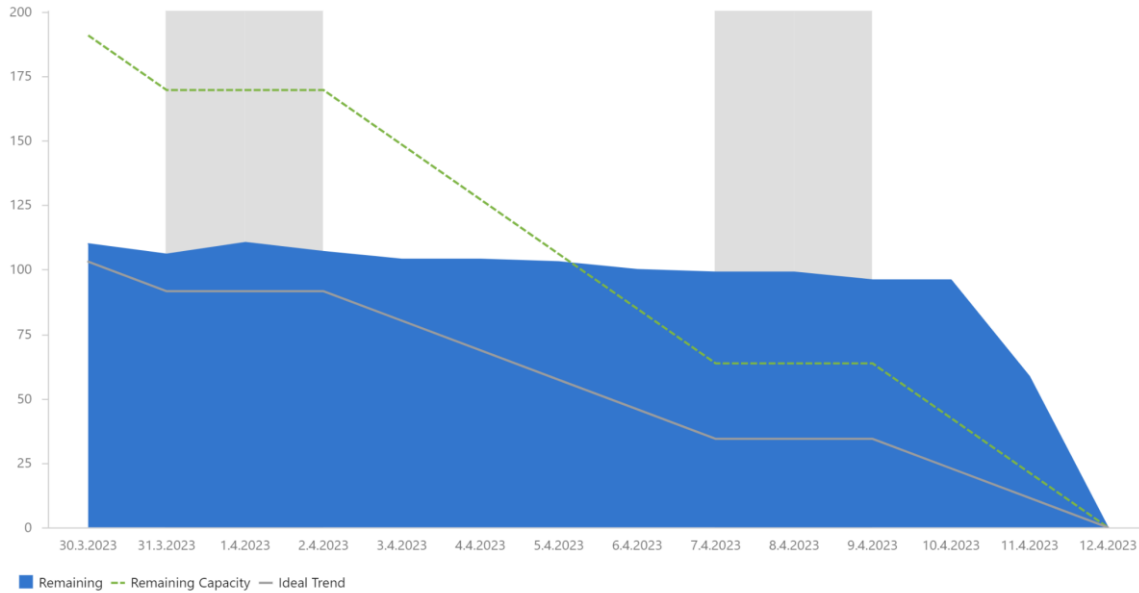
Completed **0%**

Average burndown **8**

Items not estimated **0**

Remaining Work Remaining **0**

Total Scope Increase **-110**



## Appendiks 11.7: Sprint 7

13.4.2023 - 26.4.2023

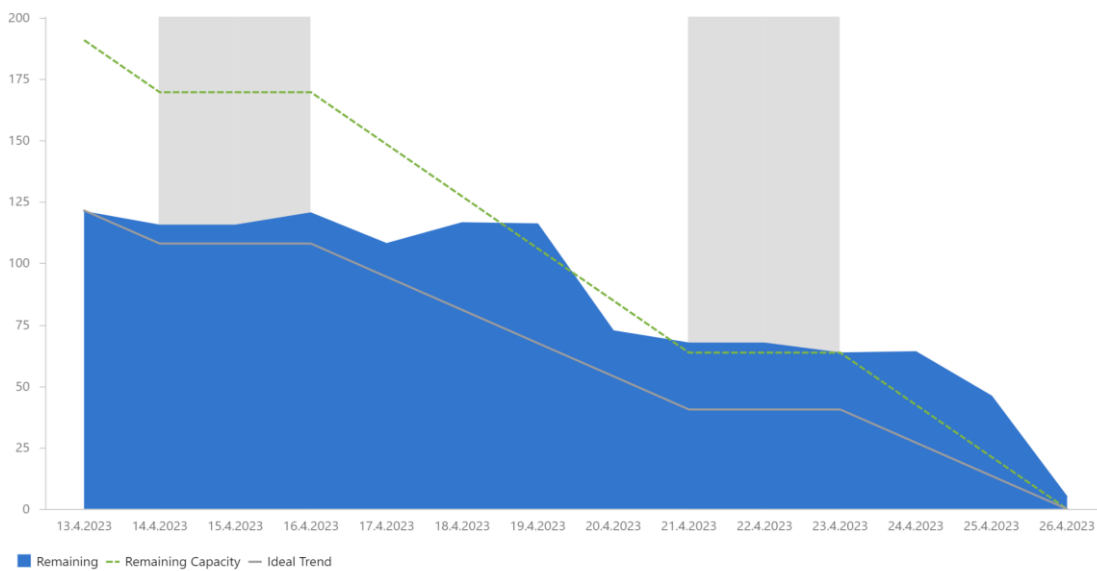
Completed **0%**

Average burndown **9**

Items not estimated **4**

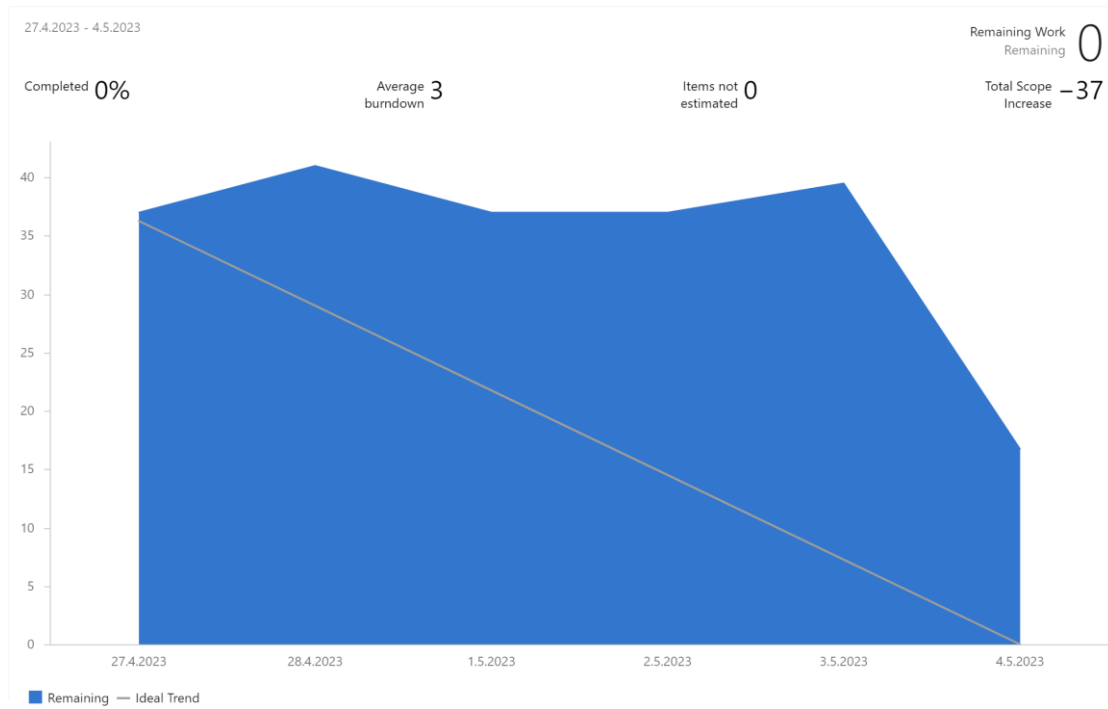
Remaining Work Remaining **4**

Total Scope Increase **-117**

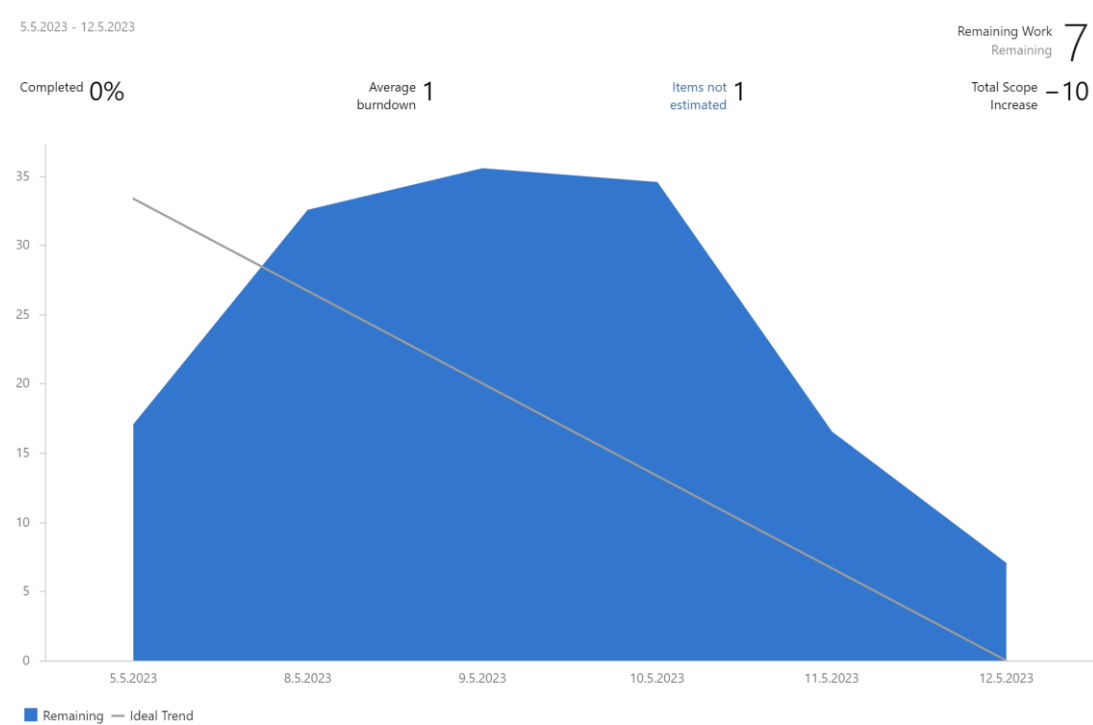




## Appendiks 11.8: Sprint 8



## Appendiks 11.9: Sprint 9



## Appendiks 12: Software Bill of Materials

Teknologi	Versjon	Lisens informasjon
NPM	9.5	MIT
Angular	14.2	MIT
Angular-Devkit	14,.	MIT
Node	18.1	MIT
Azure Maps	5.1	Azure Maps S*
Chart.js	4.2	MIT
Augury-extension	1.1	MIT
ng2-charts	4.1	MIT
flex-layout	1.0	MIT
.NET	6.0	*
Azure DT Core	1.2	Microsoft Service Terms
Azure Identity	1.6	Azure AD
MS AspNetCore SpaProxy	6.0	MIT
IdentityModel	6.0	Apache 2.0
Nodes API HTTP Client	1.6	MIT
Swashbuckle.AspNetCore.SwaggerGen	6.5	Apache 2.0
Swashbuckle.AspNetCore.SwaggerUI	6.5	Apache 2.0

## Appendiks 13: MoSCoW

Funksjonalitet	MoSCoW	Prioritet	Beskrivelse
