

# Arbeidsnotat Automatiseringsprosjekt

IELET2104  
Gruppe 2308  
Trondheim, Vår 2023

**KANDIDATER (etternavn, fornavn):**

Stranden, Håkon

Kalheim, Endre

Magnus, Fredrik

Karlson, Martine

Ibrahim, Sami

Wiggen, Øyvind

**DATO:**

16.02.2023

**FAGKODE:**

IELET2104

**GRUPPE (navn/nr):**

2308

**SIDER/BILAG:**

20/ 1

**FAGLÆRER:**

Irja Gravdahl

**TITTEL:**

Arbeidsnotat Automatiseringsprosjekt

# Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning (FM/MK)</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Teknisk del</b>	<b>4</b>
2.1	Prosjektmål . . . . .	4
2.1.1	Effektmål (HS) . . . . .	4
2.2	Resultatmål (HS) . . . . .	4
2.3	Teknisk oversikt (HS) . . . . .	5
2.4	Teknisk Prosjektbeskrivelse . . . . .	5
2.4.1	Brukergrensesnitt (MK) . . . . .	5
2.4.2	Kommunikasjonsoppsett (HS) . . . . .	6
2.4.3	Feilhåndtering (HS) . . . . .	6
2.4.4	Alarmsystem (EK) . . . . .	6
2.4.5	Historikk og Trend (HS) . . . . .	7
2.4.6	PID-og lead-lag-funksjonsblokker (HS) . . . . .	7
2.4.7	Innstilling av Regulator (FM) . . . . .	7
<b>3</b>	<b>Prosjektorganisering</b>	<b>9</b>
3.1	Personlege mål og karaktermål . . . . .	9
3.1.1	Håkon Stranden . . . . .	9
3.1.2	Endre Kalheim . . . . .	9
3.1.3	Fredrik Magnus . . . . .	9
3.1.4	Martine Karlson . . . . .	9
3.1.5	Sami Ibrahim . . . . .	10
3.1.6	Øyvind Wiggen . . . . .	10
3.2	Tid og Kostnadsplan . . . . .	10
3.2.1	Gantt-diagram (MK) . . . . .	10
3.2.2	Budsjett (HS) . . . . .	11
<b>4</b>	<b>Arbeidspakker</b>	<b>12</b>
4.1	Milepæl 1: Forprosjekt . . . . .	12
4.1.1	Arbeidspakkeskjema 1 (SI) . . . . .	12
4.2	Milepæl 2: Kommunikasjonsoppsett . . . . .	13
4.2.1	GX Config og KEPServerEX (SI) . . . . .	13
4.2.2	GX Works 2 (EK) . . . . .	14
4.2.3	HMI (InTouch og IX developer) (SI) . . . . .	15
4.3	Arbeidspakkeskjema for milepæl 3 . . . . .	16
4.3.1	HMI oppsett for observasjon (EK) . . . . .	16
4.3.2	Programmere PID-regulator (EK) . . . . .	17
4.3.3	Programmere Lead-Lag (SI) . . . . .	18
4.4	Arbeidspakkeskjema for milepæl 4 . . . . .	19
4.4.1	Innstilling av PID (EK) . . . . .	19
4.4.2	Fullføring av HMI (ØW) . . . . .	20

# 1 Innledning (FM/MK)

Problemstillingen for prosjektet er å implementere et system for regulering av væsknivået i en tankprosess. Systemet skal være brukervennlig, robust og ha god ytelse. Hovedelementene i systemet er brukergrensesnittet, selve regulatoren og kommunikasjonen mellom alle delene i systemet. Regulatoren skal sørge for rask innsvingning av væsknivået og null stasjonært avvik -eller oversving. Brukergrensesnittet skal tillate operatører brukervennlig overvåkning og kontroll av systemet. Brukergrensesnittet er delt i to deler; et enkelt grensesnitt som hører til operatørpanelet nært prosessen og et mer fullstendig grensesnitt som hører til kontrollrommet. Det skal også inngå et alarmsystem i brukergrensesnittet, samt være funksjonalitet for å loggføre og presentere historisk -og sanntidsdata. Hele systemet skal beskrives i en teknisk rapport som skal fungere som en brukerguide.

