



Høgskulen på Vestlandet

Bacheloroppgave

ELE350

Predefinert informasjon

Startdato:	08-05-2023 09:00 CEST	Termin:	2023 VÅR
Sluttdato:	22-05-2023 14:00 CEST	Vurderingsform:	Norsk 6-trinns skala (A-F)
Eksamensform:	Bacheloroppgave		
Flowkode:	203 ELE350 1 O 2023 VÅR		
Intern sensor:	Inguar Henne		

Deltaker

Naun:	Sebastian Hodneland
Kandidatnr.:	239
HVL-id:	591470@hvl.no

Informasjon fra deltaker

Egenerklæring *: Ja
**Inneholder besvarelsen
konfidensielt
materiale?:** Nei
**Jeg bekrefter at jeg har
registrert
oppgavetittelen på
norsk og engelsk i
StudentWeb og vet at
denne vil stå på
vitnemålet mitt *:** Ja

Gruppe

Gruppenavn: BO23EB-12
Gruppenummer: 2
**Andre medlemmer i
gruppen:** Oskar Helgesen

Jeg godkjenner avtalen om publisering av bacheloroppgaven min *

Ja

Er bacheloroppgaven skrevet som del av et større forskningsprosjekt ved HVL? *

Nei



Høgskulen
på Vestlandet

BACHELOROPPGAVE

B023EB-12

Tilstandsbasert vedlikehold –
applikasjon for overvåking av
kvikksølvfjerningsanlegg

Sebastian Hodneland
Oskar Helgesen

22.05.2023

Dokumentkontroll

<i>Rapportens tittel:</i> BO23EB-12 Tilstandsbasert vedlikehold - applikasjon for overvåking av kvikksølvfjerningsanlegg	<i>Dato/Versjon</i> 22.mai. 2023/2.0
	<i>Rapportnummer:</i> B023EB-12
<i>Forfatter(e):</i> Oskar Helgesen Sebastian Hodneland	<i>Studieretning:</i> AUTB20
	<i>Antall sider m/vedlegg</i> 61
<i>Høgskolens veileder:</i> Ingvar Henne	<i>Gradering:</i> Åpen
<i>Eventuelle Merknader:</i> Vi tillater at oppgaven kan publiseres.	

<i>Oppdragsgiver:</i> Aragon	<i>Oppdragsgivers referanse:</i>
<i>Oppdragsgivers kontaktperson(er):</i> Kristian Utkilen Jose Barberán	

Revisjon	Dato	Status	Utført av
0.01	18.01.23	Endret innledning og utforming av mulige løsninger	Sebastian Hodneland og Oskar Helgesen
0.02	24.01.23	Endret dokumentkontroll og analyse av problemet	Sebastian Hodneland og Oskar Helgesen
0.03	31.01.23	Endrer referanseliste og analyse av problemet	Sebastian Hodneland
0.1	01.02.23	Første utkast ferdigstilt	Sebastian Hodneland og Oskar Helgesen
1.0	06.02.23	Forstudie ferdigstilt for innlevering	Sebastian Hodneland og Oskar Helgesen
1.1	08.02.23	Endret forside, tittel og innholdsliste	Sebastian Hodneland
1.2	27.04.23	Utkast Bachelor-rapport	Sebastian Hodneland og Oskar Helgesen
2.0	22.05.23	Ferdig Bachelor-rapport	Sebastian Hodneland og Oskar Helgesen

Forord

Denne oppgaven er den avsluttende oppgaven for det treårige studieløpet automatisering med robotikk ved Høgskulen på Vestlandet, våren 2023. Prosjektoppgaven omhandler petroleumssektoren, noe begge studentene har vist stor interesse for. Dette var bakgrunnen for at vi valgte å ta kontakt med vår oppdragsgiver, Aragon, som er en bedrift som bidrar til å la kundene sine produsere olje, gass og naturgass på en mer lønnsom måte. Oppgaven er gjennomført ved campus Kronstad i Bergen, samt frekvente møter med Aragon ved deres hovedkontor i Fantoftvegen 2, 5052 Bergen [1].

Forskningsprosessen som har blitt gjennomført i prosjektperioden har vært svært lærerik og spennende. Det har gitt et innblikk og gitt god erfaring innen prosjektarbeid og problemløsning, noe som er essensielt i arbeidslivet som en ingeniør. En stor takk må gis til oppdragsgiver, som nevnt var Aragon. Uten Aragon ville ikke dette prosjektet vært mulig.

Samt må det sendes en takk til vår interne veileder for oppgaven, Ingvar Henne. Ingvar har vært en god ressurs gjennom hele prosjektperioden, en som kan bidra til drøfting og diskusjon. I startfasen av oppgaven var Ingvar også med på møte med Aragon for å få et innblikk i oppgaven og kravene som ble stilt fra bedriften. Dette var med på å gi et lettere helhetsinntrykk rundt prosjektoppgaven.

Sammendrag

Oppdragsgiver i denne oppgaven, Aragon, skal levere et anlegg for fjerning av kvikksølv fra kondensat og gass, til en kunde. For å fjerne kvikksølv, er det tatt i bruk flere tanker med et stoff som kalles absorbentmasse som binder opp kvikksølvet. Denne massen vil etter en viss tid bli mettet, og miste virkningsgraden. Når dette skjer er det viktig at absorbentmassen blir byttet ut. Ettersom det i virkeligheten kan variere hvor lenge denne absorbentmassen kan vare, har oppdragsgiver et ønske om en programvare som skal kunne overvåke anlegget, samt gi en tilbakemelding på en forventet levetid på absorbentmassen. Det er derfor i denne oppgaven blitt laget en applikasjon som skal utføre dette.

Det ble i starten av prosjektet opprettet en kravliste for hva applikasjonen skal inneholde, samt hvordan den skal fungere. Disse kravene kan leses i kapittel 2. Etter å ha gjennomgått kravene, og vurdert ulike løsningsalternativ, ble det valgt å ta i bruk en lav-kode løsning. Dermed falt valget på Microsoft Power BI. Dette er i utgangspunktet et datavisualiseringsprogram, men med mulighet til å opprette applikasjoner. Ved å ta i bruk ulike verktøy som Power BI og Excel er det blitt opprettet datarapporter, grafer og figurer som applikasjonen inneholder. Disse vil vise ønskede data og predikterte levetider. For å kunne presentere predikterte levetider er det gjort beregninger som er basert på data og informasjon fra oppdragsgiver. Ettersom det skal gjøres vedlikehold ut ifra datamålinger og beregninger, er det valgt å sette søkelys på tilstandsbasert vedlikehold sammen med utvikling av applikasjonen.

Applikasjonen vil bli tilgjengelig og gir bruksmuligheter både ved bruk av IOS/Android og web-løsning. Siden applikasjonen er privat og kun til bruk av oppdragsgiver og kunde, vil det gis tilgang til applikasjonen ved hjelp av en e-post liste som inneholder de gitte innad i bedriftene som skal ha tilgang.

Resultatet og diskusjonen av oppgaven kan leses i kapittel 5 og 6. Oppgaven har oppfylt alle krav som er satt, men noen løsninger av kravene har svakheter, og har mulighet til å forbedres. Derfor kan det sies at applikasjonen som er laget kan brukes for å utføre tilstandsbasert vedlikehold, men har muligheter for forbedringer.

Summary

Client in this assignment, Aragon, is to deliver a facility for removal of mercury from condensate and gas, for a customer. To remove mercury, several tanks have been used with a substance called adsorbent mass which binds up the mercury. This mass will be saturated after a certain time and will lose its effectiveness. When this happens, it is important that the mass is replaced. As in reality it can vary how long the adsorbent mass can last, the client has a desire for a software that will be able to monitor the system, as well as give feedback on an expected lifetime of the mass. In this assignment, an application has therefore been created to perform this.

At the start of the project, a list of requirements was created for what the application should contain, as well as how it should function. These requirements can be found in chapter 2. After reviewing the requirements, and considering various solution alternatives, it was chosen to use a low-code solution. The choice therefore fell on Microsoft Power BI. This is a data visualization program, but with the ability to create applications. By using various tools such as Power BI and Excel, data reports, graphs and figures have been created, which the application contains. These will show desired data and predicted lifetimes. In order to be able to present predicted lifetimes, calculations have been made, which are based on data and information from the client. As maintenance is to be carried out based on data measurements and calculations, it has been chosen to focus on condition-based maintenance together with development of the application.

This application will be available and offers possibilities for use both when using IOS/Android and a web solution. Since the application is private and only for use by the client and their customer, access to the application will be given using an e-mail list that contains those given the access.

Results and discussion of the project can be read in chapter 5 and 6. The assignment has fulfilled the requirements set in the project, but some of the solutions has weaknesses, and can be improved. Therefore can it be said that the application which is made can be used for condition based maintenance, but has opportunities for improvement.

Innhold

Dokumentkontroll.....	2
Forord.....	3
Sammendrag	4
Summary.....	5
1 Innledning.....	9
1.1 Oppdragsgiver.....	9
1.2 Problemstilling	9
1.3 Hovedidé for løsningsforslag	11
1.4 Prosessen i anlegget	11
1.4.1 Gassfase	11
1.4.2 Flash-gass	12
1.4.3 Kondensat.....	13
2 Kravspesifikasjon	14
3 Analyse av problemet	15
3.1 Utforming av mulige løsninger	17
3.1.1 Løsningsalternativ 1.....	17
3.1.2 Løsningsalternativ 2.....	17
3.1.3 Ulike programmeringsverktøy som kan tas i bruk for oppgaven.....	18
3.2 Konklusjon	19
4 Realisering av valgt løsning	20
4.1 Bruk av verktøy	20
4.1.1 Microsoft Power BI	20
4.1.2 Excel.....	20
4.2 Design og brukergrensesnitt.....	21
4.2.1 Rapporter	21
4.2.2 Instrumentbord	23
4.2.3 Interface av tanker	24
4.2.4 Oppsett	26
4.2.5 Brukergrensesnitt web.....	27
4.2.6 Brukergrensesnitt mobilapp.....	28
4.2.7 Deling	28
4.3 Databehandling	29
4.4 Tilstandsbasert vedlikehold	29

4.4.1	Teori.....	30
4.4.2	Implementasjon	30
4.5	Beregninger	32
4.5.1	Flash-gass	32
4.5.2	Gassfase	34
4.5.3	Kondensat.....	36
5	Testing.....	40
5.1	Applikasjon	40
5.1.1	Brukergransesnitt.....	40
5.1.2	Deling	44
5.1.3	Datastrømming og beregninger	44
5.2	Utkast.....	45
5.2.1	Første utkast	45
5.2.2	Andre utkast	46
5.3	Ferdigstilt applikasjon.....	47
5.3.1	Oversikt	47
5.3.2	Kondensat.....	49
5.3.3	Gassfase	50
5.3.4	Flash-gass	51
6	Diskusjon	52
6.1	Resultat av testing	52
6.2	Resultat av krav.....	53
6.3	Viktighet med tilstandsbasert vedlikehold.....	54
6.4	Forbedringer av applikasjonen	54
7	Konklusjon	56
	Referanser.....	57

Innhold - Appendiks

Appendiks A	Lister	58
A.1	Forkortelser og ordforklaringer	58
A.2	Figurliste	59
Appendiks B	Prosjektledelse og styring	60
B.1	Prosjektorganisasjon	60
B.2	Tidsplan	60
Appendiks C	Brukerdokumentasjon	61
C.1	Vedlegg	61

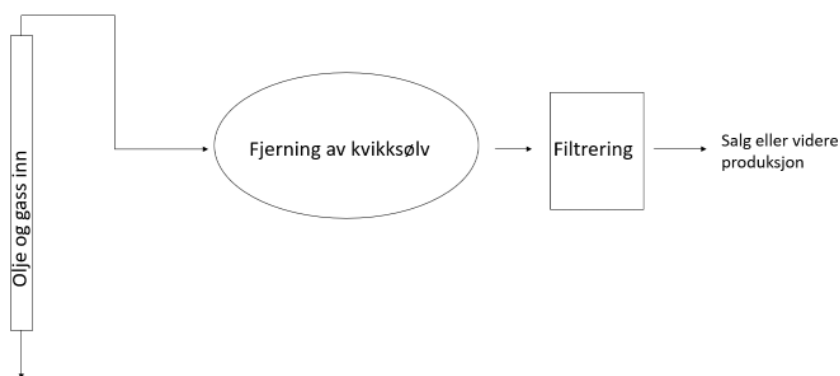
1 Innledning

1.1 Oppdragsgiver

Oppdragsgiver i denne oppgaven er Aragon. Aragon er en bedrift som bidrar til å la kundene sine produsere olje, gass og naturgass på en mer lønnsom måte. Bedriften er et norsk selskap, men har en bred internasjonal merittliste for prosjekter blant annet i Vest-Afrika, Brasil, Australia og naturligvis Nordsjøen. Aragon hører til i Bergen og kan finnes i Fantoftvegen 2, 5052 Bergen [1].

Oppdragsgiver har en kunde som skal ha opp et prosessanlegg, som etter planen skal være i gang i løpet av 2027. Dette prosessanlegget skal ta opp og produsere olje- og gassprodukter. Olje og gass inneholder kvikksølv (kjemisk symbol Hg), og derfor skal oppdragsgiver levere et anlegg for å fjerne kvikksølvet.

Kvikksølv er en type flytende metall som befinner seg i naturgassfelt. Det er svært viktig at massen, ved utvinning av olje- og gassprodukter, behandles ned til et nivå som gjør at nivået av kvikksølv ikke er detekterbart, ettersom dette flytende metallet er giftig og kan gjøre stor skade på utstyr og innhold [12].



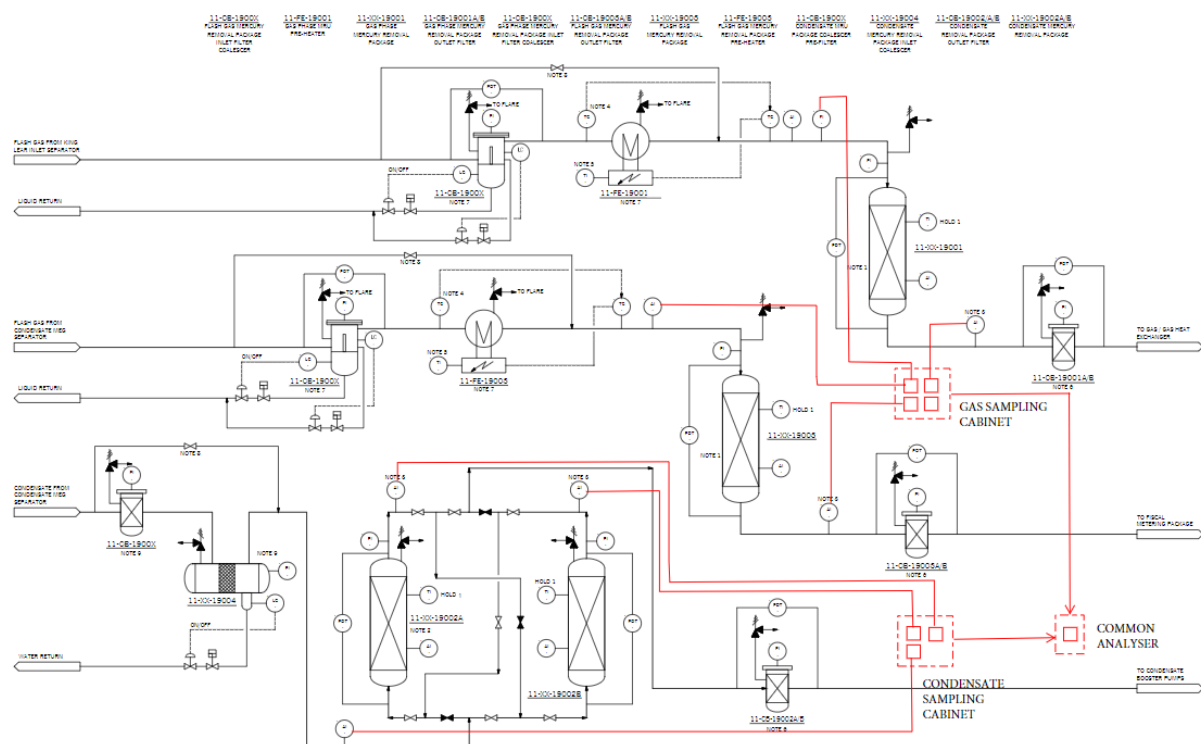
Figur 1 - Enkel skisse som viser stegene i prosessanlegget.

1.2 Problemstilling

Oppdragsgiver har i forkant av dette prosjektet kommet til enighet med en kunde om å levere et anlegg for fjerning av kvikksølv fra gass og kondensat. Dette er et system hvor det er tanker som skal inneholde absorbentmasse (se vertikale tanker i figur 2). Denne massen vil kunne ta opp kvikksølvet fra både gass og kondensat når disse stoffene beveger seg gjennom tankene. Ettersom denne massen til slutt vil bli mettet, altså den vil bli full, og dermed miste virkningsgrad, trengs det å bytte ut denne massen etter

en gitt tid. Absorbentmassen fra leverandør har gitte levetider under gitte omstendigheter som hvordan flowen er og hvor mye kvikksølvinnhold det er i gassen eller kondensatet. Ettersom disse verdiene i den virkelige prosessen kan være varierende, og det kan være endringer over tid, kan den gitte levetiden vike fra den egentlige levetiden. Derfor ønsker oppdragsgiver en måte å overvåke sensordata fra dette systemet, slik at det kan tas en avgjørelse om når man må skifte ut denne absorbentmassen. Derfor vil det i dette systemet brukes tilstandsbasert vedlikehold.

Anlegget som prosjektet skal basere seg på består av tre ulike tog (innløp) hvor det i to av togene kommer inn gass (flash-gass og gassfase), mens det i det siste toget kommer inn kondensat. De to togene som inneholder gass leder til to ulike tanker hvor prosessen ved å fjerne kvikksølv skjer, mens toget med kondensat leder til to tanker som er seriekoblet, hvor prosessen oppstår. (Se figur 1 under).



Figur 2 – Prosessflytdiagram (PFD) av systemet som skal fjerne kvikksølv fra gass og kondensat [2].

Det er derfor ønske i denne oppgaven at det skal lages en programvare. Programvaren skal overvåke det gitte anlegget (se figur 2), ved å ta i bruk måledata fra anlegget. Ut fra måledataen som blir gitt skal det presenteres trending av data, gi status av anlegget og det skal beregnes gjenstående levetid for absorbentmassen med formål om å optimalisere intervall for utskifting av absorbentmasse.

Oppgaven overlapper i stor grad med gjennomgåtte fag som databehandling, instrumentering og regulerings- og prosestetikk, samt ingeniørfaglig arbeid og prosjektarbeid.

1.3 Hovedidé for løsningsforslag

Ettersom oppdragsgiver skal ha en programvare for overvåking av sensordata fra et anlegg, er hovedideen for en løsning å lage en applikasjon som kan gjøre dette. Denne applikasjonen skal kunne inneholde visning av sensordata som kommer direkte fra anlegget sine sensorer, samt at det skal gjøres beregninger på noen av dataene som videre skal vises som en forventet levetid av absorbentmassen, i applikasjonen.

1.4 Prosessen i anlegget

Det ble i starten av kapittel 1.2 beskrevet kort om anlegget som programvaren, ved hjelp av sensordata, skal overvåke. Som nevnt er det tre tog inn, hvor det fra et tog kommer inn gassfase, et tog kommer inn flash-gass og det siste toget kommer det inn kondensat. Alle disse stoffene inneholder kvikksølv. Kvikksølv er som kjent en av de farligere miljøgiftene vi har [7]. Derfor er det viktig at dette blir fjernet fra gass og kondensat, både for miljøet, men også for olje og gassprodukter som skal videre i produksjon.

