



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND



Karmsund Maritime
OFFSHORE SUPPLY AS

Videreutvikling av lekkasjeindikering i flensforbindelser



Hovedprosjekt utført ved Høgskolen Stord/Haugesund – Avd. for ingeniørfag.

Studieretning: Elektro –Automatiseringsteknikk.

Av: Britt Eide

Olene Mjølhus

Miranda Stol Birkelid

Haugesund

03.05.2002

Oppgavens tittel Videreutvikling av lekkasjeindikering i flensforbindelser.		Rapportnummer
Utført av Olene Ferking Mjølhus Britt Eide Miranda Stol Birkelid		
Linje Elektro		Studieretning Automatiseringsteknikk
Gradering Åpen	Innlevert dato 03.05.02	Veileder ved HSH Eyvind Rossebø
Oppdragsgiver Karmsund Maritime Offshore Supply AS		Kontaktperson hos oppdragsgiver Ann Helen Hystad

Ekstrakt

Karmsund Maritime Offshore Supply AS driver med produktutvikling for olje og gassindustrien. I den forbindelse har de utviklet en ny type tetningsringer i flensede forbindelser. Disse indikerer i dag lekkasje i rørlinjer manuelt med at et stempel blir presset ut om det skulle oppstå lekkasje under drift.

Oppgaven blir å videreutvikle den manuelle lekkasjeindikatoren slik at en kan ha sensorer som fanger opp lekkasjer vha datatavler eller lignende. De må da være overvåket av PLS eller lignende.

Hoveddelen av oppgaven vil bestå i å lage et overvåkningsystem til en testbenk som skal designes slik at man kan simulere de mest kjente lekkasjer som i dag er kjent i rørlinjer og hvor det nye sensorsystemet kan komme til anvendelse.

Det skal forklares hvordan den ferdige løsningen fungerer og hvilke endringer som må til for å gjøre systemet brukbart i ex-områder.

1 Forord

Vi er tre studenter ved Elektro -Automatiseringsteknikk ved Høgskolen Stord/Haugesund, hovedoppgaven utgjør fire vekttall per student, i det siste semesteret av den 3-årige ingeniørutdannelsen.

Hovedoppgaven vår fikk vi tildelt fra bedriften Karmsund Maritime Offshore Supply AS, KaMOS[®], som driver med produktutvikling for olje og gass industrien. I den forbindelse har de utviklet blant annet en ny type tetningsringer i flensende forbindelser, som indikerer lekkasje manuelt.

Prosjektoppgaven gikk ut på en videreutvikling av den manuelle lekkasjeindikatoren.

Rapporten gir en innføring i bruken og oppbyggingen av de "gamle" tetningsringene m/ indikator, for de som ikke har noe særlig kunnskap om dette fra før. En innføring i videreutviklingen av lekkasjeindikeringen vil også presenteres.

Underveis har vi fått assistanse fra flere personer. Vi vil rette en stor takk til ekstern veileder i KaMOS[®], *Ann Helen Hystad*, og fagarbeider *Trond Widar Våga*. Karmøy Winch fortjener også en takk for hjelpen, da spesielt *Ragnar Langåker*. Til slutt vil vi takke intern veileder for god hjelp med oppsettingen av rapporten, *Eyvind Rossebø*.

Haugesund 03.05.02

Miranda Stol Birkelid

Britt Eide

Olene Ferking Mjølhus

2 Sammendrag

Karmsund Maritime Offshore Supply AS har patent på en type tetningsringer med manuell lekkasje indikator som de ønsket å videreutvikle/automatisere. En slik videreutvikling kan være av interesse både for de bedriftene som allerede har installert KaMOS[®] tetningsringer, og de som har tenkt på å gjøre det.

Det ble konstruert en testbenk for å kunne utarbeide og teste ut et automatiseringsalternativ. Løsningen ble å skifte ut de manuelle lekkasjeindikatorene med elektriske trykkfølere. Flensene i testbenken ble da overvåket ved hjelp av PLS og det ble laget et brukergrensesnitt/alarmanlegg på touchskjerm.