## 2 Teknisk del

### 2.1 Prosjektmål

#### 2.1.1 Effektmål (HS)

1. Designe og implementere et reguleringssystem som tilfredsstiller kundens krav til regulering og innsvingning.
2. Utvikle brukervennlige grensesnitt som gir enkel tilgang til å overvåke og styre systemet.
3. Implementere et alarmsystem som varsler kunden om eventuelle feil og gir brukeren kvitteringsmuligheter.
4. Oppnå høy systemytelse og pålitelighet.

### 2.2 Resultatmål (HS)

1. Oppnå høy kundetilfreds ved å levere et tilfredsstillende system.
2. Oppnå høy måloppnåelse.
3. Forbedret sluttresultat fra tidligere prosjektgrupper.

## 2.3 Teknisk oversikt (HS)

Anlegget består av to hoveddeler, en tankrigg og en PLS-rigg. Tankriggen som vises i figur 1a består av selve prosessen til systemet. To vanntanker som må reguleres samt de tilhørende reguleringsmulighetene. PLS-riggen som vist i figur 1b består av både master og slave PLS-ene. I tillegg er det på denne riggen montert et TA100 panel som skal fungere som et operatørpanel nærme prosessen.



(a) Tankrigg



(b) PLS-rigg

## 2.4 Teknisk Prosjektbeskrivelse

### 2.4.1 Brukergrensesnitt (MK)

Prosjektet skal ha to brukergrensesnitt. Det ene er ett operatørpanel som skal ha praktisk funksjonalitet nær prosessen, og skal derfor være lett anvendelig. Eksempler på dette er blant annet å kunne lese av referanse til nivået og endre dette, endre fra automatisk til manuell tilstand, se eventuelle alarmer og kvittere for disse, og slå av eller på pumpen.

Det andre er ett mer avansert brukergrensesnitt som skal tas i bruk på "kontrollrommet". Dette skal bestå av det samme som på operatørpanelet, men med flere detaljer og brukersområder, og ha flere brukernivå. På det laveste nivået skal en kunne se detaljene rundt driften til tanken, men ikke ha muligheten til å endre. På det høyeste nivået skal en kunne både se og endre flere detaljer, som å velge regulator type, endre nominelt pådrag fra P- og PD-regulator, endre foroverkoblingsparametere, og mer.

### 2.4.2 Kommunikasjonsoppsett (HS)

For å kunne få sendt signal fra begge brukergrensesnittene til prosessgrensesnittene og tilbake må det bygges et kommunikasjonsoppsett som illustrert i figur 2. Det skal programmeres knapper, justeringsmuligheter og indikatorer i begge brukergrensesnitt som skal overføres i dette oppsettet.

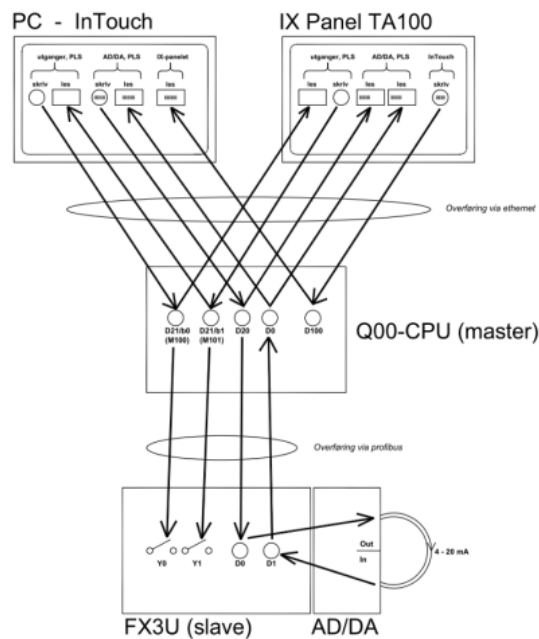


Figure 2: Kommunikasjonsoppsett

### 2.4.3 Feilhåndtering (HS)

Det skal programmeres både et feildeteksjons- og feilhåndteringssystem. Dette skal indikere når og hvilken feilsituasjon som oppstår samt klarere disse når feilen er utbedret. Systemet skal være robust slik at svært korte perioder med feil, og korte perioder uten feil i en feilsituasjon, ikke skal registreres.