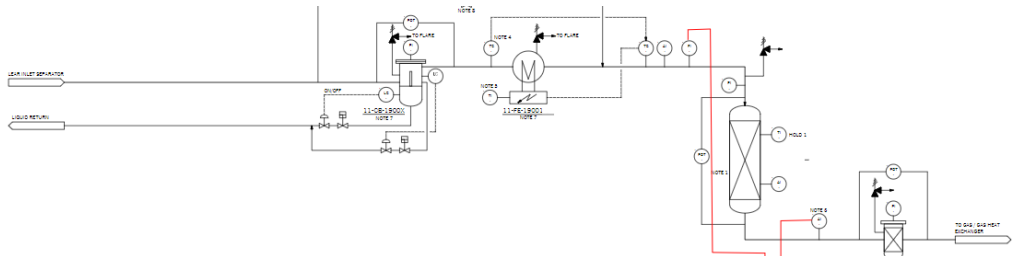
Ved hjelp av en såkalt absorbentmasse som reagerer med kvikksølvet og binder det opp, kan man fjerne største delen av kvikksølvinnholdet før gassen og kondensatet sendes videre. Denne absorbentmassen vil være i tanker som de ulike stoffene (flash-gass, gassfase og kondensat) vil gå igjennom. På denne måten vil de være tilnærmet frie for kvikksølv etter å ha gått gjennom de nevnte tankene.

På hvert av delsystemene vil det være et visst antall sensorer som vil måle ulike verdier. Det vil bli målt verdier som flow, trykk, kvikksølvinnhold, opptak etc. rundt og i de store vertikale tankene (se figur 1 i kap. 1.2). Disse sensorene vil med ulike intervall sende ut informasjon om tilstanden i anlegget. Etter en viss tid vil absorbentmassen bli mettet og ikke ha mulighet til å ta opp mer kvikksølv. Derfor må man bytte ut denne massen før dette skjer, for å unngå at kvikksølv blir med i produktene og ender i naturen. Prosessen ved å bytte ut absorbentmassen er en tidkrevende prosess, og dermed er det viktig at man starter prosessen med å bytte ut massen før massen er helt full. Dette skal sensordata være med på å hjelpe at skjer i tide.

1.4.1 Gassfase

I toget hvor det kommer inn gassfase vil innholdet først gå gjennom en prosess hvor innholdet blir rensert fra væsker, slik at det kun er gass som blir videreført. Dette blir gjort for at prosessen senere skal fungere optimalt, samt at det skal bli mindre slitasje på anlegget. Deretter vil gassen føres gjennom en heater hvor gassen blir varmet opp til en gitt temperatur. Denne temperaturen er gitt ut ifra hva

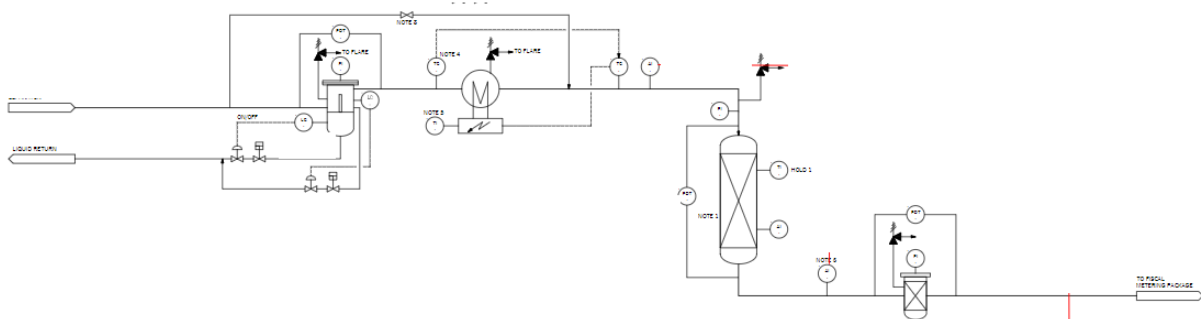
som er optimalt for prosessen som skal skje videre. Når gassen er i optimal temperatur vil gassen føres gjennom de store tankene og hovedprosessen for fjerning av kvikksølv vil foregå, ved hjelp av absorbentmasse (se figur 3). Når denne prosessen er over, vil gassen føres videre gjennom en filtreringstank for finfiltrering før gassen blir sendt videre til sitt formål. Igjennom hele denne prosessen er det satt opp sensorer som skal måle og gi ut data på tilstanden til anlegget.



Figur 3 - Utklipp av PFD av anlegg som viser gassfase [2].

1.4.2 Flash-gass

Toget for Flash-gass fungerer på samme måte som gassfase, hvor innholdet vil gå gjennom en liten prosess for å rense innholdet, slik at det kun er gassen som blir videreført. Gassen vil også her bli varmet opp av en heater for å oppnå en ønsket temperatur. Som gassfase vil flash-gass bli ført gjennom en tank med absorbentmasse for å fjerne kvikksølv som gassen inneholder. Deretter vil det også her bli filtrert i slutten av prosessen før den blir sendt videre. Eneste forskjell på gassfase og flash-gass er type gass og noen ulike verdier på ønsket temperaturer. Her også vil det være plassert flere sensorer for å ha kontroll på om de ulike verdiene er på ønsket og forventede nivå.

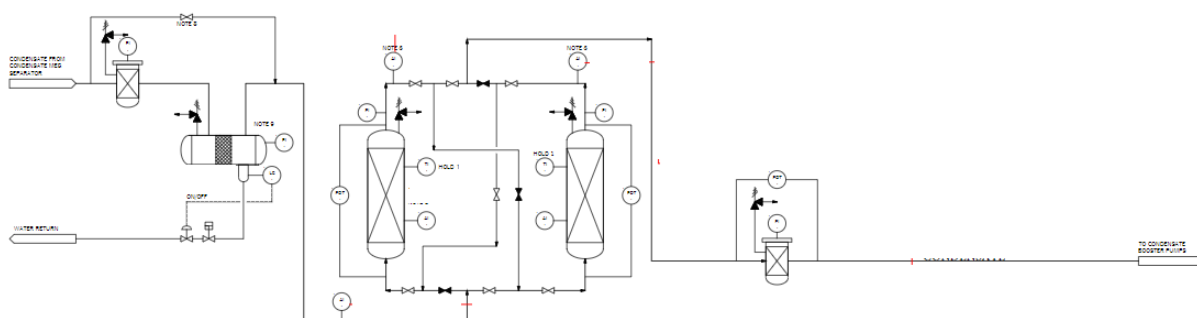


Figur 4 - Utklipp av PFD av anlegg som viser flash-gass [2].

1.4.3 Kondensat

Sammenlignet med gassfase og flashgass er prosessen ved å fjerne kvikksølv i kondensat mer omfattende. Dette er fordi det vil være mye større variasjoner ved kvikksølvinnhold av kondensatet som blir hentet opp. Likevel er det en del fellestrekk med selve prosessen. Slik som med gassfase og flash-gass vil kondensatet komme inn gjennom et såkalt tog. Deretter vil det gå gjennom en prosess for å fjerne væsker og andre stoffer som ikke skal videre i produksjonen. Dette skjer på samme måte som med gassene. Derimot trengs det ikke å varme opp kondensatet før den blir kjørt gjennom prosessen for fjerning av kvikksølv. Det er i denne prosessen den største forskjellen på kondensat og gass er.

Her vil det være to tanker med absorbentmasse som vil være seriekoblet (se figur 5). Disse tankene er satt sammen som et Lead-Lag system. Her vil det være ventiler som styrer kondensatet til å gå gjennom lead-tanken hvor absorbentmassen vil ta opp størstedelen av kvikksølvet. Videre vil kondensatet gå gjennom lag-tanken hvor restene av kvikksølvet vil bli tatt opp. Etter dette vil kondensatet være tilnærmet tomt for kvikksølv og vil gjennom et filter for å rense kondensatet før det går til videre produksjon. Som ved gassprosessene vil det også være satt opp sensorer for å ha kontroll på nivåer. Her vil det i tillegg måles kvikksølvinnhold før og etter inngang på lead-tanken, slik at det er mulig å finne ut hvor stor prosentandel av kvikksølvet som blir fjernet i lead-tanken, og hvor mye som blir fjernet i lag-tanken. Når lead-tanken blir byttet absorbentmasse i, vil lead og lag bytte, slik at den tanken som var lead vil være lag, og den tanken som var lag vil være lead. Da vil også ventilene åpnes/lukkes for at kondensatet først går gjennom det som nå er lead-tanken.



Figur 5 - Utklipp av PFD av anlegg som viser kondensat [2].

2 Kravspesifikasjon

Det ble i starten av prosjektet gjennomført to møter med oppdragsgiver der det ble presentert flere ulike tydelige krav til programvaren når det kommer til ferdigstilling i mai. Programvaren skal brukes i forbindelse med prosjektarbeid som Aragon utøver mot kunde, og må derfor fremstå med en viss standard for at programvaren skal kunne tas i bruk. I tillegg er det også krav om et minimum antall data som skal vises i programvaren, for å kunne tolke data og drive vedlikehold på anlegget ut ifra disse. Det ble etter et underveis-møte med oppdragsgiver Aragon presentert et nytt krav til programvaren som skal lages. Dette kravet er også skrevet i kravlisten under, men er markert med dato ettersom kravet ble presentert senere i prosjektet.

Krav til programvaren:

- Skal ha et oversiktlig og enkelt layout.
- Skal ha tekst skrevet på engelsk.
- Skal kunne motta og behandle data fra database.
- Skal kunne tas i bruk på en plattform, IOS/Android (eventuelt begge).
- Bør kunne brukes som webløsning på datamaskin.
- Skal ha en administrator bruker for Aragon.
- Kunden bør også ha tilgang.
- Skal kunne beregne forventet levetid.
- Skal ta godt vare på data med hensyn på datasikkerhet.
- Skal ha med diagram som fremlegger vekst for konsentrasjon av kvikksølv.
- Skal ikke være tilgjengelig for bruk av andre enn oppdragsgiver og deres kunde.
- Skal inneholde visuelle tanker som viser brukt, og gjenstående nivåer av absorbentmasse (nytt krav presentert av oppdragsgiver 01.03.23).

3 Analyse av problemet

Som nevnt tidligere er en del av problemet at det skal være et tilstandsbasert vedlikehold til det aktuelle systemet. Dette handler i grunnen om at det skal utøvers vedlikehold på utstyr når det kreves, ikke før og ikke etter [3]. For å få til dette kan man bruke sensordata og analysere disse dataene for å prediktere når vedlikehold bør skje [3].

I det aktuelle problemet handler det om å bytte ut en absorbentmasse når den er tilnærmet mettet, altså når den ikke kan ta opp mer kvikksølv. Dette vil kunne utføres ved å analysere data som kommer fra det aktuelle systemet. Dataene fra det aktuelle systemet skal bli brukt i en programvare hvor oppdragsgiver og deres kunde kan observere og analysere datamålingene som kommer inn. Det skal også gjøres beregninger for å kunne prediktere hvor lang levetid absorbentmasse har igjen til enhver tid. Disse beregningene skal også bli presentert i programvaren, for at oppdragsgiver og kunde skal kunne vite hvor lang tid det tar før de må starte prosessen med å bytte ut absorbentmassen.

Ut ifra kravspesifikasjonen kan vi dele opp kravene i ulike delkrav, siden alle kravene ikke går under samme kategori.

Design:

- Skal ha et oversiktlig og enkelt layout.
- Skal ha tekst skrevet på engelsk.
- Skal inneholde visuelle tanker som viser brukt, og gjenstående nivåer av absorbentmasse (nytt krav presentert av oppdragsgiver 01.03.23).

Ettersom hovedmålet med programvaren skal være å kunne analysere sensordata som kommer fra systemet er det et krav fra oppdragsgiver at det skal være enkelt og oversiktlig å lese av, og analysere dataene. Derfor er det viktig at designet på programvaren ikke inneholder for mange ulike deler, men setter søkelys på visning av data. I store deler av olje og gassbransjen er det arbeidere fra flere land. Derfor blir det naturlig at arbeidsspråket er på engelsk. For at applikasjonen skal kunne brukes av alle ansatte som trenger å bruke den, er det et krav om at all tekst i applikasjonen skal være på engelsk, både overskrifter og annen informasjon, som data, prediksjoner, trender etc.

Som nevnt ble det presentert et krav senere i prosjektet. Dette kravet handler om å skulle presentere visuelle tanker, slik at det blir lettere for bruker å oppfatte hvor lenge absorbentmassen har igjen. Oppdragsgiver kom med dette kravet etter et førsteutkast, hvor de hadde noen tilbakemeldinger og ønsket en mer visuell oversikt for å sjekke status av anlegget. Begrunnelsen for dette kravet, var at ved

bruk av en visuell tank var det lettere for bruker å kunne sammenligne tankene med tegningene av det aktuelle anlegget.

Brukervennlighet:

- Skal kunne tas i bruk på en plattform, IOS/Android (eventuelt begge).
- Bør kunne brukes som webløsning på datamaskin.
- Skal ha en administrator bruker for Aragon.
- Kunden bør også ha tilgang.
- Skal ikke være tilgjengelig for bruk av andre enn oppdragsgiver og deres kunde.

For at programvaren skal kunne tas i bruk er det satt opp noen krav for at den skal mest mulig være effektiv og enkel for oppdragsgiver å bruke. Derfor er det krav om at programvaren skal tas i bruk på enten IOS eller Android, mens det er et ønske om at den kan tas i bruk på begge plattformer av den grunn at ansatte kan ha ulike operativsystemer. I tillegg bør programvaren kunne brukes på datamaskin, siden det på arbeidsplassen er det mest naturlige å bruke, og at man slipper opp med mobilen hver gang man skal inn på programvaren. Ettersom det er Aragon som er oppdragsgiver og skal være hovedbrukeren for programvaren, er det satt et krav om at det skal være en administrator bruker for Aragon. Dette er et krav siden det kan være ønsker om å endre eller oppdatere selve programvaren, eller de vil gi tilgang eller blokkere tilgang i senere tid. Siden Aragon skal levere et system som skal brukes av en kunde er det også satt opp et krav om at kunden bør ha tilgang til programvaren, siden det er de som skal utføre vedlikehold på systemet. Derfor er det lurt at de også har tilgang til en versjon for visning av programvaren.

Det siste kravet som går under brukervennlighet, er at programvaren ikke skal være tilgjengelig for andre enn oppdragsgiver og kunde. Siden det er data og informasjon om oppdragsgiver, kunde og systemet er det viktig at folk som ikke skal ha tilgang har tilgang. Derfor er det viktig at programvaren som blir laget ikke skal ut på App Store eller lignende.

Funksjonalitet:

- Skal kunne beregne forventet levetid.
- Skal ha med diagram som fremlegger vekst for konsentrasjon av kvikksølv.
- Skal kunne motta og behandle data fra database.
- Skal ta godt vare på data med hensyn på datasikkerhet.

Programvarens hovedfunksjon skal primært være å beregne forventet levetid for absorbentmassen. Hvordan dette skal framlegges er relativt fritt for tolkning, men ut ifra ønske fra oppdragsgiver kan et diagram som fremviser en prediktiv vekst av kvikksølv være et godt alternativ. Programvaren må også da kunne motta essensiell data for å kunne gjøre beregninger for den teoretisk forventede levetiden. Disse dataene er noe klassifisert og må dermed kun forbeholdes kunden, og ikke minst Aragon selv. En mulig løsning som har vært diskutert er da å opprette en server for Aragon som mottar måledata fra kunde, og dermed muligheten til å dele videre til programvaren som skal prosessere dataen.

3.1 Utforming av mulige løsninger

Ettersom hovedide for løsningen og ønsket fra oppdragsgiver er en programvare i form av en applikasjon har vi sett ut 2 ulike løsningsalternativer for programmering av applikasjoner. Begge løsningsalternativene vil ha fordeler og ulemper, og på bakgrunn av kravspesifikasjon og problemstilling kan vi ut ifra disse løsningsalternativene velge en løsning som skal kunne tilfredsstillе oppdragsgiver. Alternativene er beskrevet kort for å gi et innblikk i hva de innebærer og hvilke nødvendigheter som må til for å bruke disse.

3.1.1 Løsningsalternativ 1

Bruke lav-kode løsning hvor det ikke blir kodet på egenhånd. Her kan man bruke løsninger som for eksempel Microsoft Power Apps eller Microsoft Power BI [4][5]. Her vil det være noen flere begrensninger i design og utforming, siden det ikke er mulighet til å kode fritt. Det skal med denne løsningen være mulig å motta relevant data fra oppdragsgiver som skal presenteres i en applikasjon. Med denne løsningen vil man ha en abonnementsløsning hvor man betaler en viss sum i måneden for å kunne designe og utforme en applikasjon, samt for å kunne ha applikasjonen i gang for bruk.

3.1.2 Løsningsalternativ 2

Programmere applikasjon ved å skrive kode på egenhånd. Her vil det være mulighet til å stå mer fritt til å designe og utforme en applikasjon. Oppdragsgiver vil motta data fra anlegget fra kunden som skal ta i bruk anlegget. Videre vil relevant data som skal brukes for å presentere målinger og for å overvåke bli gitt tilgjengelig for å brukes og vises i applikasjonen. Her vil en løsning som Microsoft Visual Studio være en mulighet til å bruke [6].

3.1.3 Ulike programmeringsverktøy som kan tas i bruk for oppgaven

For å gjennomføre en oppgave for å programmere eller lage en programvare og i det aktuelle tilfellet en applikasjon trengs det å ta i å bruke et programmeringsverktøy. I denne oppgaven for å kunne løse problemet er det blitt sett på ulike mulige verktøy som kan tas i bruk. Som nevnt er det blitt sett på ulike Microsoft-løsninger som Microsoft Power Apps og Microsoft Power BI. Dette er lav-kode løsninger hvor det ikke kreves mye egenhendig koding. Ettersom det ikke har blitt programmert store programmer og løsninger tidligere i studieforløpet, kan dette være en fordel, likevel må det tas i betraktning at disse løsningene kan ha flere hindringer og begrensinger.

Andre verktøy som er sett på er også Microsoft-løsninger, men her er det snakk om programmeringsverktøy med egen koding. Her er det sett på verktøy som Visual Studio. Dette er et verktøy som har vært brukt igjennom studieforløpet. Ettersom verktøyet er kjent kan det være en fordel, men her vil det være en god del mer koding som kan gi mindre datasikkerhet og funksjonalitet med tanke på erfaring og kunnskap opptjent igjennom studieforløpet for koding av applikasjoner.

Ettersom det er fordel og ulemper med de forskjellige verktøyene er det valgt programmeringsverktøy ut ifra hva som er hovedpoenget med applikasjonen. Det skal være en enkel applikasjon som kan vise en mengde data i ulik form, samt en beregning av gjenstående levetid av en absorbentmasse. Tatt dette i betraktning er det tenkt at en løsning som Microsoft Power BI passer best til dette formål, da denne har høy datasikkerhet, funksjonalitet og har mulighet til å vise en god mengde data.

3.2 Konklusjon

Det er valgt å gå for løsningsalternativ 1 hvor det blir brukt lav-kode løsning for å lage og sette sammen en applikasjon. Her vil det som nevnt bli brukt Microsoft Power BI for å lage applikasjonen. Denne løsningen er valgt fordi den gir mulighet til å lage en applikasjonsløsning som vil tilfredsstillere kravene som er satt. Etersom Power BI er et verktøy for datavisualisering, vil det passe godt til kravene om å vise data [5]. Siden dette er en programvare som skal fremstilles og er prosjektert til å ferdigstilles allerede i mai vil en lav-kode løsning som Power BI være mer aktuell en løsningsalternativ 2, som blir en mer kodebasert løsning. Ved bruk av Power BI kan det i større grad bli definert selv hvordan layouten og dataene blir presentert, for å gi brukeren en best mulig opplevelse når programvaren skal samkjøres opp mot kunden. Power BI er også kompatibel når det kommer til å motta data, en funksjon som denne type app baserer seg på.

En annen fordel ved bruk av Microsoft Power BI er at det er mulighet, ved programutviklingen, til å ta i bruk en intern Microsoft-bruker for Aragon. Det vil gi bedriften enkel tilgang til dataene som blir tatt i bruk, samt også muligheten til å gå inn å gjøre endringer på applikasjonen i etterkant. Overrekkelsen av programvaren vil også være en enklere prosess ettersom programvaren allerede er opprettet med en konto som har tilhørighet til Aragon.