Systemet ser ut til å fungere tilfredsstillende og kan lett videreutvikles/tilpasses til reelle prosessanlegg og ex-områder.

VIDEREUTVIKLING AV LEKKASJEINDIKERING I FLENSFORBINDELSER

1	<u>FORORD</u>	2
2	<u>SAMMENDRAG</u>	3
3	<u>INNLEDNING</u>	6
4	<u>BRUK AV TETNINGSRINGER</u>	7
4.1	TRADISJONELL LEKKASJETESTING /1/	8
4.1.1	TRYKKTESTING	8
4.1.2	LEKKASJETESTING	8
4.2	TETNINGSRINGEN	9
4.3	LINSETETNING TYPE KAMOS[®] RTJ	10
4.4	FLATPAKNING TYPE KAMOS[®] KAMPROFIL	11
5	<u>TESTBENKEN</u>	12
5.1	SIMULERING AV LEKKASJE I FLENSFORBINDELSENE	13
5.2	FLENSFORBINDELSENE	14
5.2.1	FLENSPAR NR. 1.	15
5.2.2	FLENSPAR NR. 2.	15
5.2.3	FLENSPAR NR. 3.	15
5.2.4	FLENSPAR NR. 4.	16
5.2.5	FLENSPAR NR. 5.	16
5.2.6	FLENSPAR NR. 6.	16
6	<u>BEHANDLING AV TRYKKSIGNALER</u>	17
6.1	INFORMASJONSBERENDE SIGNAL	17
6.1.1	LYS	17
6.1.2	LYD	17
6.1.3	TRYKK	17
6.1.4	ELEKTRISK	18
6.2	SIGNALBEHANDLING	18
6.2.1	ELEKTRONISK KRETS	18
6.2.2	DAQ-KORT	18
6.2.3	PLS	18
6.3	BRUKERGRENSESNIITT	18
6.3.1	LYSTAVLE	18
6.3.2	PC	19
6.3.3	TOUCHSKJERM	19

7	VALG AV UTSTYR	20
7.1	TRYKKFØLER	21
7.1.1	TRYKKFØLER MODELL MBS 3050 /5/	21
7.2	PLS	23
7.2.1	GENERELT	23
7.2.2	OMRON PLS, MODELL CPM2C /12/	25
7.2.3	CX-PROGRAMMER	27
7.3	TOUCHSKJERM	28
7.3.1	TOUCHSKJERM TYPE E-910	28
7.3.2	FORMATERING OG KALIBRERING	29
7.3.3	E-DESIGNER	29
8	RESULTAT	33
8.1	KONTROLLSKAPET	33
8.2	PLS-PROGRAMMET	34
8.3	BRUKERGRENSESNIITTET PÅ TOUCH SKJERM	35
8.3.1	GENERELLE/SPESIELLE ALARMGRENSER	35
8.3.2	ALARMLOGG	38
8.3.3	KVITTERING AV ALARM	40
8.3.4	ALARMSTATUS	40
9	EKSPLOSJONSFARLIGE OMRÅDER	41
9.1	TILPASSING AV SYSTEMET TIL EX-OMRÅDER	43
9.1.1	EX-SIKRE TRYKKSSENSORER	43
10	DISKUSJON	44
10.1	VIDEREUTVIKLING	46
10.2	KONKLUSJON	47
11	REFERANSELISTE:	48
12	VEDLEGG	49

3 INNLEDNING

Hovedprosjektet er gjort for Karmsund Maritime Offshore Supply AS, som er et norsk teknologiselskap. Selskapet har spesialisert seg på å utvikle og produsere effektiviserende kvalitetsprodukter innen olje- og prosessindustrien, og tilbyr tjenester nasjonalt og internasjonalt.

KaMOS[®] har utviklet og patentert tetningsringer for rørsystemer som muliggjør overvåking av flensforbindelsens tilstand. Denne overvåkingen foregår ved at en manuell lekkasjeindikator spretter ut fra ringen dersom det er lekkasje. Med disse tetningsringene har man også fått en ny og bedre metode for å lekkasjeteste/trykkteste flensforbindelser ved montering.