Feilsituasjoner skal graderes i to kategorier: Feil og kritisk feil. Systemets oppførsel i de to ulike feilsituasjonene bestemmes av kunden. Nødhandlinger skal implementeres i systemet etter ønske fra kunde. Etter strømbrydd skal tanken reguleres rett ved innkopling.

### 2.4.4 Alarmsystem (EK)

I normal driftstilstand, bør alarmsystemet indikere at tanken er på 50% nivå. Hvis nivået i tanken går under 20% eller over 80%, skal normal alarm utløses med tre tilstander. Lampene på begge brukergrensesnitt skal blinke en gang hvert sekund (oransje). Informasjonen om alarmen skal lagres en gang per alarm, og en dialogboks skal vises. Ingen

ny alarm skal vises hvis nivået i tanken forblir uendret, selv om det ligger utenfor normalområdet. Hvis reguleringsavviket er på over 10% eller mer i over 60 sekunder, skal normal alarm utløses.

Ved kritiske situasjoner, der nivået i tanken overstiger 90% eller er under 10%, skal det utløses en rød kritisk alarm. Lampene på begge brukergrensesnitt skal blinke hvert 0,2 sekund. I tillegg til varslingen, skal tanken fylles eller tømmes mot arbeidspunktet 50%, og pumpen skal stoppes. Utløpsventilen må lukkes. Hvis nivået i tanken stiger over 80% etter at kritisk alarm er utløst, skal normal alarm fortsatt vises med blinkende lampe frem til alarmen er kvittert. Hvis alarmen fortsatt er aktiv etter kvittering, skal lampen stå i fast lys.

Alarmene vises og kan kvitteres på begge brukergrensesnittene. Alarmene skal også lagres for hver oppstart, eventuelt i ledige batteriminneceller i PLS. Det er viktig å ha en funksjonalitet for lagring av alarmen for å kunne analysere alarmhistorikken og identifisere årsakene til unormale situasjoner. Alarmsystemet bør også ha en funksjonalitet for å kunne vise og kvittere alle aktive alarmer samtidig, slik at det er lettere å håndtere flere alarmer samtidig.

#### **2.4.5 Historikk og Trend (HS)**

Data fra prosessen skal loggføres og presenteres. Dette blir gjort i et sanntidsvindu. Det skal i tillegg være mulighet å se på historiske data.

#### **2.4.6 PID-og lead-lag-funksjonsblokker (HS)**

Det skal programmeres og dokumenteres en PID- og en lead-lag-funksjonsblokk. Blokkene skal være så generelle som mulig slik at de kan brukes i ulike prosesser. For å oppnå dette skal de funksjonstestes uavhengig av den aktuelle tank-riggen. Før testing av blokkene skal det utarbeides et testskjema som må godkjennes av den aktuelle kunden. Funksjonsblokkene skal designes modulært med god programmeringsmetodikk.

#### **2.4.7 Innstilling av Regulator (FM)**

Regulatoren skal stilles inn og settes i drift i systemet. Kunden ønsker kort innsvingningstid, null oversving og god reguleringsnøyaktighet. Kravene til regulatoren er ikke nødvendigvis realiserbare, så en balanse mellom rask innsvingningstid og minimalt oversving må utarbeides.