4 Realisering av valgt løsning

Som nevnt ble det valgt å gå for en lav-kode løsning og bruke Microsoft Power BI. Power BI er hovedsakelig et datavisualiseringsverktøy, men har muligheter for å presentere data i en applikasjonsform, slik at brukeren kan se all nødvendig data på en og samme plass [5]. Alle med Microsoft bruker har mulighet til å bruke Power BI i en gratis versjon, men her er det færre funksjoner og muligheter. Med denne kan man ikke publisere og dele datasett, rapporter eller instrumentbord med andre, samt at man ikke har mulighet til å sette opp en applikasjon. Derfor ble det nødvendig å ha lisens for å utføre arbeidet som skal gjøres i Power BI. Etter avtale med oppdragsgiver er det blitt enighet om at de dekker kostnadene for lisensen, samt at kontoen blir opprettet i deres organisasjons-e-post, da det vil være lettere å overrekke alt av programvare i slutten av oppdraget.

4.1 Bruk av verktøy

For å kunne lage en applikasjon som oppfylle kravene i denne oppgaven er det tatt i bruk en del ulike dataverktøy. Som nevnt ble det i hovedsak brukt Microsoft Power BI. I tillegg ble det nødvendig å ta i bruk andre verktøy for databehandling, beregninger og lagring. Her ble Excel brukt for formål som ikke var mulig å utføre i Power BI.

4.1.1 Microsoft Power BI

Microsoft Power BI er blitt brukt til å sette sammen ulike visualiseringsobjekter for visning i en applikasjon. Her ble det opprettet datarapporter fra en stor mengde data som skal komme fra det aktuelle anlegget. Alle aktuelle datarapporter som er opprettet er deretter satt sammen i en applikasjon slik at brukeren kan enkelt bevege seg mellom trender, grafer og målinger.

Selv om Power BI er en lav-kode løsning og det er en del begrensinger, er det likevel gode muligheter til å kunne opprette applikasjon som skal oppfylle kravene som er gitt. Som nevnt kan man sette opp datarapporter fra tabeller som er delt med Power BI, men det er også muligheter for å kunne opprette direkte kobling mellom Power BI og Excel som gjør at det er mulig å produsere figurer og tabeller i Excel som direkte kan bli presentert i instrumentbord i Power BI.

4.1.2 Excel

For å utføre ulike beregninger og for å lagre datamålinger i tabeller er det tatt i bruk Excel, da dette er et program som var kjent fra før. Her er det tatt i bruk egne datasett, som er basert på verdier fra oppdragsgiver. Deretter er det gjort beregninger, for så å sette det opp i tabeller, før det blir delt med Microsoft Power BI for videre behandling. Ettersom det etter planen skal komme kontinuerlig målinger inn er det valgt å sette på automatisk oppdatering, for at det skal være mest mulig reelle og live datamålinger som blir vist. Denne oppdateringen vil variere litt hvor lang tid det tar, ettersom det ikke

er flere oppdateringsmuligheter. Derfor vil standard automatisk oppdatering være rundt 1 time etter endringer i Excel-filer.

For å kunne ha oppdaterte data fra Excel og inn til Power BI er det viktig at filene som lagres blir lagret i OneDrive slik at de kan kommunisere med hverandre. Hvis filer som brukes blir lagret lokalt, vil ikke Power BI og Excel kommunisere videre etter de er koblet sammen, noe som fører til at nye data ikke vil fremkomme i applikasjonen. I tillegg må bruker for OneDrive og Power BI være med samme e-postdomenet, da det ikke vil være mulig for Power BI å innhente data fra filer som er lagret på OneDrive med andre e-postdomener. Derfor er alle filene som er opprettet i Excel, opprettet på Aragon sitt e-postdomene.

Etter det nye kravet om visuelle tanker som viser nivåer i det aktuelle anlegget var det nødvendig å kunne lage et design for dette. Ettersom det har blitt brukt Excel til ulike deler av lagring og beregninger, ble Excel valgt til å gjøre dette også. Deretter har disse utformingene blitt delt med Power BI hvor de har blitt satt opp sammen med andre data, og grafer for visning i applikasjonen.

4.2 Design og brukergrensesnitt

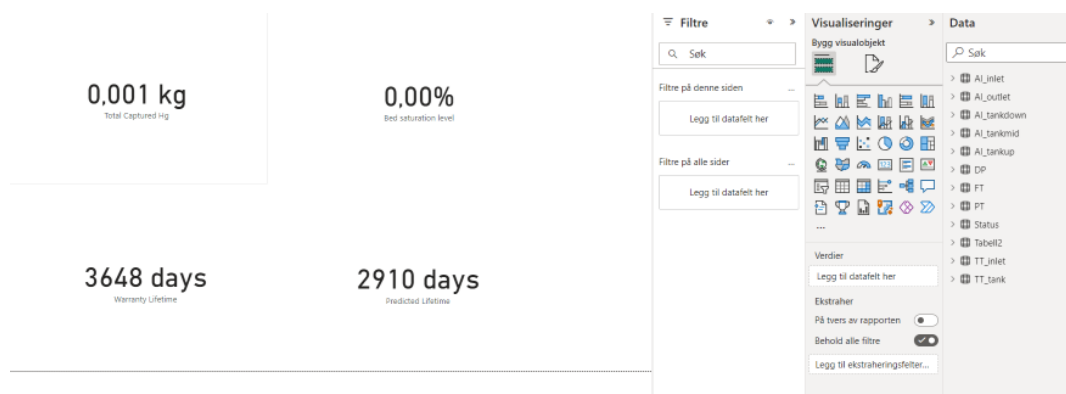
Det er satt et krav om at applikasjonen skal være enkel og grei å bruke, med tanke på layout, men også med tanke på brukergrensesnitt. For å lage det oversiktlig inne i applikasjonen er det valgt å dele inn applikasjonen i 4 hoveddeler. Disse 4 hoveddelene vil naturligvis være for gassfase, flash-gass og kondensat, i tillegg til en oversiktsdel. Dette er valgt siden det skal presenteres data for hver og en av disse. Dette vil gjøre det enklere for brukeren når den skal inn og sjekke trend, prediksjoner eller annet innenfor, for eksempel, kondensat. Oversiktsdelen er satt opp med formål om at bruker kan lett gå inn og sjekke status på alle deler av anlegget, uten å måtte bla gjennom hele sider.

4.2.1 Rapporter

For å lage en applikasjon i Power BI kan man ta i bruk rapporter. Hver rapport som lages kan potensielt bli tatt i bruk for visning i applikasjonen. Ettersom det er tre ulike hoveddeler i dette anlegget vil det være lettest å opprette tre rapporter, hvor hver rapport er for en del i anlegget. I disse rapportene vil det kunne vises grafer, verdier og andre visuelle visninger for dataene som blir tatt i bruk. Ved å bruke Excel-filer som er skylagret, vil dataene i Power BI rapportene oppdateres når det kommer endringer eller nye data i Excel. Dette vil føre til at rapportene vil være oppdaterte og vise nødvendig informasjon til enhver tid. Når rapportene er opprettet, må man velge hvilke rapporter som skal tas i bruk for applikasjonen, og hvilke deler som skal vises hvor. Ettersom all data som er mottatt og vist i rapportene er nødvendige, vil det være naturlig å ta med alle rapportene i applikasjonen. Ettersom anlegget som

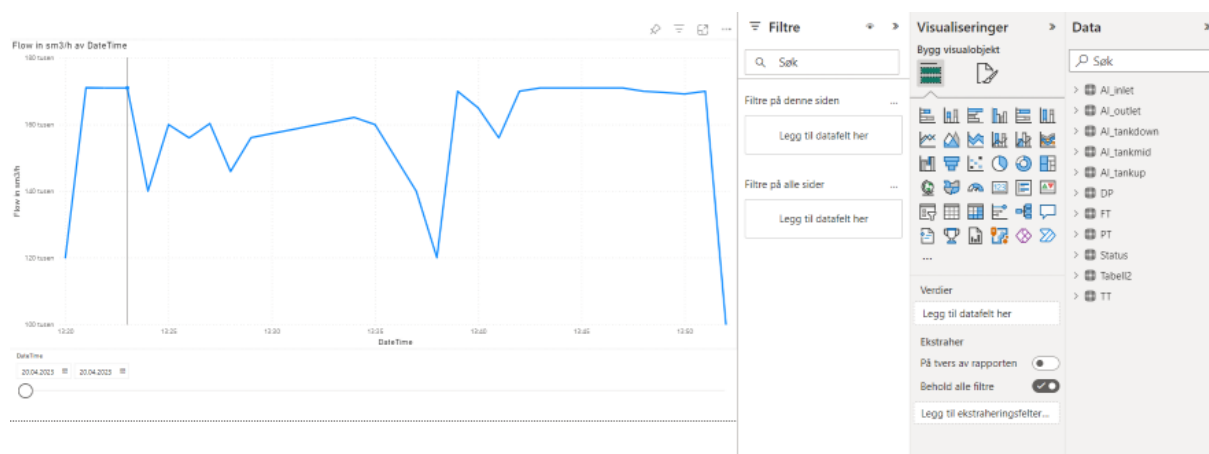
applikasjonen skal basere seg på ikke er i drift, er det ikke brukt koblinger til databaser da dette ikke er etablert, men dette er en mulighet hvis man har lagret data på den måten.

For å opprette rapporter må det som nevnt bli tilgjengeliggjort datasett. Disse datasettene må da kobles til Power BI hvor rapportene kan opprettes. Dataene som kommer inn til Power BI må være satt opp i tabeller slik at Power BI oppfatter hvilke data som hører sammen.



Figur 6 - Utklipp av Power BI hvor man kan opprette og redigere rapporter.

Som man kan se i figur 6 over er det ulike visualiseringsobjekter man kan velge for å vise frem dataene sine. I dette eksempelet er det prediktive verdier som vises sammen med totalt optak av kvikksølv. Som man kan se på høyre side av figuren er det ulike tabeller som er opprettet i det datasettet som rapporten blir opprettet i fra. Ved å velge verdier fra disse kan man sette de opp i ønskede visualobjekt.



Figur 7 - Utklipp av Power BI hvor man kan opprette og redigere rapporter.

Ovenfor i figur 7 er et annet eksempel hvor det er brukt linjediagram for å vise flowen over en viss tid. Disse eksempelrapportene vil bli tatt med og publisert i appen. Ettersom det ikke er behov for å lage

mange forskjellige visualiseringsobjekter ut ifra krav og ønsker i denne oppgaven vil det stort sett være rapporter som vist i figur 6 og figur 7.

4.2.2 Instrumentbord

Det er også mulig å opprette instrumentbord, hvor man kan sette sammen de viktigste delene av en rapport, til et instrumentbord. Disse instrumentbordene er også mulig å presentere i applikasjonen. Ettersom det kan være ulik viktighet med de ulike dataene, vil instrumentbord være en fin måte å presentere hoved-dataene, slik at bruker enkelt kan finne frem til interessante data, istedenfor å bla gjennom mange ulike rapporter. For å lage mest mulig relevante instrumentbord, er det valgt å vise de aller viktigste trendene, nivåene, samt den prediktive levetiden i et enkelt instrumentbord, og deretter delt inn resten av dataene etter gassfase, flashgass og kondensat.

Som nevnt er det også mulig å implementere tabeller og figurer direkte fra Excel og sette disse dataene eller figurene sammen i instrumentbord. Dette instrumentbordet kan være en blanding av rapporter fra Power BI og data direkte fra Excel. Oversiktsdelen av applikasjonen vil være satt sammen av dette instrumentbordet (se figur 8).



Figur 8 - Utklipp av instrumentbord for oversiktsdelen.

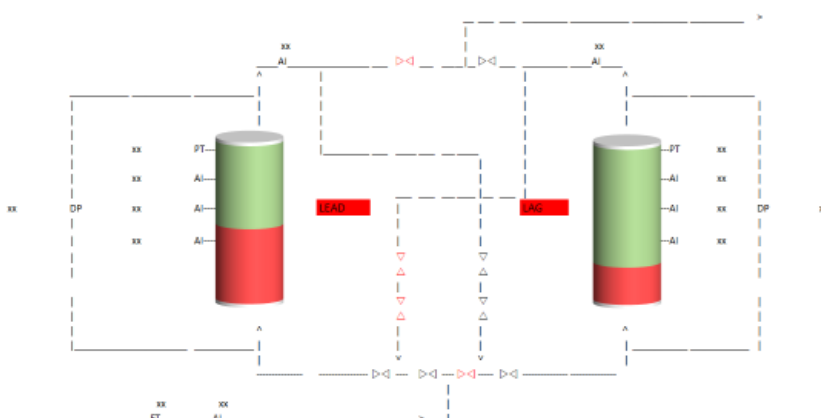
I figur 8 ovenfor er det vist alle deler av instrumentbordet som skal vises i oversiktsdelen i applikasjonen. Dette er satt sammen av interfacene som er laget i Excel for alle tre innløpene i anlegget. I tillegg er informasjonen på sidene av interfacene blitt lagd i rapporter som er implementert

i instrumentbordet. Figur 8 er delt opp i tre utklipp ettersom instrumentbordet er for stort til å vise hele i et utklipp.

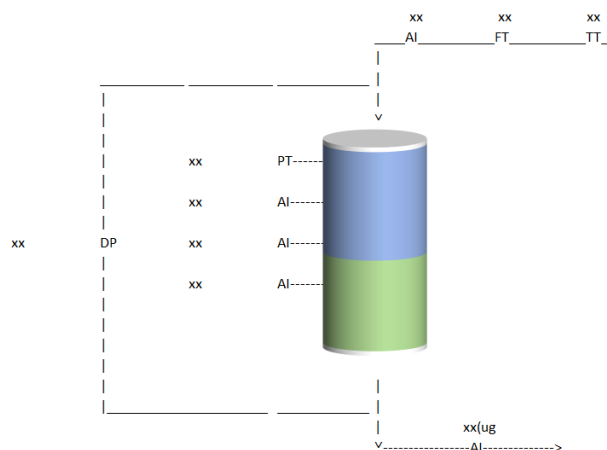
4.2.3 Interface av tanker

Det ble, som nevnt, i løpet av prosjektet satt opp et nytt krav om at applikasjonen skulle inneholde visuelle tanker som viser nivåer og verdier av gjenstående levetid av absorpentmassen. I tillegg ble det fra veileder ved oppdragsgiver gitt ut et eksempel og et ønske på hvordan disse kunne se ut (se kapittel 5.2.2). Derfor ble det gjort forsøk på å lage disse interfacene så like som mulig som ønskene, samt at de skulle fungere til sitt formål. Ettersom Power BI, som er programmet som blir brukt til å lage applikasjonen, har en del begrensinger, var det vanskelig å få til å lage visuelle tanker som viste nok informasjon og fungerte som de skulle. Derfor ble det valgt å bruke Excel til å lage de visuelle tankene. Her ble det laget et for hvert av innløpene, altså et for gassfase, et for flash-gass og et for kondensat.

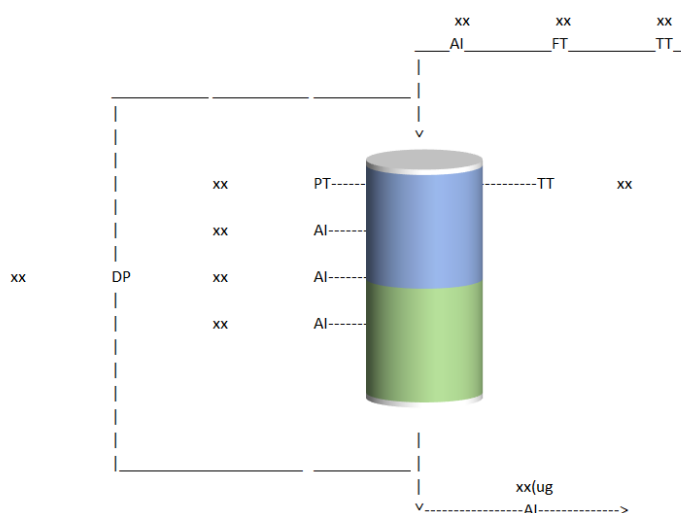
For å opprette disse visuelle tankene (se figurer under) ble det brukt grafiske hjelpemidler i Excel. Her ble det brukt stolpediagram hvor data om gjenstående masse og brukt masse ble brukt for å lage visning av nivåer. Ved å bruke Excel sine ulike formateringsmuligheter var det mulig å kunne endre fargene på de ulike nivåene slik at man kunne presentere gjenstående masse i grønt, mens brukt masse ble presentert i rødt eller blått (kondensat eller gass). I tillegg var det ønske om at disse interfacene skulle vise ulike nivåer, derfor ble det lagt til mulighet for data av ønskede nivåer ved siden av de nevnte tankene (se figurer under). For å kunne presentere disse visuelle tankene i Power BI, må Excel-filene, som nevnt tidligere, bli lagret på one-drive. Deretter vil man kunne laste opp Excel-filene i Power BI, og kan ta i bruk delene av filene som er ønskelig, i dette tilfelle, de tre ulike interfacene.



Figur 9 - Skjermtutklipp av Excel-ark for interface for kondensat.

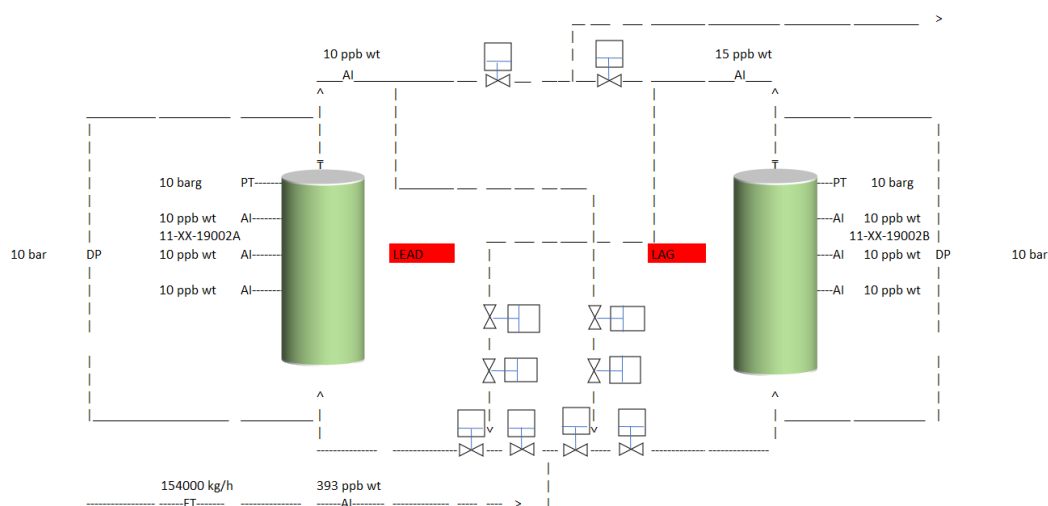


Figur 10 - Utklipp av Excel-ark for interface av gassfase.

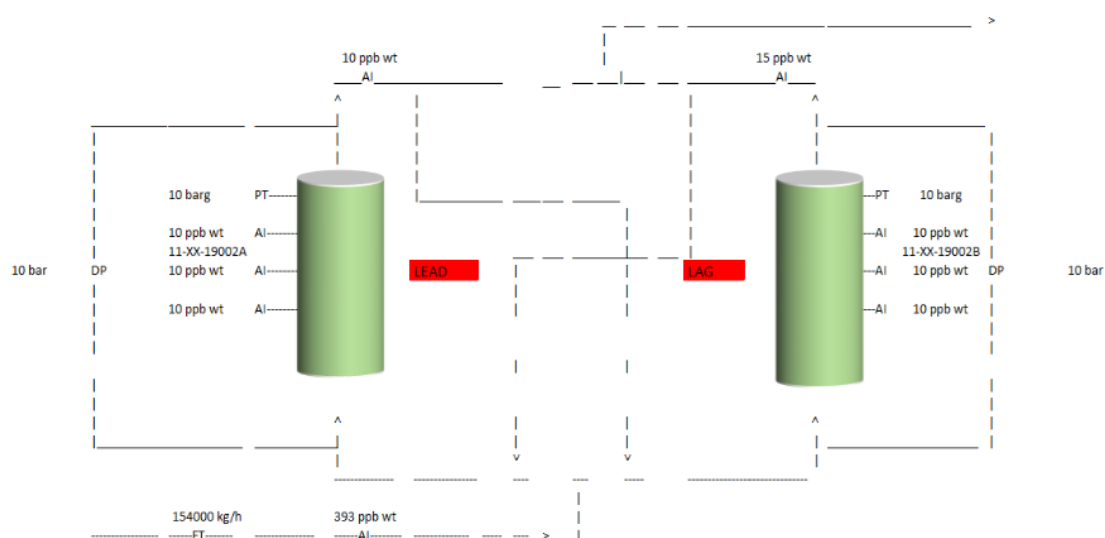


Figur 11 - Utklipp av Excel-ark for interface for flash-gass.