De nye tetningsringene har enkle mekaniske lekkasjeindikatorer som må overvåkes individuelt av operatørpersonell. KaMOS[®] ønsker å automatisere lekkasjeindikering av ringene slik at man slipper å sjekke hver enkelt indikator manuelt.

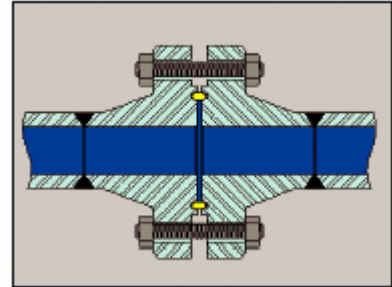
Automatiseringen av lekkasjeindikasjonen innebærer valg av passende utstyr for systemet som utvikles, og som tilfredsstillende kravene som settes. Hele systemet må konstrueres, kobles og det må lages et brukergrensesnitt

Man håper at automatiseringen vil gjøre lekkasjeovervåkingen enklere, og dermed gi økt sikkerhet. Dessuten kan automatiseringen gi tidsbesparelser ved inspeksjon, som kanskje kan medføre økonomisk innsparing på sikt.

I samråd med veilederne ble det bestemt at oppgaven skulle innebære design av en testbenk med automatisert lekkasjeindikering. Denne blir i hovedsak en demonstrasjonsmodell som kan vises frem. Testbenken kan brukes som utgangspunkt for større systemer senere. Mulighetene for bruk av systemet i Ex-områder vil bli drøftet.

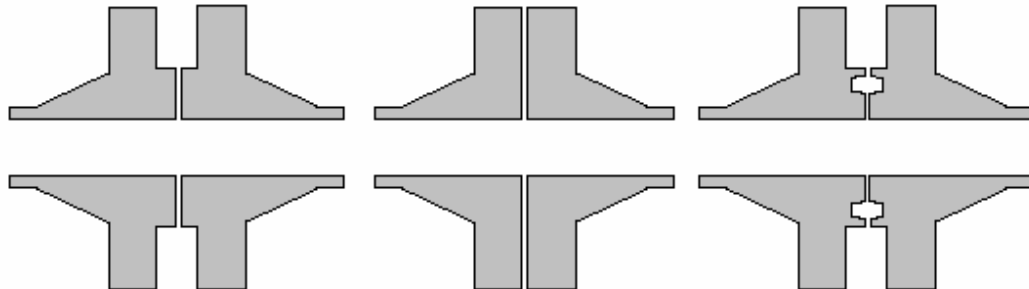
4 BRUK AV TETNINGSRINGER

Når rør og rørdeler som for eksempel rørbend skal settes sammen, blir dette gjort ved å trekke til flensene på rørdelene ved hjelp av bolter. For at sammenkoblingen skal bli tett må det legges en pakning mellom flensene (Figur 4.1). Denne må være litt føyelig, slik at den kan deformeres litt ved sammenskruingen, og dermed kan tette best mulig. Tiden det tar å sku sammen en flenskobling, avhenger av dimensjonene på flensene, men som et eksempel kan det nevnes at på Statoil Kårstø, regner man med en arbeidstid på ca 5 timer for å koble ned og opp igjen en 18" flens, med skifte av mellomstykke og tetningsring. Det blir da brukt hydraulikk for å løsne og stramme boltene i flenskoblingen.



Figur 4.1 R & RX ring, standard.

Det finnes ulike typer flenser (Figur 4.2). RF, "raised face," er en flens med hevet pakningsflate. Flensen er beregnet på flatpakninger. FF, "flat face," også en flens for flatpakninger. Pakningsflaten på denne er ikke opphevet. RTJ, "ring type joint", er beregnet på linsepakninger. Den har et frest spor som pakningen skal ligge i.



Figur 4.2 Ulike flenstyper. Fra venstre: RF, FF og RTJ.