Regulering av prosessen vil foregå ved å kontrollere væskestrømmen inn i tanken. Strømmen inn i tanken kan kontrolleres på to måter. Den første, som trolig vil gi best resultat, er ved bruk av en pumpe styrt av en frekvensomformer. Den andre metoden går ut på

å bruke en elektrisk ventil. For å bestemme systemets tilstand kan nivået i tanken og væskestrømmen ut av tanken måles ved bruk av hhv. en nivå -og flytmåler. Ved tankens utgang finnes det tre magnetventiler som påvirker væskeflyt ut av tanken. Strømmen ut av tanken skal behandles som en forstyrrelse. Ettersom strømmen ut av tanken kan måles kan det være aktuelt å kombinere *feed-forward* regulering med PID-regulatoren.



## 3 Prosjektorganisering

### 3.1 Personlege mål og karaktermål

#### 3.1.1 Håkon Stranden

Prosjektet ser ut til å sette sammen alle fagene vi har dette semesteret, samt de mest essensielle delene fra hele studiet. Jeg har derfor som et personlig mål å oppnå best mulig forståelse for alle deler av denne typen system og dermed oppnå et godt sluttresultat. Har som mål å oppnå dette ved å legge inn så mange arbeidstimer som nødvendig. Jeg har i tillegg som mål å oppnå best mulig gruppedynamikk. Ønsker å oppnå dette ved å opprettholde god kommunikasjon og samarbeid igjennom hele prosjektet. Karaktermål: A/B.

#### 3.1.2 Endre Kalheim

Som deltaker i prosjektet har jeg som personlig mål å tilegne meg en grundig forståelse av alle relevante fagområder og bidra til en vellykket implementering av prosjektet. For å oppnå dette, vil jeg legge ned ekstra innsats for å lære og forstå materialet og sørge for at jeg holder meg oppdatert på tidsplanen for prosjektet. Jeg vil også jobbe for å skape en god gruppedynamikk ved å opprettholde åpen og effektiv kommunikasjon med mine gruppe. Mitt karaktermål for prosjektet er å oppnå A/B

#### 3.1.3 Fredrik Magnus

Prosjektarbeidet er en utmerket mulighet til å lære mer om effektivt gruppearbeid og prosjektutførelse, samt praktisk anvendelse av faglig kunnskap. Mitt mål for prosjektarbeidet er å oppnå maksimalt læringsutbytte og bidra til å skape et så godt sluttresultat som mulig. Det er da naturlig å sikte på høy måloppnåelse og karakter A. Grunnlaget for målsettingen er en interesse for fagfeltet og derav et sterkt ønske om å lære.

#### 3.1.4 Martine Karlson

Jeg satser på å kunne hjelpe til på alle de ulike delene ved prosjektet om det skulle trenge. Går derfor inn for å få en god oversikt over de ulike fagene, men med spesielt dypdykk innenfor SCADA/HMI. Dette skal utføres ved å følge tidsplanen de ulike fagene har satt, hvor jeg gjerne skal ligge litt på forskudd. I tillegg skal SCADA/HMI manualen leses godt, med ekstra hjelp fra andre ressurser. Karaktermål: A.

### 3.1.5 Sami Ibrahim

Mine personlige mål er å få en bedre forståelse innenfor alle de ulike delene i prosjektet som blir fordelt utover i gruppa. De andre fagene vi har dette semesteret har også en tilknytning til prosjektoppgaven, derfor skal jeg prøve å lære mest mulig slik at jeg har et godt grunnlag til prosjektet. Jeg skal også prøve å ligge litt foran tidsplanen i fagene, slik at jeg har mest mulig tid til å jobbe med prosjektet, og samtidig har mulighet til å bidra med hjelp der det trengs. Karktermål: A

### 3.1.6 Øyvind Wiggen

De personlige målene jeg har for dette prosjektet er å få en helhetlig og grundig forståelse for hele prosjektet. Det blir interessant og viktig å få implementert det vi lærer i de andre fagene slik at prosjektet får det resultatet vi ønsker. Jeg har som mål å utvikle de egenskaper som trengs for å jobbe med et prosjekt over lenger tid. Karaktermål: A/B.