Det ble i et andre utkast med oppdragsgiver presentert disse interfacene (kan leses mer om i kapittel 5.2.2). Her ble det uttrykt ønsker om at interfacene skulle bruke symbol-bruk fra oljebransjen for at det skulle være lettere å sammenligne. Dette ble forsøkt å gjøre, og det ble laget figurer med noe bruk av symboler i Excel. Det oppsto dermed et problem med delingen fra Excel til Power BI, ettersom Power BI ikke viste symbolene og figurene. Derfor ble det valgt å la interfacene bli som de var, ettersom det ble mangelfulle interface i dette tilfellet, noe som kan ses på figur 12 og figur 13 under.



Figur 12 - Utklipp av kondensat-interface med symboler og figurer som ønsket i Excel.

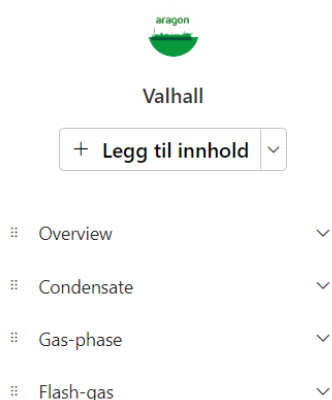


Figur 13 - Utklipp av kondensat-interface med figurer og symboler i Power BI.

4.2.4 Oppsett

Oppsettet i en applikasjon handler i bunn og grunn om at det skal være mest mulig oversiktlig, samt at den viktigste informasjonen er lett å få tak i. Det er derfor valgt å dele inn applikasjonen i 4 deler. En del skal være oversikt. Her vil den viktigste informasjonen og dataene fra anlegg bli presentert. Det er også, som nevnt, delt inn i flash-gass, gassfase og kondensat for at det visuelle skal være oversiktlig og lett å tolke. De 3 siste delene vil være for flash-gass, gassfase og kondensat. Her vil alt av data og trender bli presentert. Det er valgt å sette opp designet på denne måten for at det skal være lett for

brukeren å få tak i de viktigste dataene og informasjonen, på en kjapp og enkel måte, men også ha muligheter for å sjekke trender og status med hvert enkelt system av anlegget.



Figur 14 - Skjerm bilde av valgt oppsett-løsning.

Som man kan se i figur 14 over viser det hvilke inndelinger som er valgt i denne applikasjonsløsningen, noe som er nevnt tidligere. Her er det også muligheter til å endre på og legge til innhold senere som vises med knappen «Legg til innhold». Under hver av inndelingene vil det inneholde ulike rapporter, instrumentbord og andre grafiske figurer for visning. Disse er laget og implementert etter oppdragsgiver ønske og kravene som er beskrevet i kapittel 2.

4.2.5 Brukergrensesnitt web

Ettersom det er ønskelig at applikasjonen skal kunne brukes i en web-løsning er det valgt å sette søkelys på hvordan brukergrensesnitt skal være mest mulig optimalt for bruk. Ettersom største delen av applikasjonen er bygd opp av rapporter vil det være her man setter opp hvordan selve datavisningen skal se ut. Likevel er det muligheter for å dele opp rapportene og andre deler inn i applikasjonen i senere tid. Her kan man også velge å linke sammen rapporter og instrumentbord, noe som er valgt for at det skal være mulig å se hele rapporter, ved å trykke inn på dataverdier som er koblet. Som nevnt tidligere er Power BI en lav-kode løsning, og derfor vil det være begrensinger når det gjelder brukergrensesnittet. Derfor har det vært viktig å lage gode rapporter og instrumentbord, og koble sammen disse, slik at brukergrensesnittet blir så likt som ønskene og kravene er. I tillegg så er applikasjonen som er laget, laget med formål om å vise data, og ikke med formål med å kunne utføre noe, derfor vil det være viktigst at datavisningen er så optimal som mulig.

4.2.6 Brukergrensesnitt mobilapp

Det er satt et krav om at applikasjonen skal kunne brukes som mobilapp, og derfor er dette et viktig punkt i utførelsen av applikasjonen. I Power BI er det egne muligheter for å lage visning av rapporter og instrumentbord i mobilform, og dette er blitt gjort for at det skal være mer oversiktlig når man tar i bruk applikasjonen på mobilen. Det er likt her som med webløsningen at store deler av visningen er bygd opp av rapporter og hvordan disse er satt sammen. Her også vil det være naturlig å linke sammen instrumentbord og rapporter for at brukeren kan ved å trykke på koblinger finne hele rapporter hvis dette er ønskelig. Når det gjelder brukergrensesnittet for mobil vil det også være begrensinger for hvordan brukergrensesnittet vil være, men som nevnt er det i en tidligere fase i opprettelse av rapporter og instrumentbord mulighet for å koble sammen disse. Her også vil det være viktigst at dataen som blir vist fungerer, ettersom applikasjonen ikke skal utføre noe, men skal vise data.

4.2.7 Deling

I og med at programmet som brukes for å lage applikasjonen er lav-kode løsning er det begrensinger med tanke på mulighet for deling. Likevel er det noen muligheter for deling som gjør at kravene som bedriften har satt kan bli oppfylt. De to løsningene med denne applikasjonsløsningen er å dele applikasjonen enten med organisasjonen eller å dele med gitte e-post-adresser. Hvis man velger å dele med organisasjonen, vil applikasjonen bli delt med alle innenfor samme e-post-organisasjon, som betyr i dette tilfelle at alle med en Microsoft-konto fra Aragon, vil ha mulighet til å bruke applikasjonen. Ettersom det er viktig for oppdragsgiver at applikasjonen kun skal være tilgjengelig for visse personer er det i utgangspunktet valgt å dele applikasjonen ved å ta i bruk e-post-adresser. Dette gjøres ved å skrive inn valgte e-post-adresser som man ønske skal ha mulighet til å bruke applikasjonen (se figur 15).



Figur 15 - Skjermtklipp av Power BI sine muligheter for å dele applikasjonen.

Hvis det skulle være ønskelig for oppdragsgiver å endre valg av deling i senere tid, vil det være beskrevet i brukerdokumentasjon hvordan dette gjøres.

Det er også muligheter for ha en samlet applikasjon for flere anlegg, hvor ulike personer har ulik adgang. Ettersom det i nåværende situasjon er laget en applikasjon for å vise tilstand til et anlegg og ikke flere, vil det være unødvendig å gå inn for mye på hvordan dette gjøres. Likevel vil det stå i brukerdokumentasjon hvordan dette kan gjøres, hvis det er ønskelig og nødvendig i senere tid, ved en for eksempel utvidelse av kunder eller nye sensormålinger som ikke skal være tilgjengelig for alle.

Det ble i løpet av prosjektet og testing funnet ut at det kreves abonnement for å kunne se og ta i bruk den delte applikasjonen. Dette fører til at hver bruker som skal se applikasjonen må betale en viss sum i måneden for å kunne se applikasjonen som er delt. Dette kunne blitt løst ved at det hadde blitt tatt i bruk en annen abonnementsløsning enn den i denne oppgaven. Det ville vært Power BI Premium per kapasitet fremfor Power BI Premium per bruker, som er brukt. Dette ville derimot ha kostet mye mer [9].

4.3 Databehandling

For å kunne presentere trender og prediksjoner i applikasjonen, må det komme en god mengde med data fra anlegget for å kunne fremvise meningsfulle trender og prediksjoner. Ettersom disse dataene skal komme rett fra anlegget, er det blitt enighet med oppdragsgiver at de skulle opprette en server eller database for mottak av dataene. For å få tilgang til å ta i bruk den nevnte serveren, eller databasen, må disse dataene bli delt. På grunn av noen misforståelser er det ikke opprettet database med data, noe som har ført til at dette ikke ble mulig å gjøre. Derimot kan man sjekke hvilke databaser som kan importeres og kommunisere med Excel [13]. Her vil det være flere ulike løsninger, hvor man kan bruke den løsningen som passer best for sitt eget formål.

Ettersom det skal gjøres ulike beregninger, vil det være nødvendig å behandle dataene. Som nevnt er det tatt i bruk Excel, da dette programmet fungerer bra sammen med Power BI. Her er planen at store mengder data blir innhentet fra oppdragsgivers server eller database før den blir behandlet når anlegget er i drift. Disse vil enten bli satt opp i tabeller eller gjort beregninger på. Som nevnt er dette ikke gjort i denne oppgaven, men det er opprettet datasett i Excel som et alternativ. Når beregninger i Excel er gjort vil dataene kunne sendes til Power BI for videre behandling. Her vil man kunne lage ulike grafer, og andre visuelle effekter, samt sette opp rapporter og instrumentbord. Alle nødvendige rapporter og instrumentbord vil bli satt sammen til en applikasjon, hvor alt av data vil presenteres.

4.4 Tilstandsbasert vedlikehold

I virkeligheten vil komponenter og deler av anlegg bli slitt og etter hvert bli mindre funksjonelle. Når dette skjer vil prosesser fungere dårligere og føre til at produksjonsevnen går ned. Det vil derfor også skje i det gitte anlegget som applikasjonen skal vise data fra. Derfor er det valgt å ta i bruk

tilstandsbasert vedlikehold. For at dette skal fungere må dataene som presenteres ha nok informasjon, slik at brukeren av applikasjonen kan vite når vedlikehold faktisk kreves.

4.4.1 Teori

Som nevnt tidligere handler tilstandsbasert vedlikehold om å utføre vedlikehold når det trengs [3]. For å få dette til er det nødvendig med et visst antall sensorer som kan utføre målinger på komponenter og deler av anlegget som har viktige funksjoner for prosessen. Tilstandsbasert vedlikehold kan ofte deles inn i tre deler: måling, analyse og beslutning [10].

Måling kan utføres på ulike måter, enten med sensorer som er automatiske, eller manuelle målinger med måleinstrument. Her vil det være varierende hva som er ønskelig og best å benytte i ulike scenarioer. I dette tilfelle vil det være en blanding mellom automatiske sensorer som måler kontinuerlig, og manuelle målinger som blir tatt etter en gitt tid.

Analysen vil naturligvis være av målingene som er tatt. Disse målingene vil kunne sammenlignes med tidligere målinger eller med allerede fastsatte grenser [10]. Målet med analysen vil være å kunne prediktere og analysere målingene opp mot grenser for å kunne utføre vedlikehold i riktig tid [10]. I dette scenarioet med kvikksølvsfjerningsanlegg vil det i oppstarten av anlegget være slik at målinger som er tatt blir sammenlignet med designet og fastsatte grenser. I senere tid når anlegget har vært oppe en stund vil det være naturlig å kunne sammenligne målinger med tidligere målinger. Som nevnt tidligere vil det i dette tilfelle være analysen av absorbentmassen og hvor lang tid det tar før den må byttes ut som er hovedpoenget med applikasjonen. Dette gjøres ved å analysere målinger i og rundt de aktuelle tankene i anlegget.

Beslutningsdelen handler om å gjøre beslutninger ut ifra analysen som er gjort [10]. Det er i dette punktet hvor man bestemmer om man når man skal utføre vedlikeholdet. I denne oppgaven vil det i hovedsak være basert på en prediktiv gjenstående levetid av absorbentmassen. Likevel vil det være opp til de som ser på målingene og de prediktive analysene, til å beslutte om når vedlikehold skal gjennomføres. Det vil også være andre deler av anlegget som trenger vedlikehold. Derfor vil det også bli gjort beslutninger om vedlikehold på andre deler av anlegget hvis målinger avviker fra tidligere målinger eller fra de fastsatte grensene. For eksempel hvis man ser at trykket i anlegget enten øker eller synker over tid, vil det være en indikasjon på at noe ikke fungerer optimalt og at vedlikehold bør utføres.

4.4.2 Implementasjon

For at det tilstandsbaserte vedlikeholdet skal kunne benyttes i dette tilfellet er det viktig at applikasjonen presenterer nok mengde med datamålinger. I tillegg er det satt et krav om det skal gjøres kontinuerlig beregning på målingene som kommer inn, slik at man kan komme med en prognose på

hvor lenge hver enkelt tank med absorbertmasse har igjen før den må vedlikeholdes. Dette er implementert i applikasjonen ved å gjøre beregninger (se kapittel 4.5) ut ifra informasjon om data som er mottatt fra oppdragsgiver. Deretter vil disse beregningene bli presentert for visning i applikasjonen. For at bruker skal kunne ha kontroll vil det også være visning av designet levetid, slik at brukeren kan sammenligne prognosene og gjøre valg basert på disse.

Ettersom prosessen for fjerning av kvikksølv ikke bare omhandler at gassen og kondensatet går gjennom en tank med absorbertmasse, men er satt sammen av et større anlegg og flere prosesser, vil det kunne oppstå problemer på andre deler av anlegget, som krever vedlikehold. Derfor er det viktig at applikasjonen også viser trender og nivåer fra andre sensormålinger. Dette fører til at bruker kan følge opp og sjekke om nivåer er innenfor satte grenser, og gjøre vedlikehold hvis man ser at noen av sensorene viser datamålinger utenfor grensene eller målinger som nærmer seg grensene. For at dette skal være mulig for bruker er det valgt å presentere alle dataene som er ønsket, hvor det både går an å se på trendene, men også mulig å se på de siste verdiene som kommer fra anlegget. Disse dataene vil i hovedsak være vist i rapporter, men noen av verdiene som er ønsket fra bedriften vil bli presentert på et instrumentbord i oversiktsdelen av applikasjonen (se figur 8 i kapittel 4.2.2).

I denne typen prosess vil hovedprosessen i å måtte bytte ut absorbertmasse være en langtidsprosess, og vil dermed ikke skje plutselig. Likevel er det et par andre deler av prosessen som flow, trykk, temperatur, innløp og utløp som plutselig kan endre seg og være utenfor gitte nivåer. Derfor er det tatt i bruk et varslingsystem i applikasjonen som vil sende ut varsler til bruker hvis nivåer beveger seg utenfor en satt grense. Dette har vi gjort for at bruker kjapt skal kunne sjekke, og utføre vedlikehold på deler av anlegget som trenger dette. Ettersom det er tatt i bruk en lavkode-løsning, er det få muligheter til å velge at alle som bruker applikasjonen skal få samme varsler. Derimot kan hver enkelt bruker av applikasjonen velge hvilke verdier og deler av informasjonen i applikasjonen som skal utløse varsler. For at det skal være lett å endre på disse valgene vil det bli forklart tydeligere i brukerdokumentasjonen.

Behandle varsler

+ Legg til varselregel

Total Captured Hg

Alert type: Hg

Severitetsnivå

Total Captured Hg

Angi varselregel for Total Captured Hg

Condition Threshold

Over

Maksimal varselhyppighet

Maksimalt en gang i dagnet

Maksimalt en gang i timen

Varsler sendes bare hvis dataene blir endret.

Du mottar som standard varsler om spensten gjennom varselpanelet.

Send meg en e-post i tillegg

Logg og lukk Avbryt

Figur 16 - Utklipp av eksempel på varslingsystem i Power BI.

4.5 Beregninger

For å kunne presentere data, men også presentere prediktive forventninger er det måttet gjøre ulike beregninger. Det er blitt vurdert ulike måter å beregne gjenstående levetid på absorbentmassen. I tillegg til dette hovedfokuset, som er å beregne gjenstående levetid for absorbentmassen, har oppdragsgiver et ønske om å få presentert ulike nyttige data samtidig. Dataene er blant annet totalt opptak Hg (xx Kg), metningsnivå (xx %) og forventet levetid (xx dager), både den predikterte, men også den designete levetiden. Dette er nyttige data som oppdragsgiver ønsker å ha oversikt over. Beregningene for hvert enkelt tog skal vi gå nærmere inn på. Flash-gass og gassfase har veldig mye til felles, da de regnes på samme måte. Kondensat-delen er satt opp litt annerledes og stiller en del andre krav enn de to nevnte.

Ettersom det i hovedsak er blitt brukt Excel til lagring og design av interfacene som beskrevet i kap 4.2.3, er også mange av beregningene blitt gjort i Excel. Derfor er det tatt i bruk Excel sine ulike beregningsverktøy for å kunne utføre beregningene som er beskrevet under.

4.5.1 Flash-gass

Kalkulasjoner for flash-gass:

Kapasiteten i tankene som blir brukt ved flash-gass baserer seg på en garanti levetid på 10 år, med designbetingelser på ca. 424 kg Hg.

Oppdragsgiver ønsket også å få presentert gitt mengde masse av kvikksølv som kommer inn til enhver tid. Dette kalles for massestrøm. For å presentere massestrømmen (kg/t) tas flow (volumstrøm) og kvikksølvinnhold (tetthet) i bruk [14]. Ved å ta i bruk formelen for massestrøm $\dot{m} = p\dot{V}$, kan man finne ut hvor mye kvikksølv som kommer inn til enhver tid [11]. I dette tilfelle vil $\dot{V} = \text{Volumstrøm} = \text{Flow inn} \left(\frac{\text{Sm}^3}{t}\right)$ og $p = \text{Tetthet} = \text{Kvikksølvinnhold} \left(\frac{\mu\text{g}}{\text{Sm}^3}\right)$. Ettersom dataen som skal brukes i beregningene, etter planen har ulike intervall vil beregningene være basert ut ifra det gitte intervallet. Flow inn er oppgitt at skal måles hvert minutt, mens kvikksølvinnholdet skal måles hvert tiende minutt. Ved å bruke formelen $\dot{m} = p\dot{V}$ som utgangspunkt modifiseres regnestykket til å se ut slik det er presentert under:

$$\dot{m} = p\dot{V} = \left[\text{Siste Kvikksølvinnhold} \left(\frac{\mu\text{g}}{\text{Sm}^3}\right) * \text{Gjennomsnitt av 10 siste flow} \left(\frac{\text{Sm}^3}{t}\right) \right] * \left(\frac{1 \text{ kg}}{10^9 \mu\text{g}}\right) = \text{Massestrøm (kg/t)}$$

En annen beregning som skal tas med, er totalt opptak av Hg. Denne funksjonen ble i utgangspunktet tenkt å regne ut ved å ta i bruk massestrøm (kg/t) som er vist ovenfor, samt tiden, da det skal finnes et opptak gitt i kg. Dette er gjort på følgende måte ved bruk av matematiske regler:

$$kg = \frac{kg}{t} * t \Rightarrow \frac{kg}{t} * t = kg$$

$$(Totalt\ opptak\ Hg(kg)) = \dot{m} * tid = massestrøm\ (kg/t) * tid\ (t)$$

Dette viste seg å by på problemer ved utregning i Excel, noe som gjorde at det ble valgt å regne massestrøm ved bruk av gjennomsnittet av flow og kvikksølvinnhold. Her vil formelen over brukes, med noen modifikasjoner ettersom det blir brukt gjennomsnittet av flow og kvikksølvinnhold.

$$(Totalt\ opptak\ Hg(kg)) = \dot{m} * tid = Gjennomsnitt\ av\ flow\ \left(\frac{Sm^3}{t}\right) * \\ Gjennomsnitt\ av\ kvikksølvinnhold\ \left(\frac{\mu g}{Sm^3}\right) * \frac{Antall\ verdier\ av\ kvikksølvinnhold}{6} * \left(\frac{1kg}{10^9\mu g}\right)$$

Her vil \dot{m} regnes ut på samme måte som ovenfor:

$$\dot{m} = p\dot{V} = \left[Siste\ Kvikksølvinnhold\ \left(\frac{\mu g}{Sm^3}\right) * Gjennomsnitt\ av\ 10\ siste\ flow\ \left(\frac{Sm^3}{t}\right) \right] * \\ \left(\frac{1\ kg}{10^9\ \mu g}\right)$$

Ettersom målingene av kvikksølvinnhold kommer hvert tiende minutt, samt at massestrøm regnes i kg per time vil tiden tid være beregnet av formelen under siden det er seks verdier per time:

$$\frac{Antall\ verdier\ av\ kvikksølvinnhold}{6}$$

På grunn av at det totale opptaket skal oppgis i kg må det multipliseres med $\left(\frac{1kg}{10^9\mu g}\right)$ ettersom verdiene i de tidligere fasene er oppgitt i μg .