4.1 Tradisjonell lekkasjetesting /1/

4.1.1 Trykktesting

Ved endringer eller modifikasjoner utført i rørsystemene, skal systemet trykktestes. Dette blir gjort ved at et avgrenset rørområde blendes av og trykktestes med et gitt overtrykk over designtrykk. Som regel blir vann benyttet som testmedium. Formålet med trykktesten er å verifisere at alle sveiser og flenser er sterke nok til å tåle den påkjenningen som de senere vil bli utsatt for. Dessuten får man kontrollert om systemet er tett. Rørlengdene testes som regel enkeltvis.

Etter denne trykktesten, monteres rørene sammen i prosess-systemet og blir lekkasjetestet. Ved lekkasjer må disse utbedres, og systemet må trykksettes på nytt. Lekkasjer i flenser fører derfor til en unødvendig forlengelse av trykktestingsperioden. Dette kan unngås dersom en har gode metoder for å kontrollere at flensen er tett før testen blir utført.

4.1.2 Lekkasjetesting

Etter oppkoblingen må systemet testes for eventuelle lekkasjer i flensene. Dette blir tradisjonelt utført ved hjelp av store mengder nitrogen og helium. Avgrensningen av området som skal lekkasjetestes kan gjøres ved hjelp av avstengningsventiler eller "blindinger", dersom det ikke er ventiler i systemet som naturlig kan avgrense et område. I de tilfellene der man benytter blindflenser, vil det alltid være minst to ringer som ikke blir lekkasjetestet. Derfor vil en i praksis, ved utskifting av for eksempel en ventil, unngå lekkasjetesten, og heller påføre systemtrykket gradvis med overvåking av de flensene som har vært splittet. Dersom en oppdager lekkasjer, må systemet trykkavlastes på nytt, lekkasjen må utbedres og prosedyren må gjentas. Dette kan i mange tilfeller være en tidkrevende prosess, med farepotensial knyttet til lekkasje og økonomiske tap pga. redusert produksjon.

Dersom en med større sikkerhet kan fastslå at flensen er tett i utgangspunktet, vil dette medføre mindre fare og større økonomisk gevinst pga. systemet får kortere tid ute av drift (shutdown).

4.2 Tetningsringen

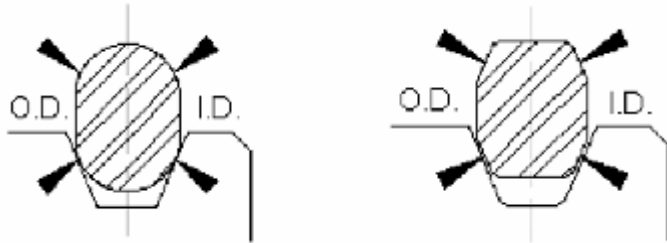
/1/Ved å bruke KaMOS[®] patenterte pakninger, har man fått en ny metode for å lekkasjeteste og kontrollere linsetetninger og flatpakninger i flensforbindelser.

Ved først å trykksette den installerte ringen i flensen, vil en ved hjelp av trykkmåling kunne kontrollere om ringen er rett installert. Etter trykktest installeres en indikator på tetningsringen som vil signalisere enhver forandring i tetningen (vibrasjoner, korrosjon etc.) som kan utgjøre fare for lekkasje.

Metoden krever små mengder testgass (nitrogen / helium) i motsetning til tradisjonelle testmetoder, og den er enklere å utføre, noe som vil gi innsparing av tid. Man får en rask og effektiv kontroll på om flensforbindelsene er tette før flensene utsettes for systemtrykk. Dette gir store sikkerhetsmessige gevinster, og faren for lekkasje etter vedlikeholdsaksjoner blir redusert. Erfaringsmessig har dette vært et stort sikkerhetsproblem. I tillegg vil metoden kunne gi store økonomiske besparelser, fordi testmetoden er betydelig raskere enn tradisjonell lekkasjetesting.

Tetningsringene leveres i en mengde dimensjoner, men selve indikator-delen er like stor på alle ringene. En praktisk hulldiameter på tilførselhullet er ca 2-2,5mm. På grunn av blant annet temperatursvingninger kan det skje at indikatorene slår ut uten at det har oppstått en reell lekkasje.