## 3.2 Tid og Kostnadsplan

### 3.2.1 Gantt-diagram (MK)

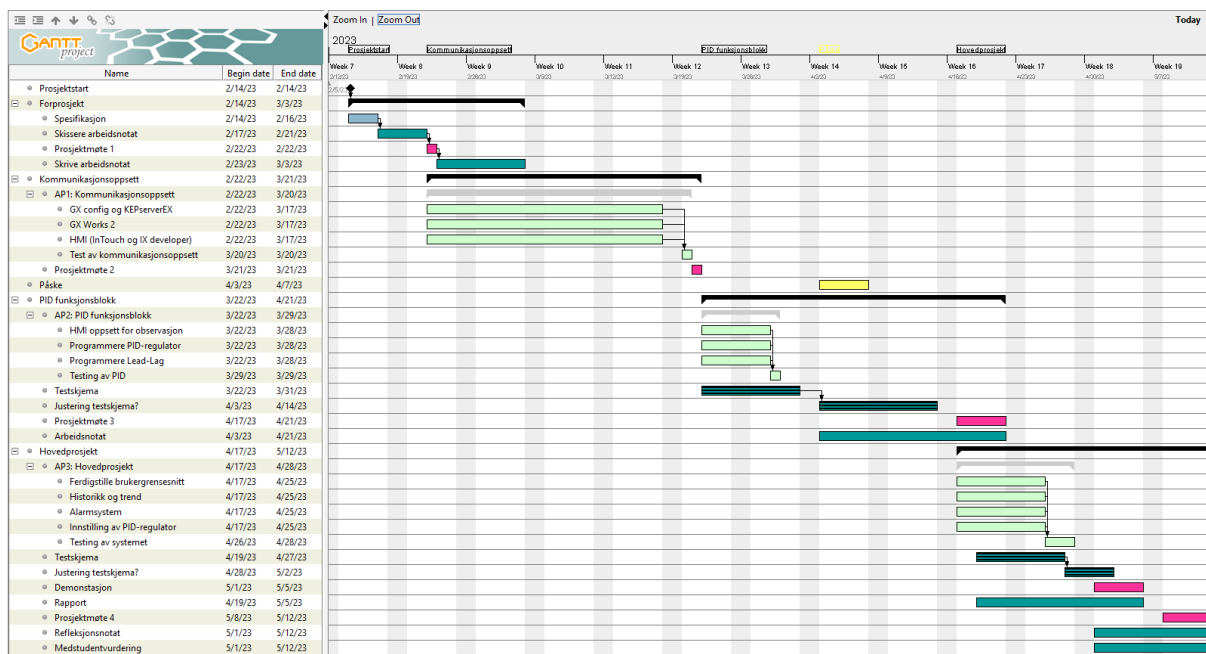


Figure 3: Gantt-diagram

### 3.2.2 Budsjett (HS)

Oppgave	Antall timer
Arbeidsnotat	120
Kommunikasjonsoppsett	130
GX Config og KEPserverEX	40
GX Works 2	40
HMI	40
Test av Kommunikasjonsoppsett	10
PID Funksjonsblokk	265
HMI oppsett for observasjon	85
Programmere PID-regulator	85
Programmere Lead-Lag funksjonsblokk	85
Testing av PID	10
Testskjema	20
HovedProsjekt	480
Ferdigstilling Brukergrensesnitt	25
Historikk og Trend	100
Alarmsystem	100
Innstilling av PID	100
Systemtesting	10
Demonstrasjon	10
Hovedrapport	100
Refleksjonsnotat	10
Medstudentvurdering	10
Prosjektmøter	4
Sum	1004