Metningsnivå (%) er også en faktor som er ønskelig å ha med når det skal presenteres data for anlegget. Metningsnivået blir presentert ved å ta i bruk kapasitet og totalt opptak Hg. Dette nivået gir en oversikt over hvor mye av kapasiteten som gjenstår, og hvor mye som er allerede i bruk.

$$\left(\frac{Totalt\ opptak\ Hg\ (kg)}{Kapasitet\ (kg)}\right) * 100\%$$

Når det kommer til den gjenstående garantilevetiden, regnes den ut tatt i betraktning til hvor lenge den gitte tanken har vært i bruk. Formelen fremstilles som:

$$\text{Gjenstående garantilevetid (i.e. 3650 dager)} - \text{Tid i drift (dager)}$$

Prediktert levetid er også et resultat som må framlegges. Denne levetiden skal beregnes basert på faktisk strømning og innløps Hg-sammensetning og vil kontinuerlig beregnes på nytt. For å finne en prediktert levetid må man finne tiden. Ved å bruke generelle matematiske regler kan man regne ut at $\frac{kg}{\frac{kg}{tid}}$ kan skrives som $kg * \left(\frac{tid}{kg}\right)$. Ved å stryke kg med hverandre vil man stå igjen med tid. Siden det tidligere er blitt fremstilt hvordan massestrøm og totalt opptak regnes ut, kan man finne prediktert levetid oppgitt i dager ved å bruke formelen:

$$\text{Prediktert levetid (dager)} = \left[\frac{\text{Kapasitet (kg)} - \text{Total opptak Hg(kg)}}{\text{Hg massestrøm} \left(\frac{kg}{t}\right)} \right] * \frac{1 \text{ dag}}{24 \text{ timer}}$$

4.5.2 Gassfase

Kalkulasjonene for gassfase er som nevnt, nesten identiske som ved flash-gass:

Kapasitet basert på garanti levetid har samme nivå som flash-gass, 10 år, med designbetingelser på ca. 377 kg Hg.

Massestrøm (kg/t) ved innløp: Her er det beregnet hvor mye masse av kvikksølv som kommer inn til enhver tid. Ved å ta i bruk flow (volumstrøm) og kvikksølvinnhold (tetthet) finner vi massestrøm (kg/t) [14]. Ettersom flowen, etter planen skal bli målt hvert minutt og kvikksølvinnholdet blir målt hvert tiende minutt er det valgt å regne ut ved hjelp av siste målte verdi av kvikksølvinnholdet, og ved gjennomsnittet av de ti siste verdiene av flowen. Her også brukes formelen for massestrømning som utgangspunkt [11].

$$\dot{m} = p\dot{V}$$

$$p = \text{Siste kvikksølvinnhold} \left(\frac{ug}{Sm^3}\right)$$

$$\dot{V} = \text{Gjennomsnitt av 10 siste flow} \left(\frac{Sm^3}{t}\right)$$

$$\dot{m} = p\dot{V} = \text{Siste kvikksølvinnhold} \left(\frac{ug}{Sm^3}\right) * \text{gjennomsnitt av 10 siste Flow} \left(\frac{Sm^3}{t}\right) * \left(\frac{1 kg}{10^9 \mu g}\right) = \text{massestrøm} \left(\frac{kg}{t}\right)$$

For å finne det totale opptaket av Hg var det tenkt å bruke en formel hvor det ble tatt i bruk massestrøm og tiden ved å bruke generelle matematiske regler for å finne totalt opptak i kg:

$$kg = \frac{kg}{t} * t \Rightarrow \frac{kg}{t} * t = kg$$

$$(Totalt\ opptak\ Hg(kg)) = \dot{m} * tid = massestrøm\ (kg/t) * tid\ (t)$$

Dette viste seg som ved flash-gass å by på problemer ved å beregne dette i Excel. Derfor ble det valgt å beregne totalt opptak av Hg ved å bruke gjennomsnitt av flow (volumstrøm) og kvikksølvinnhold (tetthet). Ved å bruke samme fremgangsmåte som ved flash-gass finner vi dette:

$$(Totalt\ opptak\ Hg(kg)) = \dot{m} * tid = Gjennomsnitt\ av\ flow\ \left(\frac{Sm^3}{t}\right) * \\ Gjennomsnitt\ av\ kvikksølvinnhold\ \left(\frac{\mu g}{Sm^3}\right) * \frac{Antall\ verdier\ av\ kvikksølvinnhold}{6} * \left(\frac{1kg}{10^9\mu g}\right)$$

Her vil \dot{m} regnes ut på samme måte som ovenfor:

$$\dot{m} = p\dot{V} = \left[Siste\ Kvikksølvinnhold\ \left(\frac{\mu g}{Sm^3}\right) * Gjennomsnitt\ av\ 10\ siste\ flow\ \left(\frac{Sm^3}{t}\right) \right] * \\ \left(\frac{1\ kg}{10^9\ \mu g}\right)$$

Ettersom målingene av kvikksølvinnhold kommer hvert tiende minutt, samt at massestrøm regnes i kg per time vil tiden tid vil være beregnet av formelen under siden det er seks verdier per time:

$$\frac{Antall\ verdier\ av\ kvikksølvinnhold}{6}$$

På grunn av at det totale opptaket skal oppgis i kg må det multipliseres med $\left(\frac{1kg}{10^9\mu g}\right)$ ettersom verdiene i de tidligere fasene er oppgitt i μg .

Metningsnivå (%) er for å kunne vite hvor mye av absorbentmassen som er spist, oppgitt i prosent. Ved å bruke formelen nedenfor finner vi metningsnivået:

$$\left(\frac{Totalt\ opptak\ Hg\ (kg)}{Kapasitet\ (kg)}\right) * 100\%$$

Gjenstående garantilevetid er beregnet for at bruker kan sammenligne prediktert levetid med den designete levetiden, og gjøre valg basert på dette. Formelen for å beregne gjenstående garantilevetid finner du under:

$$Gjenstående\ garantilevetid\ (dvs.\ 3650\ dager) - Tid\ i\ drift\ (dager)$$

Predikert levetid skal beregnes basert på faktisk strømning og innløps Hg-sammensetning og vil kontinuerlig beregnes på nytt. Dette er hovedmålet for applikasjonen, og skal gi ut informasjon om hvor lenge levetid absorbentmassen har igjen ut ifra virkelige verdier. Ved å bruke generelle matematiske regler vet man at $\frac{kg}{tid}$ kan skrives som $kg * \left(\frac{tid}{kg}\right)$. Ved å stryke kg med hverandre vil man stå igjen med tid. Siden det tidligere er blitt fremstilt hvordan massestrøm og totalt opptak regnes ut, kan man finne predikert levetid oppgitt i dager ved å bruke formelen:

$$\text{Predikert levetid (dager)} = \left[\frac{\text{Kapasitet (kg)} - \text{Totalt opptak Hg (kg)}}{\text{Hg massestrøm} \left(\frac{kg}{t}\right)} \right] * \frac{1 \text{ dag}}{24 \text{ timer}}$$

4.5.3 Kondensat

Beregningene for kondensat er litt annerledes. Her er det to tanker, der hovedsakelig den primære skal ta seg av filtreringen, mens tank nummer to brukes hovedsakelig som en garanti og gjennomfører en finpuss.

Kapasitet per tank (dvs. når de er koblet i lead/lag) er basert på garantilevetid (2 år) og designet forhold: 1029 kg Hg.

Massestrøm (i kg/t) ved innløp er som ved de andre beregningene for å vite hvor mye kvikksølv som kommer inn til enhver tid. Ved å bruke siste målte verdier av kvikksølvinnhold (tetthet) ved innløp og gjennomsnitt av de ti siste verdiene av flowen (volumstrøm) inn finner vi massestrøm [14]. Ved å ta utgangspunkt i formelen for massestrøm kan dette regnes ut [11].

$$\dot{m} = p\dot{V}$$

$$p = \text{Siste verdi kvikksølvinnhold}_{\text{innløp}} (\text{ppb wt})$$

$$\dot{V} = \text{Gjennomsnitt av 10 siste verdier av flow} \left(\frac{kg}{t}\right)$$

$$\dot{m} = p\dot{V} = \text{Siste verdi kvikksølvinnhold}_{\text{innløp}} (\text{ppb wt}) *$$

$$\text{Gjennomsnitt av 10 siste verdier av flow} \left(\frac{kg}{t}\right) * \left(\frac{1kg}{10^9 ug}\right) = \text{massestrøm}_{\text{innløp}} \left(\frac{kg}{t}\right)$$

Massestrøm (i kg/t) ved utløp av lead er for å finne ut hvor mye som ble tatt opp av absorbentmassen i lead tanken. Her vil man bruke samme type formel som ovenfor bare med kvikksølvinnholdet (tetthet) ved utløp:

$$\dot{m} = p\dot{V}$$

$$p = \text{Siste verdi kvikksølvinnhold}_{\text{utløp}} (\text{ppb wt})$$

$$\dot{V} = \text{Gjennomsnitt av 10 siste verdier av flow} \left(\frac{\text{kg}}{\text{t}} \right)$$

$$\dot{m} = p\dot{V} = \text{Siste verdi kvikksølvinnhold}_{\text{utløp}} (\text{ppb wt}) *$$

$$\text{Gjennomsnitt av 10 siste verdier av flow} \left(\frac{\text{kg}}{\text{t}} \right) * \left(\frac{1\text{kg}}{10^9\text{ug}} \right) = \text{massestrøm}_{\text{utløp}} \left(\frac{\text{kg}}{\text{t}} \right)$$

Effektivitet av fjerning ved lead (%) er for å finne ut hvor mye som blir fjernet i lead-tanken. Her brukes verdiene fra massestrøm ved innløp og utløp. Ved å bruke matematiske regler kan det ved formelen under beskrives effektiviteten i lead:

$$\left[\frac{\text{Hg massestrøm ved innløp} \left(\frac{\text{kg}}{\text{t}} \right) - \text{Hg massestrøm ved utløp} \left(\frac{\text{kg}}{\text{t}} \right)}{\text{Hg massestrøm ved innløp} \left(\frac{\text{kg}}{\text{t}} \right)} \right] * 100\%$$

Effektivitet av fjerning ved lag er for å finne ut hvor mye av kvikksølvet som blir fjernet i lag-tanken. Her tas effektiviteten fra lead i bruk for å finne dette ut. Ved å anta at kvikksølvinnhold (tetthet) ved utløp fra lag er ubetydelig bruker vi formelen nedenfor for dette:

$$100\% - \text{Effektivitet av fjerning ved lead} (\%)$$

Som ved flash-gass og gassfase var planen å regne ut totalt opptak ved å bruke massestrøm sammen med tid. Som der fikk ble det problemer og det ble valgte å regne ut totalt opptak ved hjelp av gjennomsnittet av flow (volumstrøm) og kvikksølvinnhold (tetthet). Ettersom det er to tanker for kondensat vil utregningen være litt annerledes, da det vil bli målt ut ifra hvor mye som kom inn subtrahert med hvor mye massestrøm som er ved utløpet. Som ved beregninger av opptak med gassene kan det brukes generelle matematiske regneregler. Ved å bruke formlene nedenfor finner vi totalt opptak i lead og i lag:

$$\text{kg} = \frac{\text{kg}}{\text{t}} * t \Rightarrow \frac{\text{kg}}{\text{t}} * \text{t} = \text{kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Totalt opptak } Hg_{lead} (kg) &= m_{innløp} * tid - m_{utløp} * tid = \text{massestrøm}_{innløp} \left(\frac{kg}{t} \right) * tid(t) - \\ &\text{massestrøm}_{utløp} \left(\frac{kg}{t} \right) * tid(t) = \left(\text{massestrøm}_{innløp} \left(\frac{kg}{t} \right) - \text{massestrøm}_{utløp} \left(\frac{kg}{t} \right) \right) * tid(t) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (\text{Totalt opptak } Hg_{lead} (kg)) &= (\dot{m}_{innløp} - \dot{m}_{utløp}) * tid = (\text{Gjennomsnitt av flow} \left(\frac{kg}{t} \right) * \\ &\text{Gjennomsnitt av kvikksølvinnhold}_{innløp} (ppb wt) - \text{Gjennomsnitt av flow} \left(\frac{kg}{t} \right) * \\ &\text{Gjennomsnitt av kvikksølvinnhold}_{utløp} (ppb wt)) * \frac{\text{Antall verdier av kvikksølvinnhold}}{6} * \left(\frac{1kg}{10^9 ug} \right) \end{aligned}$$

Her vil \dot{m} regnes ut på samme måte som ovenfor:

$$\begin{aligned} \dot{m}_{innløp} = p\dot{V} &= [\text{Siste Kvikksølvinnhold}_{innløp} (ppb wt)] * \\ &\text{Gjennomsnitt av 10 siste flow} \left(\frac{kg}{t} \right) * \left(\frac{1kg}{10^9 \mu g} \right) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \dot{m}_{utløp} = p\dot{V} &= [\text{Siste Kvikksølvinnhold}_{utløp} (ppb wt)] * \\ &\text{Gjennomsnitt av 10 siste flow} \left(\frac{kg}{t} \right) * \left(\frac{1kg}{10^9 \mu g} \right) \end{aligned}$$

Ettersom målingene av kvikksølvinnhold kommer hvert tiende minutt, samt at massestrøm regnes i kg per time vil tiden tid vil være beregnet av formelen under siden det er seks verdier per time:

$$\frac{\text{Antall verdier av kvikksølvinnhold}}{6}$$

På grunn av at det totale opptaket skal oppgis i kg må det multipliseres med $\left(\frac{1kg}{10^9 ug} \right)$.

Totalt opptak for lag regnes på noe ulik måte enn totalt opptak i lead, men med samme prinsipp.

$$\text{Totalt opptak } Hg_{lag} (kg) = \dot{m}_{innløp} * tid - \text{Totalt opptak } Hg_{lead}$$

$$\begin{aligned} \text{Totalt opptak } Hg_{lag} (kg) &= \dot{m}_{innløp} * tid - \text{Totalt opptak } Hg_{lead} = \\ &\text{Gjennomsnitt av flow} \left(\frac{kg}{t} \right) * \text{gjennomsnitt av kvikksølvinnhold}_{innløp} (ppb wt) * \\ &\frac{\text{antall verdier av kvikksølvinnhold}}{6} * \left(\frac{1kg}{10^9 ug} \right) - \text{Totalt opptak } Hg_{lead} \end{aligned}$$

Her vil \dot{m} regnes ut på samme måte som ovenfor:

$$\dot{m}_{innløp} = p\dot{V} = [\text{Siste Kvikksølvinnhold}_{innløp} (\text{ppb wt})] * \\ \text{Gjennomsnitt av 10 siste flow} \left(\frac{\text{kg}}{\text{t}}\right) * \left(\frac{1 \text{ kg}}{10^9 \mu\text{g}}\right)$$

Ettersom målingene av kvikksølvinnhold kommer hvert tiende minutt, samt at massestrøm regnes i kg per time vil tiden tid vil være beregnet av formelen under siden det er seks verdier per time:

$$\frac{\text{Antall verdier av kvikksølvinnhold}}{6}$$

Metningsnivå_{Lead} (%) er for å vite hvor mye som er spist og hvor mye som er gjenstående av absorbertmassen. Bruker samme formel som i gassfase og flash-gass som man kan se nedenfor:

$$\frac{\text{Total opptak Hg}_{lead} (\text{kg})}{\text{Kapasitet} (\text{kg})} * 100\%$$

Gjenstående garantilevetid_{Lead} er for å kunne vite hvor lenge den nåværende absorbertmassen har vært i drift og hvor lenge garantien på absorbertmassen har igjen. Bruker lik formel som ved de andre beregningene og kan ses nedenfor:

$$\text{Gjenstående garantilevetid (i.e. 730 dager)} - \text{Tid i drift (dager)}$$

Prediktert levetid skal beregnes basert på faktisk strømning og innløp av kvikksølv. Dette er den viktigste delen av beregningene og skal være tilgjengelig i applikasjonen for at bruker skal kunne vite omtrent hvor lenge det er igjen før massen må byttes.

Ved å bruke generelle matematiske regler vet man at $\frac{\text{kg}}{\frac{\text{kg}}{\text{tid}}}$ kan skrives som $\text{kg} * \left(\frac{\text{tid}}{\text{kg}}\right)$. Ved å stryke kg med hverandre vil man stå igjen med tid. Siden det tidligere er blitt fremstilt hvordan massestrøm og totalt opptak regnes ut, kan man finne prediktert levetid oppgitt i dager ved å bruke formelen:

$$\text{Prediktert levetid (dager)}_{lead} = \left[\frac{\text{Kapasitet (kg)} - \text{Total opptak Hg (kg)}}{\text{Hg massestrøm}_{innløp} \left(\frac{\text{kg}}{\text{t}}\right)} \right] * \left(\frac{1 \text{ dag}}{24 \text{ timer}}\right)$$

5 Testing

For å sjekke om applikasjonen fungerer som ønskelig er det testet ulike deler med applikasjonen for å bekrefte at løsninger fungerer, og for å kunne endre på ting som ikke fungerer, eller som kunne bli forbedret. Ettersom det aktuelle anlegget ikke er aktivt i løpet av prosjektet, er det ikke kunnet testet med ekte dataverdier. Derfor er det blitt brukt syntetiske dataverdier for å kunne teste at ting fungerer slik det skal. I tillegg har det vært jevnlig møter med oppdragsgiver for å kunne presentere ulike utkast, slik at oppdragsgiver kan gi tilbakemelding på hva som er bra og hva som bør endres.

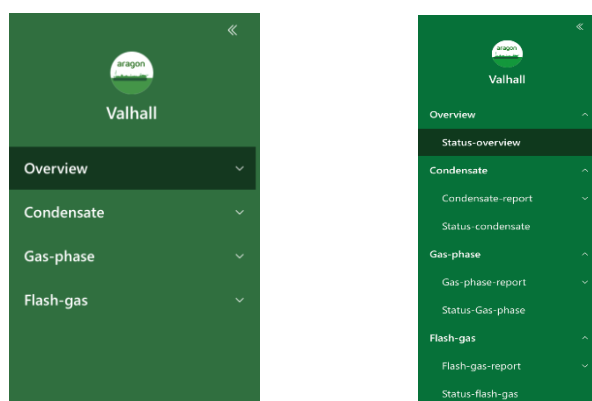
5.1 Applikasjon

5.1.1 Brukergrensesnitt

Ettersom det er valgt å gå for Microsoft Power BI for å utvikle applikasjonen har det vært et par begrensninger i deling og hvordan oppsette kunne se ut. For å sjekke at alt fungerer som det skal er brukergrensesnittet testet på IOS, Android og web. Ved testing av brukergrensesnitt ble det testet hvordan applikasjonen fungerer både på web og på mobil. Ettersom brukergrensesnittet på applikasjonen handler om å vise data, er det fokusert på hvordan dataen blir vist og hvor lett eller vanskelig det er å lese av data.