4.3 Linsetetning type KaMOS[®] RTJ

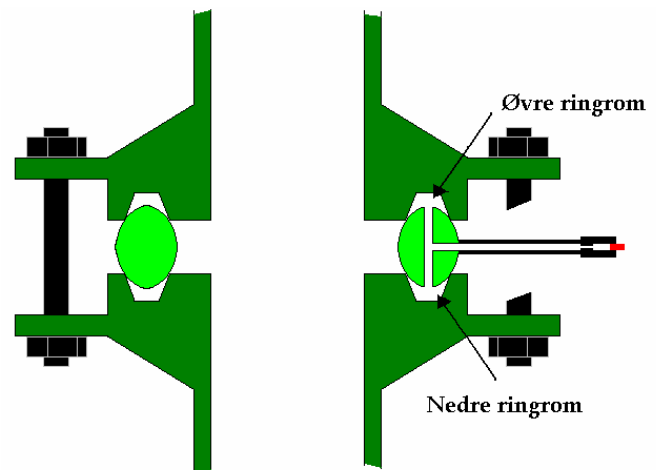


Figur 4.3 Type R oval- og type R oktagonal linsepakning.

/1/ Linsetetninger er en tetningstype der en oval eller oktagonal (åttekantet) ring (Figur 4.3) utgjør tetningselementet som skal hindre lekkasje ut mellom to flenser. I motsetning til tradisjonelle flatpakninger ligger linsepakningene i prefabrikkert spor i flensen. Linsepakninger er alltid utført i metall. Denne pakningstypen har en utstrakt bruk i prosess-system på produksjonsplattformer og er enerådende i brønnområder.

KaMOS[®] RTJ (Figur 4.4) patenterte linsetetning er utstyrt med en lekkasjeindikator. Ved lekkasje vil indikatoren bli utsatt for trykk som presser ut et lite stempel. I tetningsringen er det boret et hull fra øvre til nedre ringrom slik at trykket på begge sidene av ringen blir utlignet.

Indikatoren står i kontakt med ringrommet via et hull ned til tverrboringen. KaMOS[®] RTJ blir benyttet i flenstypen RTJ. Sporet som ringen ligger i, er konisk. Bredden i bunnen av sporet er mindre enn bredden på ringen. Når flensene blir skrudd sammen med bolter, blir ringen presset sammen og ned mot bunnen av sporet og danner metallisk kontakt mellom sideflatene på ringen og sporet i flensen. I de fleste tilfellene trekkes flensene til slik at det oppstår lokal flyting i kontaktsonen mellom ringen og flenssporet. Dette er nødvendig for å oppnå god materialkontakt mellom flatene. Ringen forøvrig, vil sammen med bolter og flens, danne et elastisk system som skal kunne kompensere for deformasjoner forårsaket av svingninger i ytre og indre krefter som følge av temperaturendringer, prosessvariasjoner og fysiske påkjenninger.



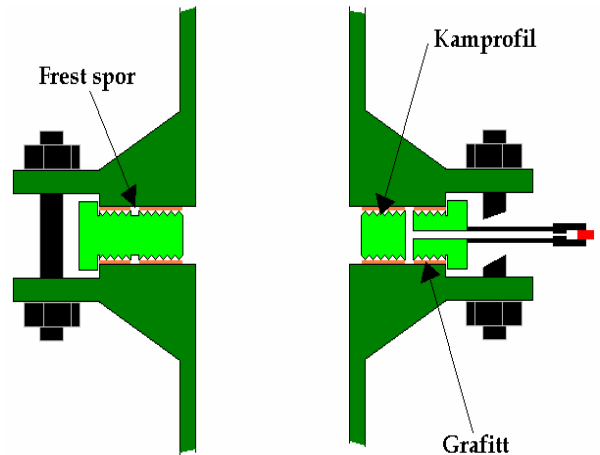
Figur 4.4 Prinsippskisse av KaMOS[®] RTJ tetting.

Ringene blir som regel ødelagt etter bruk pga. deformeringen som skjer når man skrur flensene sammen.