Figure 4: Budsjett

## 4 Arbeidspakker

### 4.1 Milepæl 1: Forprosjekt

#### 4.1.1 Arbeidspakkeskjema 1 (SI)

Fag: Automasjonsprosjekt	Dato: 27.02.2023
Prosjekt: Forprosjekt	
Aktivitet: Arbeidsnotat	Aktivitet nr: 1
Startdato: 14.02.23	Sluttdato: 03.03.23
Avhengighet:	Foregående aktiviteter:
	Etterfølgende aktiviteter: Kommunikasjonsoppsett
Mål: Få en oversikt over hele prosjektet, og bruke notatet til videre arbeid.	
Arbeidsbeskrivelse: Få en grunnleggende forståelse for hele prosjektet. Beskrive og fordele de ulike oppgavedelene i prosjektet.  Planlegge tidsbruken, lage arbeidspakker, og presentere dette i et Gantt-diagram.	
Timeverk: 120 timer	Hovedansvarlig:
Faglig ansvarlig: Irja Gravidahl	
Prosjektmedarbeidere: Sami Ibrahim, Håkon Stranden, Endre Kalheim, Martine Karlson, Øyvind Wiggen, og Fredrik Magnus	

## 4.2 Milepæl 2: Kommunikasjonsoppsett

### 4.2.1 GX Config og KEPServerEX (SI)

Fag: Automasjonsprosjekt		Dato: 27.02.2023
Prosjekt: Kommunikasjonsoppsett		
Aktivitet: GX config og KEPserverEX		Aktivitet nr: 2
Startdato: 22.02.2023	Sluttdato: 17.03.2023	
Avhengighet:	Foregående aktiviteter: Forprosjekt	
	Etterfølgende aktiviteter: PID funksjonsblokk	
Mål: Oppnå kommunikasjon med GX Config og KEPServerEX mot resten av systemet.		
Arbeidsbeskrivelse: Forstå og ta i bruk GX config og KEPserverEX, for å opprette kommunikasjon mellom brukergrensesnitt og resten av systemet.		
Timeverk: 40 timer	Hovedansvar: Håkon Stranden	
Faglig ansvarlig: Irja Gravdahl		
Prosjektmedarbeidere: Håkon Stranden		

#### 4.2.2 GX Works 2 (EK)

Fag: Automasjonsprosjekt	Dato: 27.02.23
Prosjekt: Kommunikasjonsoppsett	
Aktivitet: GX Works 2	Aktivitet nr: 3
Startdato: 22.02.23	Sluttdato: 17.03.23
Avhengighet:	Foregående aktiviteter: Forprosjekt
	Etterfølgende aktiviteter: PID funksjonsblokk
Mål: Fullføre oppsett av kommunikasjon mellom GX Works 2 og resten av systemet.	
Arbeidsbeskrivelse: Fullføre oppsett av kommunikasjon i GX works 2. Lage programmet for både master- og slave-PLS.	
Timeverk: 40 timer	Hovedansvarlig: Håkon Stranden
Faglig ansvarlig: Irja Gravdahl	
Prosjektmedarbeidere: Håkon Stranden	

#### 4.2.3 HMI (InTouch og IX developer) (SI)

Fag: Automasjonsprosjekt		Dato: 27.02.2023
Prosjekt: Kommunikasjonsoppsett		
Aktivitet: HMI (InTouch og IX developer)		Aktivitet nr: 4
Startdato: 22.02.2023	Sluttdato: 17.03.2023	
Avhengighet:	Foregående aktiviteter: Forprosjekt	
	Etterfølgende aktiviteter: PID funksjonsblokk	
Mål: Oppnå god kommunikasjon mellom brukergrensesnittene og PLS.		
Arbeidsbeskrivelse:		
Lage gode brukergrensesnitt i InTouch og IX developer for testing av kommunikasjonsoppsett.		
Timeverk: 40 timer	Hovedansvar: Martine Karlson og Øyvind Wiggen	
Faglig ansvarlig: Irja Gravdahl		
Prosjektmedarbeidere (InTouch): Martine Karlson		
Prosjektmedarbeidere (IX developer): Øyvind Wiggen og Sami Ibrahim		