Kart	Must have	M1	Appen trenger et kart, vi bruker azure maps, fordi dette er laget for oss fra før
Kart - Polygoner i kart	Must have	M1	I appen skal det vises polygoner
Kart - Landpolygoner	Must have	M1	Ett sett med polygoner er polygoner som viser forskjellige land som har implementert flex
Kart Nettselskappolygoner	Must have	M2	Ett sett med polygoner er polygoner som viser de forskjellige nettselskapene som har implementert flex
Kart - Nodepolygoner	Must have	M2	Ett sett med polygoner er de forskjellige nodene som har implementert flex, dette kan for eksempel være en TRAFØ stasjon
Kart - Infografikk på hover	Must have	M2	Når man hovrer over et polygon så skal det vises en infografikk i form av en popup som viser hvor mye flex som blir handlet i området man hovrer over. Andre ting som kan vises er BuyOrderPrice of SellOrderPrice Forslaget er dataen over uken.

Kart - grafikk	Must have	M2	Viser grafer for hvor mye tradeorderVolume, buyOrderVolume og sellOrderVolume
Kart - Endrer zoomnivå på zoom	Must have	M2	Zooming i kartet endrer hvilket sett med polygoner man ser i kartet
Tabelloversikt (alternativ til kart)	Should have	S1	I appen skal det være et alternativ til den grafiske fremvisningen hvor man kan se dataen i tabeller
Tabell - data hver time	Should have	S2	Man skal kunne se dataen i tabeller i form av data for siste timen
Tabell - data hvert døgn	Should have	S2	Man skal kunne se dataen i tabeller i form av data for siste uka
Tabell - Kjøp/salg tidspunkt	Should have	S3	
Utseende - valg av font, farge, gjennomgående	Must have	M3	Noen valg av UI elementer som farger vi skal bruke, fonter som brukes appen
Historisk data - årlig	Could have	C1	Implementere muligheten for å skru tiden tilbake og se dataen for spesifikke dager eller for perioder, for eksempel siste året
Dynamisk kodet slik at det kan endres etter behov	Must have	M1	
Kart - Tidsslider	Could have	C3	Dataen som vises i popup på hover kan endres ved å endre på et sett med kontrollere et sted på siden
Info i tabell tilknyttet hvert begrep.	Could have	C3	Mulighet til å få en oversikt over hva de forskjellige kategoriene betyr

## Appendiks 14: Timeregistrering

Her er en lenke til regnearket Timeregistrering:

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1t03CY-C0gEb8EWzPXWH9RKjfGN8H0whhf3QKPivLDms/edit?usp=sharing>

# Appendiks 15: Projektstatus ved overlevering