4.4 Flatpakning type KaMOS® kamprofil

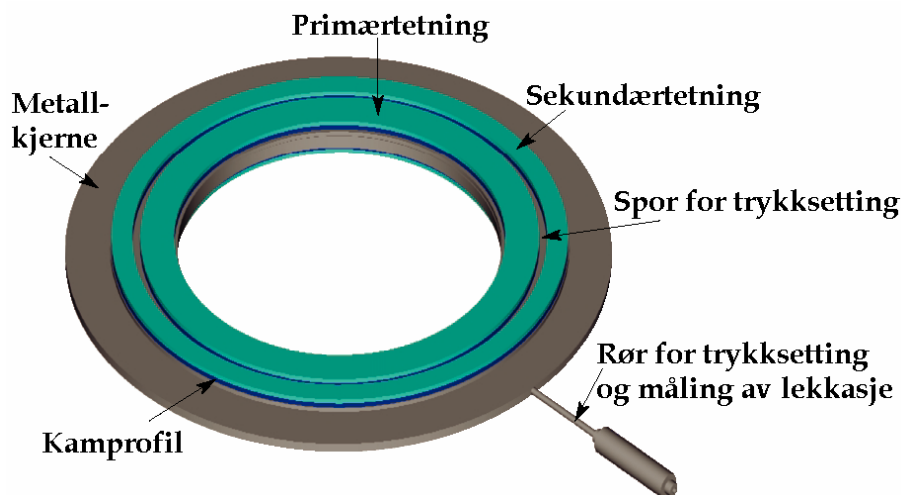
KaMOS® kamprofil-pakning (Figur 4.5 og 4.6) er en flatpakning med mulighet for indikering av lekkasje på samme måte som KaMOS® RTJ. Flatpakningen har et frest spor på begge sidene. I dette sporet er det boret et hull gjennom til den andre siden. Dersom flensen ikke er tett, vil det oppstå et trykk i dette sporet. Pga tverrboringen (hullet) vil trykket på primærsiden og sekundærsiden av pakningen bli lik. En mekanisk sylinter sitter i kontakt med denne tverrboringen på samme måte som på RTJ-pakningen.

KaMOS® kamprofil-pakningen har mange små spor på begge sider, kalt kamprofil. Dette er gjort for å skape en ru overflate som man kan legge et lag fleksibel grafitt (Grafoil®) på. På denne måten sikrer man at flensen blir helt tett når man teiter det hele sammen.



Figur 4.5 Prinsipp-skisse av KaMOS® kamprofil-pakning.

Pakningstypen finnes både med og uten såkalt guide ring. At en flatpakning har guide ring (modell RS eller FS), vil si at metallkjernen har så stor diameter at den vil gå helt ut til boltene. Dette gjør det enklere å sentrere pakningen enn hvis metallkjernen bare dekker selve pakningsanlegget på flensene.



Figur 4.6 KaMOS® kamprofil-pakning sett ovenfra.

/2/ Denne pakningstypen kan brukes flere ganger i installasjoner, men man må da legge nytt tetningsmateriale (for eksempel grafitt) på metallkjernen. KaMOS® kamprofil-pakning kan benyttes i flenser av typene RF (raiced face) og FF (flat face).

5 TESTBENKEN

For å simulere lekkasjer i rørsystemer ble det laget en testbenk (Figur 5.1 og vedlegg 1). Denne har en lengde på ca 214 cm. Testbenken er laget i massivt stål, og er dimensjonert for et arbeidstrykk på ca 7 bar. Benken består av korte 2" rørstubber bundet sammen ved hjelp av ulike flensforbindelser.

Testbenken har en inntaksventil for trykkluft og et luftutslipp til friluft. Disse kan åpnes ved hjelp av hver sin hendel. Testbenken er utstyrt med en sikkerhetsventil (ca. 8 bar) og et enkelt manometer slik at man kan kontrollere hvor mye trykk man utsetter benken for.

Det skal være mulig å frakte benken med seg på salgsmesser for demonstrering. For å gjøre frakten enklere, er den montert på avtakbare bein. Oppmontert ligger rørene i en høyde på ca 86 cm fra golvet. Siden linsepakningene blir litt deformerte når man trekker til flensene, kan de ikke brukes om igjen. Dette fører til at selve rørdelen med alle flenser og pakninger ikke kan demonteres når testbenken skal flyttes.