## 4.3 Arbeidspakkeskjema for milepæl 3

### 4.3.1 HMI oppsett for observasjon (EK)

Fag: Automasjonsprosjekt		Dato: 27.02.2023
Prosjekt: PID funksjonsblokk		
Aktivitet: HMI oppsett for observasjon		Aktivitet nr: 5
Startdato: 22.03.2023		Sluttdato: 28.03.2023
Avhengighet:	Foregående aktiviteter: Kommunikasjonsoppsett	
	Etterfølgende aktiviteter: Hovedprosjekt	
Mål: Videreføre oppsettet av HMI-systemene		
Arbeidsbeskrivelse:		
Bygge opp brukergrensesnittene til å inneholde flere detaljer, som regulatoren og dens parametere.		
Timeverk: 85 timer		Hovedansvar: Martine Karlson
Faglig ansvarlig: Irja Gravdahl		
Prosjektmedarbeidere: Martine Karlson		



#### 4.3.2 Programmere PID-regulator (EK)

Fag: Automasjonsprosjekt		Dato: 27.02.2023
Prosjekt: PID funksjonsblokk		
Aktivitet: Programmere PID-regulator		Aktivitet nr: 6
Startdato: 22.03.2023	Sluttdato: 28.03.2023	
Avhengighet:	Foregående aktiviteter: Kommunikasjonsoppsett	
	Etterfølgende aktiviteter: Hovedprosjekt	
Mål: Lage en PID regulator		
Arbeidsbeskrivelse:		
Lage en PID-regulator som kan styres og redigere inngangsvariabler fra HMI.		
Timeverk: 85 timer	Hovedansvar: Sami Ibrahim	
Faglig ansvarlig: Irja Gravdahl		
Prosjektmedarbeidere: Fredrik Magnus, Sami Ibrahim og Endre Kalheim		

#### 4.3.3 Programmere Lead-Lag (SI)

Fag: Automasjonsprosjekt		Dato: 27.02.2023
Prosjekt: PID funksjonsblokk		
Aktivitet: Programmere Lead-Lag		Aktivitet nr: 7
Startdato: 22.03.2023	Sluttdato: 28.03.2023	
Avhengighet:	Foregående aktiviteter: Kommunikasjonsoppsett	
	Etterfølgende aktiviteter: Hovedprosjekt	
Mål: Oppnå fungerende Lead-Lag-funksjonsblokker		
Arbeidsbeskrivelse:		
Lage Lead-Lag-funksjonsblokker som skal kunne brukes i flere prosesser		
.		
Timeverk: 85 timer	Hovedansvar: Fredrik Magnus	
Faglig ansvarlig: Irja Gravidahl		
Prosjektmedarbeidere: Fredrik Magnus		

## 4.4 Arbeidspakkeskjema for milepæl 4

### 4.4.1 Innstilling av PID (EK)

Fag: Automasjonsprosjekt		Dato: 27.02.2023
Prosjekt: Hovedprosjekt		
Aktivitet: Innstilling av PID-regulator		Aktivitet nr: 8
Startdato: 17.04.2023	Sluttdato: 25.04.2023	
Avhengighet:	Foregående aktiviteter: PID funksjonsblokk	
	Etterfølgende aktiviteter:	
Mål: Finne gode parametere for PID-regulatoren		
Arbeidsbeskrivelse:		
Finne gode parametere for PID-regulatoren ved bruk av diverse metoder.		
Timeverk: 100 timer	Hovedansvar: Endre Kalheim	
Faglig ansvarlig: Irja Gravdahl		
Prosjektmedarbeidere: Fredrik Magnus, Sami Ibrahim og Endre Kalheim		

#### 4.4.2 Fullføring av HMI (ØW)

Fag: Automasjonsprosjekt	Dato: 27.02.2023
Prosjekt: Hovedprosjekt	
Aktivitet: Fullføring av HMI	Aktivitet nr: 9
Startdato: 17.04.2023	Sluttdato: 25.04.2023
Avhengighet:	Foregående aktiviteter: PID funksjonsblokk
	Etterfølgende aktiviteter:
Mål: Fullføre brukergrensesnittene	
Arbeidsbeskrivelse:	
Legge inn resterende detaljer på brukergrensesnittene, og sikre at kravene er oppfylt.	
Timeverk: 200 timer	Hovedansvar: Martine Karlson
Faglig ansvarlig: Irja Gravidahl	
Prosjektmedarbeidere: Martine Karlson	