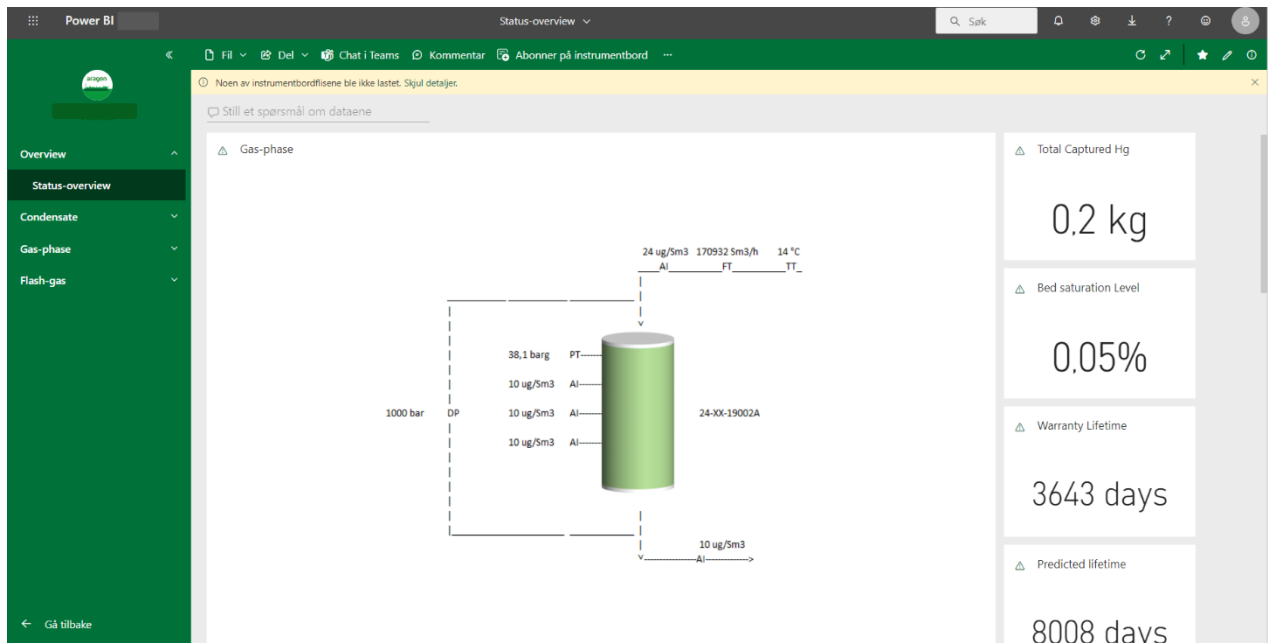
5.1.1.1 Brukergrensesnitt web

Når det kommer til brukergrensesnitt og strukturering av programvaren, er det valgt å strukturere appen basert på tre kategorier, samt en oversiktsside.



Figur 17 - Menyvalg inndeling.

Denne inndelingen gjør layouten oversiktlig og lett å navigere, samt at den tilfredstiller gitte krav om innhold. Hvert av disse tre instrumentbordene inneholder da en status rapport som gir en visuell oversikt over den gitte delen av anlegget, samt en mer detaljert rapport som viser trender og data. Brukeren får presentert de viktigste dataene enkelt og tilgjengelig fra oversikten, eventuelt kan menyen tas i bruk for en mer detaljert oversikt.

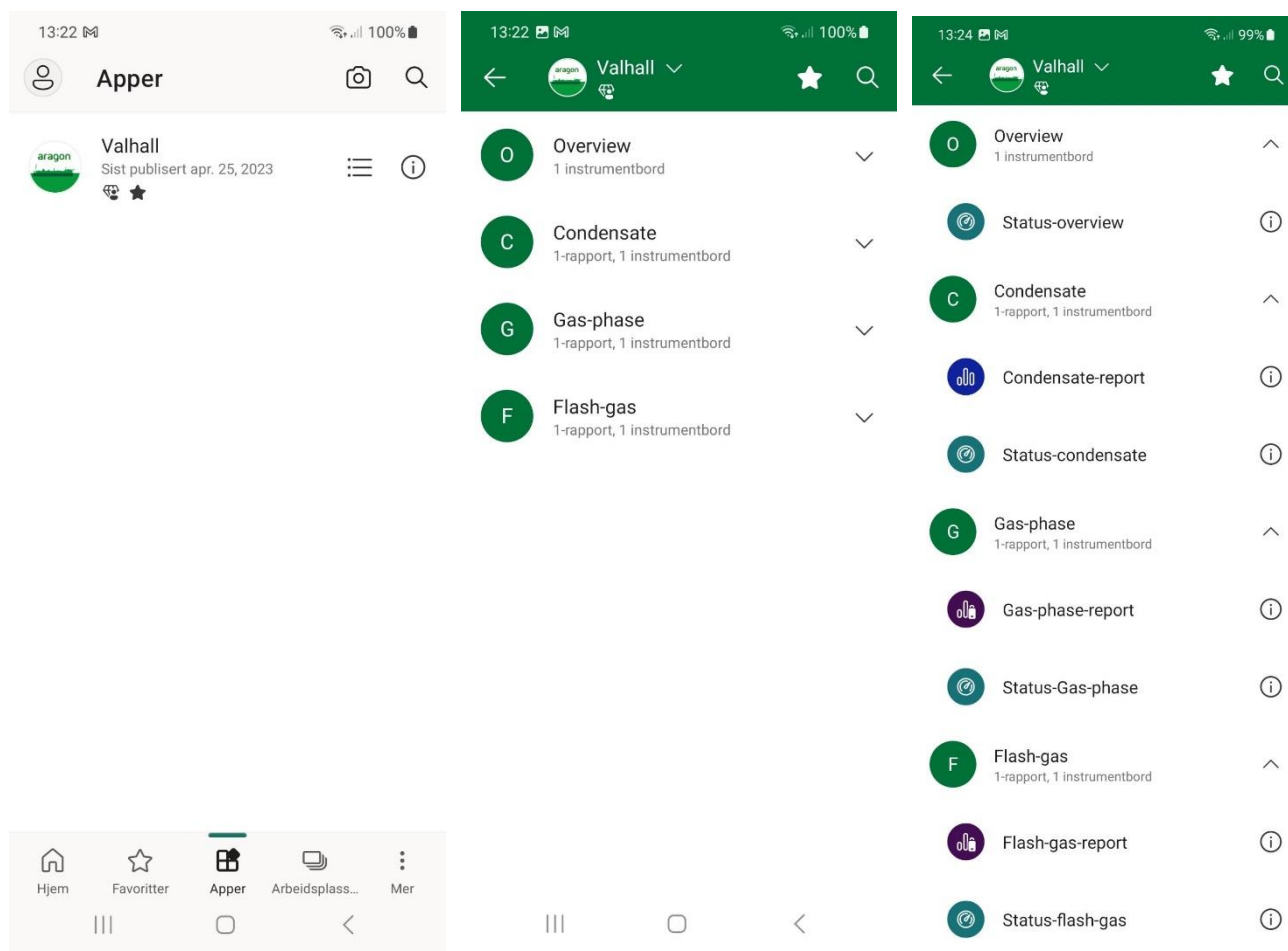


Figur 18 - Utklipp av brukergrensesnitt.

Det ble oppdaget en feilmelding på innlasting av instrumentbord i applikasjonen, som kan ses i figur 18 over. Selve innlastningen av dataverdiene var ikke problematisk, da disse var mulig å se, og ble oppdatert på lik måte som de andre verdiene, men det kom likevel feilmelding når man åpnet og tok i bruk applikasjonen.

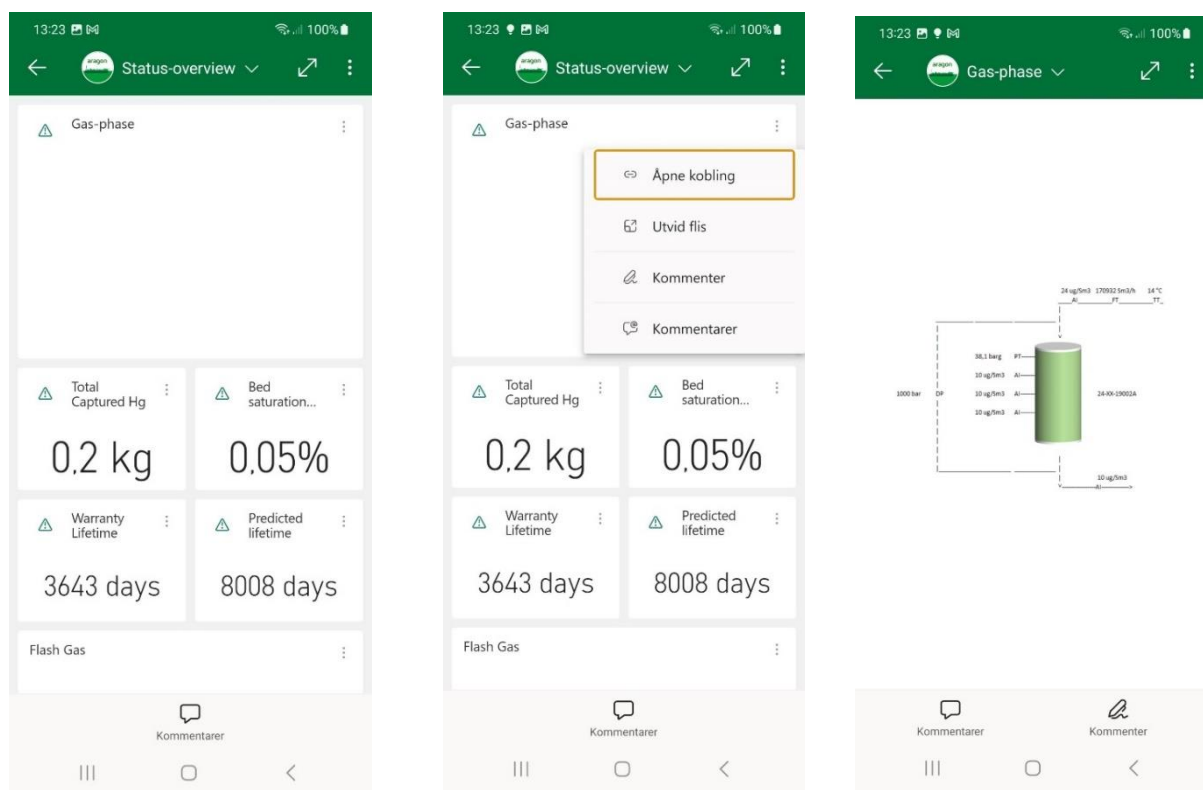
5.1.1.2 Brukergrensesnitt mobil

Brukergrensesnittet til mobil-versjonen vil være lik som brukergrensesnittet til web ettersom det er samme data og informasjon som vises. Likevel er det naturligvis noen forskjeller ettersom det blir vist på mobilen. Som man kan se i figur 19 under er menyvalgene det samme og vil her være lett å navigere med. Det er delt inn i status og de tre kategoriene for gassfase, flash-gass og kondensat. Hver av disse vil ha rapporter med grafer og data, samt et instrumentbord som viser oversikten over den valgte kategorien.



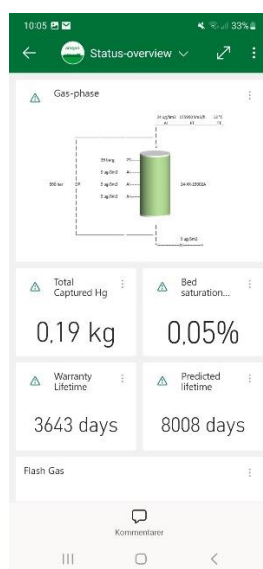
Figur 19 - Utklipp av brukergrensesnitt - appvalg og menyvalg.

Det oppsto et problem ved testingen av brukergrensesnittet på mobil. Ved innlastning av applikasjonen ble interfascene som er laget ikke vist. Dette problemet fører til at den viktigste delen av presenteringen av dataen forsvinner vekk. Derimot ble det funnet ut, ved forsøk på feilsøking, en mulighet til å få sett interfascene. Ved å trykke knappen «utvid flis» vil det aktuelle interfacet åpne seg i et eget vindu. Dermed vil man kun se interfacet, og ikke dataverdier og informasjonen rundt. Se figur 20 under.



Figur 20 - Utklipp av brukergrensesnitt som viser oversiktsdelen av applikasjonen.

Det ble gjennomført en ny testing i slutten av prosjektet for å sjekke om det hadde oppstått nye problemer, eller hadde skjedd andre endringer. Ved denne testingen ble det funnet at brukergrensesnittet viste alle deler som den skulle. Ettersom det ikke ble funnet noen måte å rette den feilen som ble nevnt over, antas det at den opprinnelige feilen var hos Microsoft Power BI, hvor den nå er ordnet opp i (se figur 21 under).



Figur 21 - Utklipp av brukergrensesnitt som viser oversiktsdelen av applikasjonen.

5.1.2 Deling

Det ble sjekket at delingen fungerer som den skal, og at folk som skal ha tilgang får tilgang, mens folk som ikke skal ha tilgang ikke har tilgang. Ved testing av delingen, kom det frem at det kun er folk som er blitt gitt tilgang som har tilgang, noe som også er et krav. Det ble forsøkt å dele applikasjonen ved en skolee-post. Etter å ha delt applikasjonen, fikk man raskt en e-post med en link til å få tak i applikasjonen. Derimot viste det seg at for å kunne se innholdet i applikasjonen, må man selv ha et abonnement hos Power BI, dermed var det ikke mulighet til å sjekke og se at applikasjonen fungerte eksternt, og på en annen bruker enn administrator-brukeren.

5.1.3 Datastrømming og beregninger

Når det har blitt tatt i bruk ulike verktøy for å kunne vise dataene i applikasjonen er det viktig å sjekke at all data kommer inn. I tillegg vil dataene oppdateres etter en viss tid. Da er det viktig at også applikasjonen oppdaterer seg slik at dataene ikke er utdatert, eller har mangler. Ettersom det ikke har blitt mottatt data fra databaser, men har opprettet datasett på egenhånd ut ifra syntetiske verdier fra oppdragsgiver, er det bare kunne blitt testet på om hvordan dataen fra Excel til Power BI fungerer. Det er satt opp et antall tabeller i Excel fra de ulike innløpene, hvor dataen er blitt brukt i interface, rapporter og instrumentbord i Power BI.

Ved testing viste det seg at endringer i data i Excel brukte noe tid før det ble oppdatert i Power BI, når det gjelder dataen som er brukt i rapporter og instrumentbord. Når det gjelder dataen som er brukt til interfascene som er opprettet, ble det raskere oppdatert i Power BI, og det tok rundt 5 minutter før det ble endret i Power BI, etter endring i Excel.

Noe av problemene som dukket opp var at beregninger som garantilevetid, som var beregnet i Excel ved hjelp av Excel-formelen «=Idag()», ikke ble oppdatert uten at Excel-arket ble åpnet eller endret. Ettersom vi ikke har noen tilkoblinger til Excel, var det ikke mulig å sjekke om dataene ble endret uten at de ble endret manuelt i Excel-filene.

Det dukket også opp problemer ved opprinnelig beregning av opptak av kvikksølv. Det var planlagt å beregne opptaket ved å summere hver enkel massestrøm, slik at det ble et reelt nivå. Problemet var at det ikke ble funnet en måte i Excel å beregne det på denne måten. Derfor falt valget ned på, som beskrevet i kapittel 4.5, å endre beregningen for totalt opptak, hvor vi nå beregner ved å bruke gjennomsnitt.

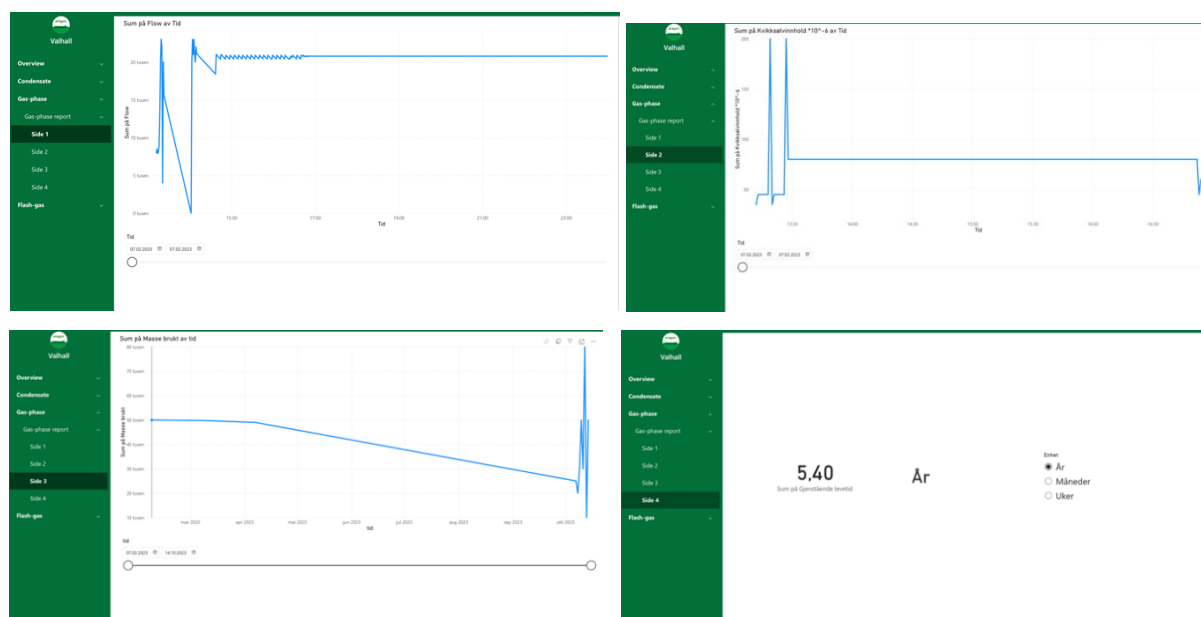
5.2 Utkast

Det har som nevnt vært satt opp kontinuerlige møter med oppdragsgiver Aragon hvor det har vært diskutert ulike løsninger og hvor vi har presentert nye design og løsningsalternativer. De kontinuerlige møtene som er gjennomført med Aragon gir bedriften en fin mulighet til å være med å påvirke og komme med innspill på hvordan de selv ønsker programvaren skal fremstå. Det er tross alt de som skal ta applikasjonen i bruk, da er det relevant at den fremstår slik de ønsker. Møtene har hatt rom for drøfting og diskusjon, noe som er essensielt dersom begge parter skal fremstå som fornøyde med resultatet.

5.2.1 Første utkast

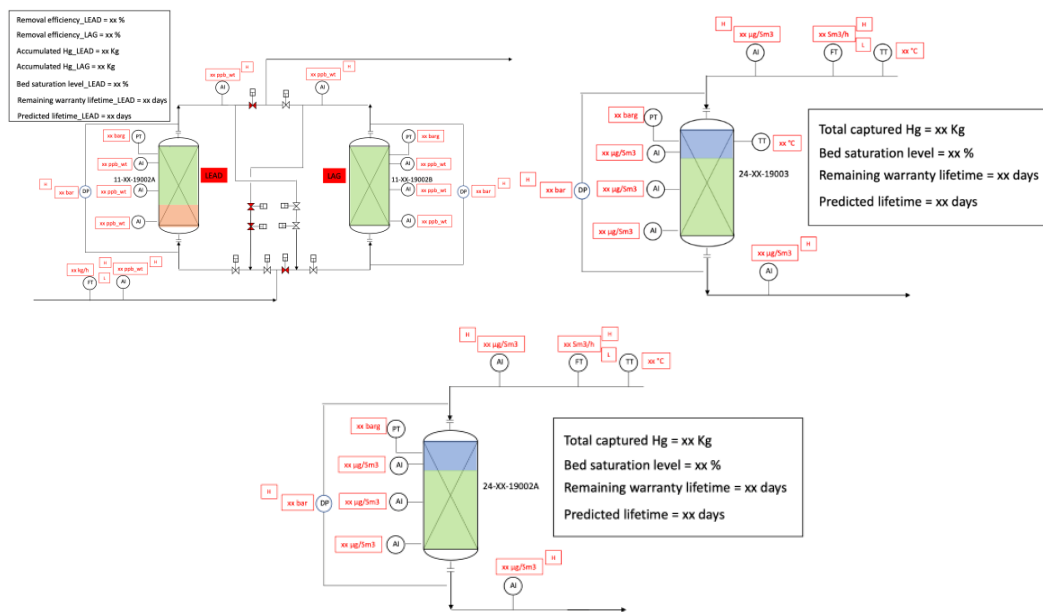
Tidlig i prosjektet, i løpet av uke 9, ble det gjennomført et statusmøte med Aragon for å diskutere et førsteutkast av appen. Det var satt av uke 8- 12 til testing og design av programvaren, noe som gjorde at prosjektet lå to uker foran skjema ved presentering av utkast. Appen inneholdt tilstrekkelig ønsket data og trender, og tilfredstilte dermed kravene som var gitt i innledningen av oppgaven. Det ble brukt syntetiske tall og verdier som var gitt fra bedriften. Verdiene var tilnærmet realistiske og fungerte fint som et førsteutkast for appen.