Figur 5.1 Rørledningsmodell.

5.1 Simulering av lekkasje i flensforbindelsene

For å simulere lekkasje i flensene, er det boret et hull fra utsiden av flensen og inn til ringrommet hvor RTJ-pakningen ligger, eller eventuelt inn til det freste sporet på flatpakningen. Dette er gjort på forskjellige måter i hver flensforbindelse, for å kunne simulere flere forskjellige typer lekkasje. Hvert av disse hullene kan trykksettes med luft med samme trykk som innvendig i rørledningen. Hver flensforbindelse er utstyrt med en eller flere hendler som man bruker til å åpne/stenge for trykkluft til simuleringen av lekkasje. Dermed bestemmer man manuelt hvilke flensforbindelser man vil simulere lekkasje i. Trykkluft til denne simuleringen tar man fra ene enden av rørledningen. Dette uttaket er også utstyrt med en hendel slik at man kan velge å stenge for all luft til simuleringen av lekkasje. Trykkluften til hver av flensene går via et tynt plastrør på utsiden av 2''rørledningen.

5.2 Flensforbindelsene

Tabell 1 Oversikt over flensene i testbenken. /2/

Flenspar nr.	Flenstype	Pakningstype	Trykk-klasse	Antall bolter
1	FF	KaMOS [®] Kamprofil-pakning	150#	4
2	RF	KaMOS [®] Kamprofil-pakning	600#	8
3	RF	KaMOS [®] Kamprofil-pakning	600#	8
4	RTJ	Standard RTJ-pakning, okt.	1500#	8
5	RTJ	Standard RTJ-pakning, okt.	1500#	8
6	RTJ	KaMOS [®] RTJ-pakning, okt.	1500#	8

#=pund (lbs)

FF-“flat face”, flens for flatpakninger.

RF-“raised face”, flens for flatpakninger.

RTJ-“ring type joint”, flens for linsepakninger.

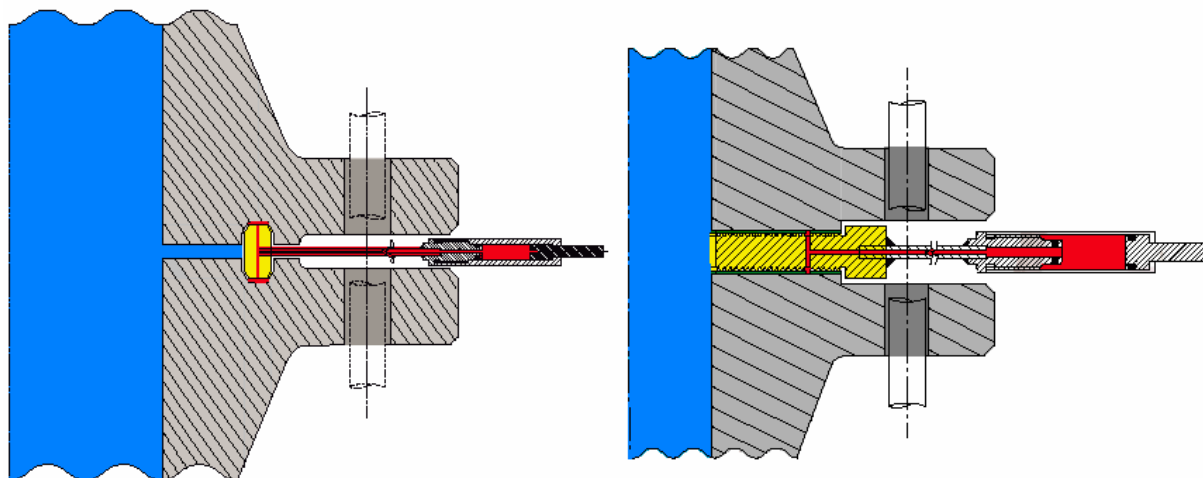
okt.-oktagonal.

FS-“flat face with guide ring”.

RS-“raised face with guide ring”.