Appen inneholdt en fremside med et menyvalg bestående av tre inndelte seksjoner, flash-gass, gassfase og kondensat. Hver av de tre seksjonene inneholdt fire sider bestående av flow av tid, kvikksølvinnhold, masse brukt av tid og forutsett levetid. (Utklipp fra gassfase i figur 22).



Figur 22 - Eksempelrapporter fra applikasjon fra første utkast.

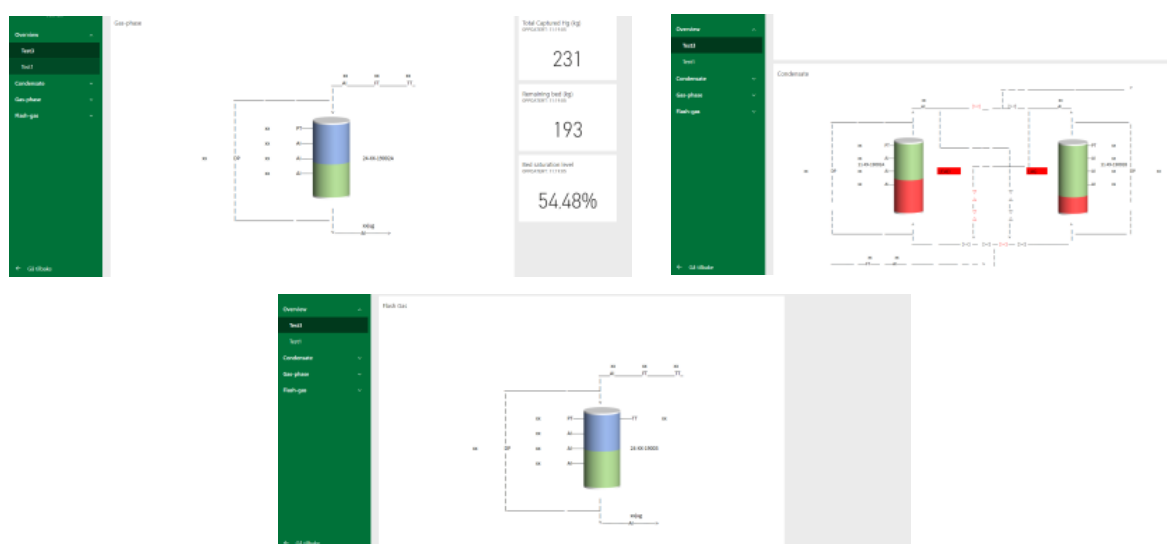
Aragon og veileder for oppgaven, Jose, hadde noen ønskelige innspill på utkastet som ble presentert. De ønsket blant annet en visuell tank som presenterte hvor mye av absorbentmassen som var mettet, samt å vise siste verdier fra ulike viktige datapunkt (se figur 23 under).



Figur 23 - Ønskede interface fra Aragon [8].

5.2.2 Andre utkast

Som nevnt ble det ved første utkast satt et nytt krav og et ønske om visuelle tanker, som skulle vise ulike nivåer og verdier, samt den gjenstående massen. Derfor ble det fokus på å opprette disse og få implementert disse i applikasjonen. Som forklart tidligere i rapporten (se kapittel 4.2.3) ble disse opprettet i Excel. Etter disse ble opprettet og implementert i applikasjonen ble det gjennomført et nytt møte med oppdragsgiver og veileder hvor det ble presentert et andre utkast med de nye visuelle tankene (se figur 24 under). Ettersom det ikke var mottatt noe reell data på dette tidspunktet er dataene som vises syntetiske.



Figur 24 - Utklipp av oversiktsdelen av applikasjonen med de visuelle tankene.

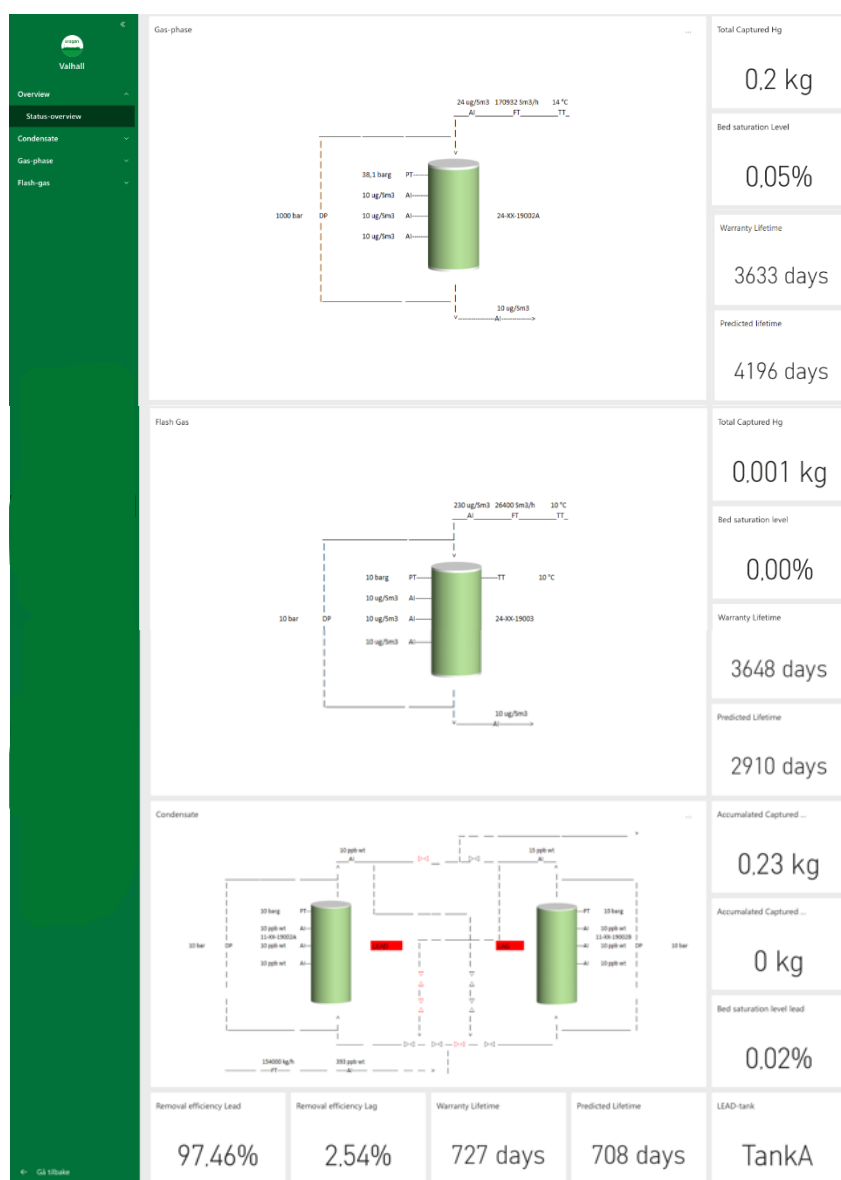
Ettersom tidsplanen som er opprettet anslår at utviklingen av applikasjonen fullføres i slutten av april, anslår det da primært at dette møtet er det siste møte med bedriften før ferdigstillingen. Bedriften vil da få en siste sjanse til å være med å påvirke resultatet av applikasjonen. Det ble foreslått i dette nevnte møtet, et ønske om å kunne lage, eller endre interfacene slik at det ble brukt symboler fra oljebransjen i de nevnte interfacene. Dette var et ønske fordi det ville gjøre det lettere for bruker å sammenligne interfacene i applikasjon med opprinnelige tegninger av anlegget.

5.3 Ferdigstilt applikasjon

Når det kommer til ferdigstillingen av programvaren så er det naturligvis mye likhetstrekk fra andre utkastet. Applikasjonen er som nevnt tidligere delt inn i fire deler. En oversiktsdel, samt en del for hver av de tre innløpene. Ettersom applikasjonen er tilnærmet lik i mobilversjon og webversjon, vil figurer og informasjon nedenfor bare være fra webversjonen. Dette er for å unngå repetisjon av innholdet.

5.3.1 Oversikt

Oversiktsdelen består av den viktigste informasjonen som gis fra de tre innløpene. Sidene som blir presentert her består av nyttig informasjon, som nevnt i kapittel 4.5, blant annet totalt opptak Hg (xx Kg), metningsnivå (xx %) og forventet levetid (xx dager), både den predikterte, men også den designete levetiden. (se figur 25 under).

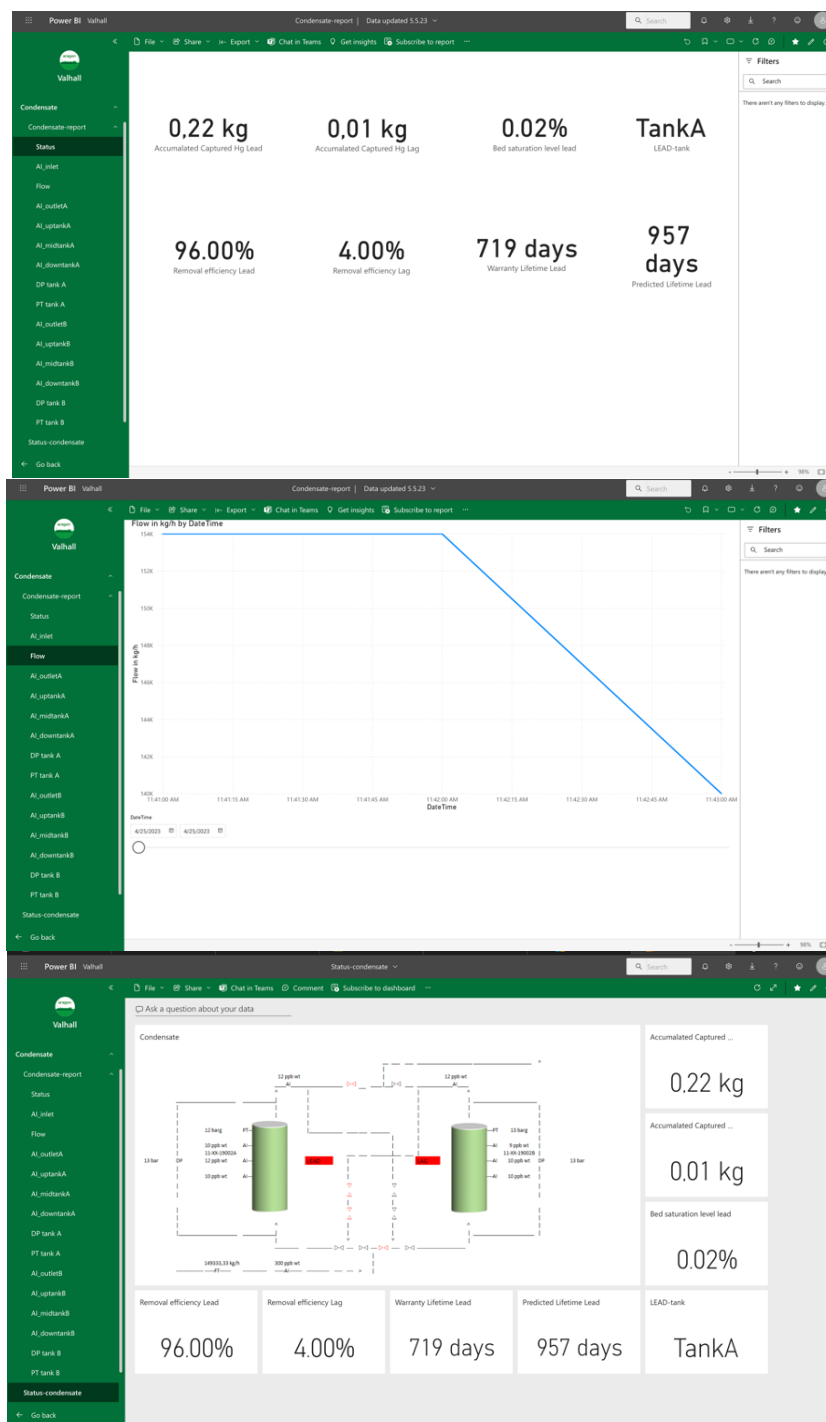


Figur 25 - Utklipp av oversiktsdel i applikasjonen.

I den grønne margen til venstre i programvaren kan en se oversikten over de forskjellige innløpene. Denne menyvalg-inndelingen fører oss over på de tre innløpene, kondensat, gassfase og flash-gass. Hvert av disse tre innløpene fremlegger informasjon som er gitt i oversikten, samt presentering av ulike trender, som flow og kvikksølvinnhold.

5.3.2 Kondensat

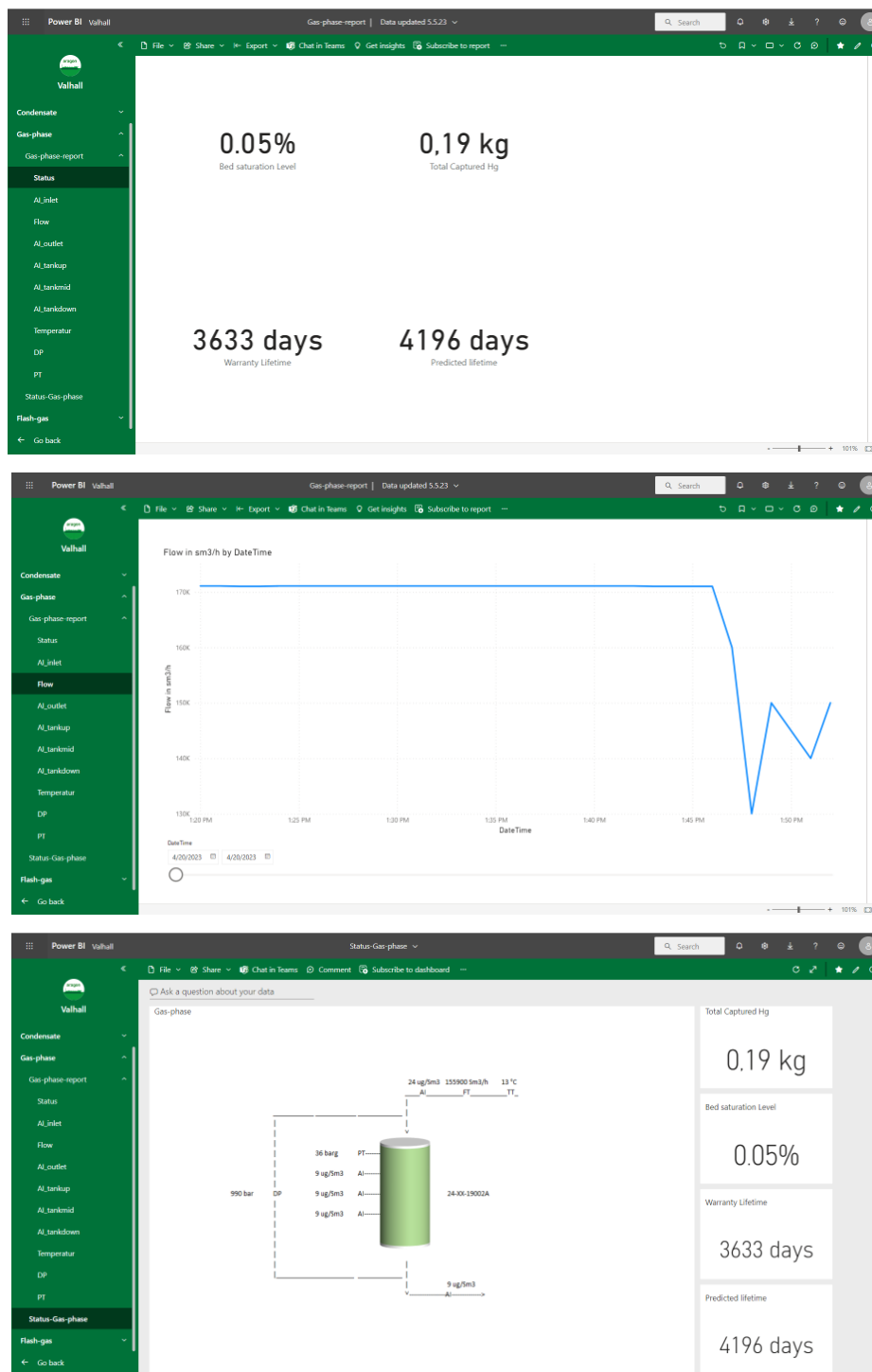
På figurene nedenfor kan en se utklipp fra kondensat-delen i applikasjonen. Her er det tatt med utklipp fra «Status» som fremviser nyttig informasjon som omhandler kondensat-innløpet, samt «flow» som viser en graf for flowen for en gitt periode. Som en kan se i menyvalget til venstre har en mulighet til å se trender for annet ønskelig også. Det er valgt å kun legge utklipp av flow ettersom de andre trendene vil bestå av lik presentering som ved flow. Det er også lagt ved et utklipp av «Status kondensat» som er identisk med den som blir presentert i oversikten i 5.3.1 Oversikt.



Figur 26 - Utklipp av kondensat-del i applikasjonen.

5.3.3 Gassfase

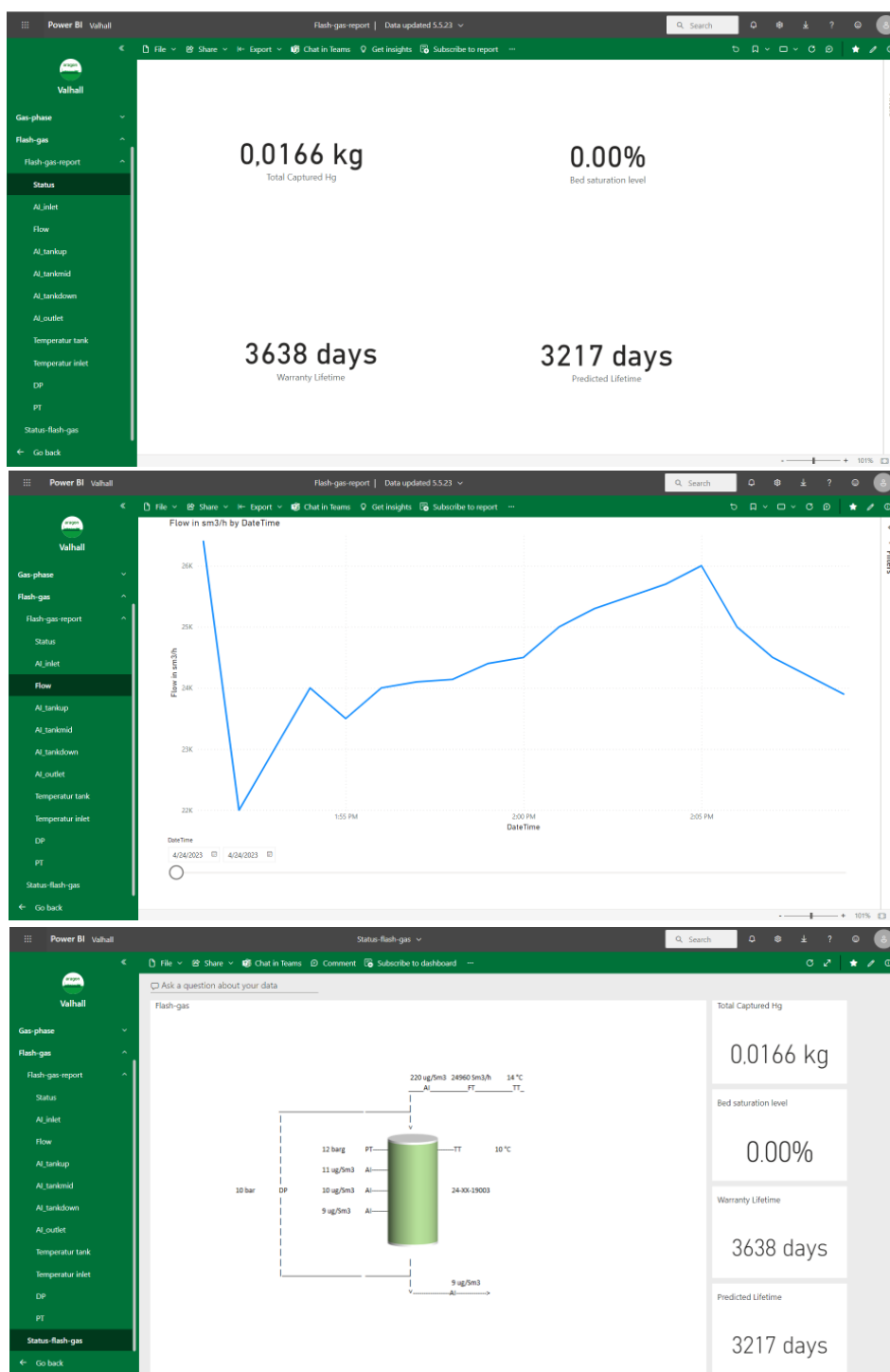
Under er figurene som viser «status», «flow» og «status gas-phase» når det gjelder innløpet for gassfase. På venstre side av figurene i menyen, kan man velge mellom de ulike delene. Ettersom de største delene av applikasjonen er bygd opp som grafer, er det kun vist et eksempel fra gassfase, og det er grafen som viser «flow» (se figur 27 under).



Figur 27 - Utklipp av gassfase-del i applikasjonen.

5.3.4 Flash-gass

Under er figurene som viser «status», «flow» og «status flash-gass» når det gjelder innløpet for flash-gass. På venstre side av figurene i menyen, kan man velge mellom de ulike delene. Ettersom de største delene av applikasjonen er bygd opp som grafer, er det kun vist et eksempel fra flash-gass, og det er grafen som viser «flow» (se figur 28 under).



Figur 28 - Utklipp av flash-gass-del i applikasjonen.

6 Diskusjon

6.1 Resultat av testing

I løpet av prosjektet har det vært gjennomført ulike tester for å sjekke om hva som fungerer og for å kunne gjøre endringer der det trengs. Som man kan lese i kapittel 5 har det blitt gjennomført tester på applikasjonen når det kommer til brukergrensesnitt og datastrømming. I tillegg er det skrevet om de ulike utkastene som er blitt vist og diskutert med oppdragsgiver, samt hvordan den ferdigstilte applikasjonen ser ut.

Ved testingen av brukergrensesnittet ble det naturlig å teste brukergrensesnittet både for web og mobil. Applikasjonen skal fremstilles som oversiktlig og inneholde tilstrekkelig med data, dette har vært en førsteprioritet når det kom til oppretting av brukergrensesnittet som er presentert ved ferdigstillingen. Som nevnt oppsto det problemer med testingen av brukergrensesnittet for mobil, da noen deler av applikasjonen ikke ble lastet inn. Det ble som nevnt funnet en enkel løsning for dette, men ettersom det er brukt lav-kode programmering, er det begrensninger på hvor mye som kan fikses ved slike problemer. Selv om det ble løst ved en alternativ løsning, kan det være at en løsning hvor det ble brukt egen koding, ville et slikt problem ikke dukket opp. Som nevnt ble feilen som oppsto rettet av Microsoft Power BI. Dette førte til at alt fungerte som det skulle, men det er likevel en ulempe, da denne feilen kan komme og gå uten noen gode muligheter for å løse den på egenhånd.

Det ble også testet hvordan delingen av applikasjonen fungerte. Som nevnt kom det frem, ved denne testingen, at delingen ikke fungerte så feilfritt som antatt. Dette var fordi det var nødvendig med abonnementsløsning for å kunne åpne og se applikasjonen. Her kunne det muligens ha vært et bedre valg å bruke et annet programmeringsverktøy enn det som ble valgt, slik at delingen ville vært kostnadsfritt. Det ble som nevnt ikke sjekket at applikasjonen fungerte for eksterne brukere på grunn av dette. Det er likevel antatt at applikasjonen skal fungere, og hvis det mot formodning ikke vil fungere, er det mulighet til at det er flere som er logget inn og bruker administrator-brukeren, hvor applikasjonen er tilgjengelig.

Som nevnt i kapittel 5.3 dukket det opp problemer med noen deler av beregninger. En av problemene var at beregningen for garanti levetiden ikke oppdaterte seg uten at Excel-filen ble åpnet eller endret. Dette vil kunne føre til problemer, men kan løses ved at man åpner filene hver dag. Ettersom det skal bli kontinuerlige endringer på Excel-filene når applikasjonen skal bruke ekte verdier, kan det derimot være at dette vil føre til at beregningen vil fungere. Siden det ikke var mulighet å få testet ved bruk av databaser, og oppdaterte verdier inn til Excel, ble dette ikke funnet ut av. En annen del av beregningene som ble problematisk var å regne ut totalt opptak. Her ble det gjort ett valg, som nevnt,

å bruke et gjennomsnitt av flow inn og kvikksølvinnhold. Ettersom prosessen ved å bytte absorbentmasse tar tid, vil det måtte planlegges og settes i gang tidlig. Dermed ble det forsøkt å bruke gjennomsnitt av flow inn til å regne, ettersom det vil gi en relativ riktig fremstilling av totalt opptak og dermed også gjenstående levetid. Det kan derimot bli problemer hvis kvikksølvinnhold og flow varierer veldig, slik at beregnet opptak avviker fra reelt opptak. Ettersom beregninger er gjort i Excel-filer som oppdragsgiver kan ta i bruk, kan de endre disse beregningene om ønskelig og nødvendig.

Når det gjelder utkastene som er blitt fremvist, er det dratt god nytte ut av disse da det ble lettere å kunne lage applikasjonen nærmest mulig deres ønsker. Da var det mulighet å jobbe jevnt og trutt med å følge kravspesifikasjonen, samt at endringer som var ønskelige kunne bli diskutert. Som nevnt tidligere ble også et av kravene i oppgaven stilt etter første utkastet, da oppdragsgiver og ekstern veileder for oppgaven, hadde et ønske om en endring i det opprinnelige designet som var diskutert i møtet i starten av prosjektet. Dette presenterte en mulighet til å optimalisere designet og applikasjonen, slik at den ble best mulig ut ifra ønskene deres.

6.2 Resultat av krav

For å lykkes i et prosjekt er det viktig at kravspesifikasjonen blir fulgt i utviklingsprosessen og at disse blir oppfylt. I dette prosjektet er det blitt gitt krav fra oppdragsgiver i starten av prosjektet. Disse kan finnes i kapittel 2. Tatt i betraktning disse kravene og det ferdige resultatet kan det tenkes at kravene er oppfylt. Likevel kunne noen av kravene ha blitt tilfredsstillende enda bedre. Kravet om at applikasjonen skal kunne deles med kunde vil være oppfylt ettersom det er en mulighet for deling, men som nevnt tidligere viste det seg at for å kunne ha tilgang til applikasjonen som er blitt delt, må man ha en egen abonnementsløsning, noe som gjør at man må ut med større kostnader enn først antatt. Likevel ville det, som nevnt i kapittel 4.2.7, muligens blitt dyrere å bruke den dyreste lisensen [9]. Dette vil derimot avhenge av hvor mange som skal ta i bruk applikasjonen. Hvis det er et fåtall som skal brukes applikasjonen og trenger lisens, vil løsningen som er valgt være rimeligst, men hvis det er et stort antall som skal bruke applikasjonen og må ha lisens vil løsningen som er valgt være dyrest.

Når det gjelder kravet om å kunne motta og behandle data fra database, vil det være litt usikkerhet. Dette er fordi det aktuelle anlegget ikke er kommet opp, og vil ikke komme i gang før denne oppgaven er gjennomført. På grunn av dette kan det oppstå problemer med dataene med de aktuelle dataene når det skal gjennomføres. Likevel er det blitt sjekket opp, og gitt tilbakemelding på hvilke ulike løsninger som kan kobles opp mot Excel [13].

Kravet om at applikasjonen skal kunne brukes på mobil er oppfylt ettersom det er muligheter for å bruke på mobil. Derimot har det vært noen problemer med innlastningen av datavisning ved bruk av mobil, som gjør utførelsen av kravet kunne vært forbedret. Dette kan man ha unngått ved å bruke en

annen løsning, men det kunne da oppstått andre problemer. Problemet ved innlastning ble fikset opp av Microsoft Power BI i løpet av prosjektet, men ettersom det ikke er muligheter for å fikse problemet selv, vil dette punktet fortsatt ha forbedringspotensialet.

6.3 Viktighet med tilstandsbasert vedlikehold

Anlegget som skal overvåkes ved hjelp av sensordata skal som nevnt bruke tilstandsbasert vedlikehold. Dette er valgt for å kunne optimalisere utskiftning av absorbentmassen, samt å kunne vedlikeholde deler av anlegg som trengs til enhver tid.

Man kunne hvis ønskelig valgt å sette en fast levetid, og velge at absorbentmassen skal skiftes ut etter en gitt tid, men dette kunne ha ført til at absorbentmassen blir skiftet ut lenge før den trenger. Ettersom absorbentmassen er et dyrt produkt og, som nevnt i kapittel 1.4, prosessen med å skifte absorbentmasse er krevende ville man ha brukt mer tid og penger i et slikt tilfelle. Man ville også ha kastet store deler av et produkt, som egentlig ikke er blitt brukt opp. Dette kunne ha ført til negative konsekvenser på miljøet.

I motsatt tilfelle og i verste fall blir absorbentmassen skiftet ut for sent, slik at mengder av kvikksølv føres gjennom og videre i produksjonen. Dette ville hatt katastrofale følger da man hadde måttet kastet store mengder med olje og gass produkter, i tillegg til at man kunne fått kvikksølv ut i miljøet. Ved et slikt tilfelle ville det blitt store økonomiske tap og større miljøskader. Derfor er det valgt å bruke tilstandsbasert vedlikehold, for at man kan ha mest mulig kontroll og kan gjøre utskiftninger når det trengs. Da vil man spare miljøet, tid og man vil også kunne spare penger.

6.4 Forbedringer av applikasjonen

Eventuelle forbedringer når det kommer til applikasjon kan være en forbedret alarm-funksjon som gir ut varsel ved overstigning av forventet flow, trykk, temperatur, innløp og utløp. Ettersom applikasjonen mottar disse gitte rådataene fra kunden, er dette er faktorer som kan være nyttige og utløse oppmerksomhet på, dersom de endres drastisk. Dersom drastisk endring av de gitte dataene vil forekomme vil det påvirke hvordan anlegget arbeider. Som nevnt er det tatt i bruk et slags varslingsystem, men dette vil være simpelt, og ikke nødvendigvis kunne brukes på alle ønskede områder. Når det i tillegg også er slik at hver enkel bruker må opprette disse selv, vil det kunne være et minus. Dette er nok tiltak kunden, samt oppdragsgiver allerede har iverksatt på andre områder, men kan være greit å få implementert i applikasjon også.

Interfacene som er laget, er laget så nære ønskene som mulig. Likevel var det noen ønsker om at symboler og figurer skulle være like som symbolene og figurene som blir brukt i oljebransjen. Dette ble forsøkt, noe som kan leses i kapittel 4.2.3, men fungerte ikke. Dette er en del av løsningen som kan forbedres, enten ved å jobbe videre med løsningen, eller finne en alternativ løsning.

7 Konklusjon

Gjennom prosjektperioden har det blitt opprettet en programvare som skal overvåke et anlegg for kunden til oppdragsgiver, ved å ta i bruk måledata fra det gitte anlegget. Formålet med denne applikasjonen er å kunne optimalisere intervallet for utskifting av absorbentmassen. Ut ifra testing og diskusjon vil det kunne konkluderes med at applikasjonen har oppfylt gitte krav og målsetninger. Ved å bruke Power BI, som er et datavisualiseringsprogram, er kravene som omhandler visning av data oppfylt, da Power BI har gode muligheter for dette. I tillegg har Power BI brukerområder, som gjør at krav for deling og databehandling, også blir oppfylt.

Det er likevel noen svakheter med løsningen, hvor noen løsninger av kravene som er valgt kunne blitt tilfredsstilt bedre. Dette er, som nevnt i diskusjonskapittelet, noen problemer med krav som omhandler database, interface og deling. Disse kravene vil være oppfylt, men har svakheter. Dermed kan det konkluderes at applikasjonen som er laget er en brukbar løsning, som kan brukes til å utføre tilstandsbasert vedlikehold, men har potensiale for forbedringer.

Referanser

- [1] Aragon. «CONTACT US.» aragon.no. Hentet fra: <https://www.aragon.no/#> (Hentet 01.02.23)
- [2] Aragon, personlig kommunikasjon, 22. November 2022. (Presentering av oppgaven, PFD utlevert)
- [3] Tekna. «Tilstandsbasert vedlikehold – Predictive Maintenance – Innen olje og gass.» tekna.no. Hentet fra: <https://www.tekna.no/fag-og-nettverk/energi/energibloggen/tilstandsbasert-vedlikehold--predictive-maintenance--innen-olje-og-gass/> (Hentet 31.01.23)
- [4] Microsoft. «Bygg programmer raskere – med færre ressurser.» powerapps.microsoft.com. Hentet fra: <https://powerapps.microsoft.com/nb-no/> (Hentet 24.01.23)
- [5] Microsoft. «Dra nytte av dataene umiddelbart.» powerbi.microsoft.com. Hentet fra: <https://powerbi.microsoft.com/nb-no/> (Hentet 27.01.23)
- [6] Microsoft. «It's how you make software.» visualstudio.microsoft.com. Hentet fra: <https://visualstudio.microsoft.com/> (Hentet 01.02.23)
- [7] Miljødirektoratet. «Kvikksølv og kvikksølvforbindelser.» miljostatus.miljodirektoratet.no. Hentet fra: <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/miljogifter/prioriterte-miljogifter/kvikksolv-og-kvikksolvforbindelser/> (Hentet 10.02.23)
- [8] Aragon, personlig kommunikasjon, 10.mars 2023. (Tilbakemelding av utkast. Ønskede interface utlevert)
- [9] Microsoft. «Prisalternativer for Power BI.» powerbi.microsoft.com. Hentet fra: <https://powerbi.microsoft.com/nb-no/pricing/> (Hentet 14.04.23)
- [10] Pålitelighet. «Tilstandsbasert vedlikehold.» pålitelighet.no. Hentet fra: <https://xn--plitelighet-x8a.no/glossary/tilstandsbasert-vedlikehold/> (Hentet 20.04.23)
- [11] Ohio. «Chapter 4: The First Law of Thermodynamics for Control Volumes.» ohio.edu. Hentet fra: https://www.ohio.edu/mechanical/thermo/Intro/Chapt.1_6/Chapter4a.html (Hentet 03.05.23)
- [12] Pall. «Mercury Removal from Natural Gas.» pall.com. Hentet fra: <https://www.pall.com/en/oil-gas/midstream/midstream-merc-rem-unit-mru.html> (Hentet 03.05.23)
- [13] Microsoft. «Importere data fra datakilder (Power Query).» support.microsoft.com. Hentet fra: <https://support.microsoft.com/nb-no/office/importere-data-fra-datakilder-power-query-be4330b3-5356-486c-a168-b68e9e616f5a> (Hentet 08.05.23)
- [14] H.D. Young, R.A. Freedman, *University Physics with Modern Physics*, 15.utg, Harlow, England: Pearson Education Limited, 2020.

Appendiks A Lister

A.1 Forkortelser og ordforklaringer

PFD	Process Flow Diagram (Prosessflytdiagram).
Hg	Kjemisk symbol for kvikksølv.
Absorbentmasse	Et stoff som reagerer med kvikksølv og binder det opp.
Tog	Beskrivelse på innløp hvor gass og kondensat kommer inn.
Flash-gass	Kommer med olje, og blir til gass under et visst trykk (sen fase).
Gassfase	Kommer med olje, og blir til gass under et visst trykk (tidlig fase).
Kondensat	Flytende hydrokarboner, kan også kalles for råolje.
Lead-lag system	Kontrollsystem hvor hovedprosessen skjer i Lead, mens det blir kontrollert i Lag. I dette tilfelle vil kvikksølv tas hovedsakelig opp i Lead, mens rester som ikke blir tatt opp blir tatt opp i Lag.
Ppb wt	Part per billion weight (milliarddeler per vekt)
Sm ³	Standardkubikkmeter

A.2 Figurliste

Figur 1 - Enkel skisse som viser stegene i prosessanlegget.	9
Figur 2 – Prosessflytdiagram (PFD) av systemet som skal fjerne kvikksølv fra gass og kondensat [2]. .	10
Figur 3 - Utklipp av PFD av anlegg som viser gassfase [2].	12
Figur 4 - Utklipp av PFD av anlegg som viser flash-gass [2].	12
Figur 5 - Utklipp av PFD av anlegg som viser kondensat [2].	13
Figur 6 - Utklipp av Power BI hvor man kan opprette og redigere rapporter.	22
Figur 7 - Utklipp av Power BI hvor man kan opprette og redigere rapporter.	22
Figur 8 - Utklipp av instrumentbord for oversiktsdelen.	23
Figur 9 - Skjermutklipp av Excel-ark for interface for kondensat.	24
Figur 10 - Utklipp av Excel-ark for interface av gassfase.	25
Figur 11 - Utklipp av Excel-ark for interface for flash-gass.	25
Figur 12 - Utklipp av kondensat-interface med symboler og figurer som ønsket i Excel.	26
Figur 13 - Utklipp av kondensat-interface med figurer og symboler i Power BI.	26
Figur 14 - Skjerm bilde av valgt oppsett-løsning.	27
Figur 15 - Skjermutklipp av Power BI sine muligheter for å dele applikasjonen.	28
Figur 16 - Utklipp av eksempel på varslingsystem i Power BI.	31
Figur 17 - Menyvalg inndeling.	40
Figur 18 - Utklipp av brukergrensesnitt.	41
Figur 19 - Utklipp av brukergrensesnitt - appvalg og menyvalg.	42
Figur 20 - Utklipp av brukergrensesnitt som viser oversiktsdelen av applikasjonen.	43
Figur 21 - Utklipp av brukergrensesnitt som viser oversiktsdelen av applikasjonen.	43
Figur 22 - Eksempelrapporter fra applikasjon fra første utkast.	45
Figur 23 - Ønskede interface fra Aragon [8].....	46
Figur 24 - Utklipp av oversiktsdelen av applikasjonen med de visuelle tankene.	47
Figur 25 - Utklipp av oversiktsdel i applikasjonen.	48
Figur 26 - Utklipp av kondensat-del i a pplikasjonen.	49
Figur 27 - Utklipp av gassfase-del i applikasjonen.	50
Figur 28 - Utklipp av flash-gass-del i applikasjonen.	51

Appendiks B Prosjektledelse og styring

B.1 Prosjektorganisasjon

Arbeidet er delt jevnt mellom gruppe-medlemmene uten noen klar prosjektleder. Siden det bare er 2 medlemmer ble det valgt å «lede» prosjektet sammen som to ledere, fremfor å ha en prosjektleder. Dette har ført til at arbeidet som er gjort har vært produktivt, samt at ideer og tanker er blitt grundig diskutert.

Ettersom prosjektet er blitt utført for en oppdragsgiver har det vært naturlig å gjennomføre møter. Det er blitt gjennomført møter hos Aragon jevnt gjennom prosjektet hvor det er blitt diskutert krav, løsninger og utkast. Møtene har blitt gjennomført hos Aragon, da dette var enklest for begge parter.

B.2 Tidsplan

Tidsplan legges ved som vedlegg. Ettersom det er gjort noen endringer underveis er det lagt ved opprinnelig tidsplan, samt den siste versjonen av tidsplanen, for å kunne se hvilke aktiviteter som er gjennomført og hvilke som er endret.

Vedlagt:

- BO23EB-12 Tidsplan R2
- BO23EB-12 Tidsplan R4

Appendiks C Brukerdokumentasjon

C.1 Vedlegg

Oppdragsgiver, som i denne oppgaven er Aragon, har hatt et ønske om at det skulle bli levert brukerdokumentasjoner for applikasjonen. Derfor er det laget to ulike dokumenter hvor det ene beskriver hvordan applikasjonen fungerer, både for mobil og for web, mens den andre beskriver hvordan Aragon som administrator kan gjøre endringer, både på selve applikasjonen, men også for deling. Ettersom arbeidsspråket for Aragon og kunden deres er på engelsk vil begge disse brukerdokumentasjonene være skrevet på engelsk.

Vedlagt:

- User Document for Valhall Application
- User Document for Valhall Application Administrative