Flensene i testbenken er både av standardtype og av KaMOS[®]-typen. I motsetning til standardflensene har KaMOS[®]-flensene et hull for montering av lekkasjeindikator.

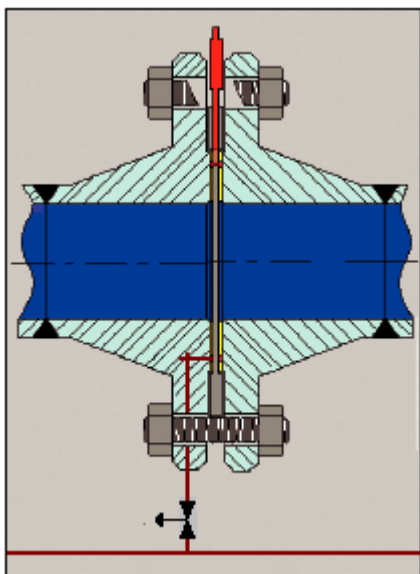
I testbenken er det brukt to ulike pakningstyper; RTJ (linsepakning) og kamprofil-pakning/flatpakning (Figur 5.2).



Figur 5.2 KaMOS[®] RTJ-pakning, modell R, og KaMOS[®] kamprofil-pakning, modell RS (Raised face with guide ring).

5.2.1 Flenspar nr. 1.

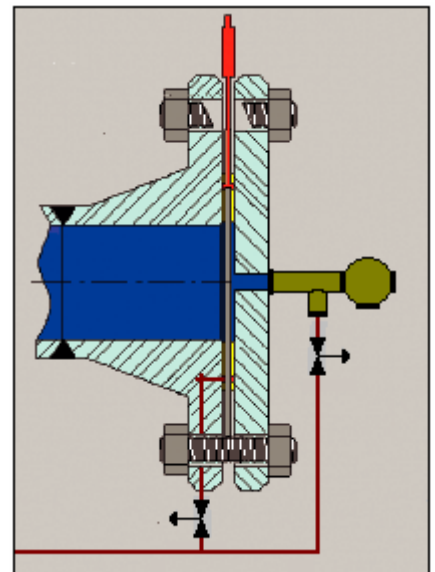
Dette flensparet består av en standard FF-flens og en tilsvarende blindflens. Indikatoren sitter på selve flatpakningen (Figur 5.3). I tillegg er det boret et hull fra utsiden av flensen og inn til det ene sporet i flatpakningen, for å kunne slippe inn luft ved simulering av lekkasje. Blindflensen er påmontert en sikkerhetsventil. På denne er det et uttak for trykkluft til lekkasjesimuleringene.



Figur 5.4 Modell RS 400-2500 LB, 4,5 mm tykkelse.

5.2.3 Flenspar nr. 3.

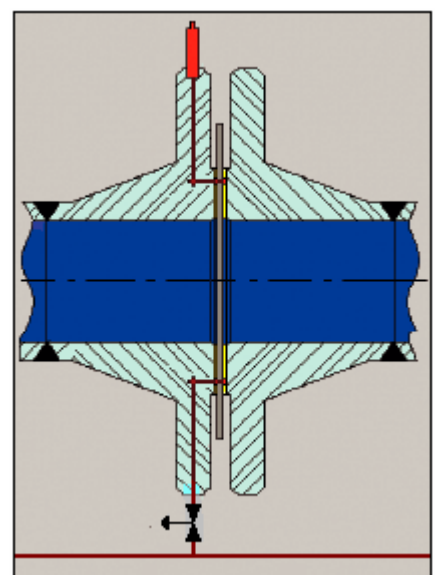
På dette flensparet sitter sensoren på den ene flensen. For å få dette til, er det boret ett hull fra utsiden av den samme flensen og inn til det ene sporet i flatpakningen. Sensoren er plassert i toppen av dette hullet (Figur 5.5). Denne KaMOS® RF-flensen er koblet sammen med en standard RF-flens. Et annet hull er også boret inn til ett av sporene for å simulere lekkasje ved å sende inn trykkluft gjennom dette.



Figur 5.3 Modell FS 150-2500LB, 6,5 mm tykkelse.

5.2.2 Flenspar nr. 2.

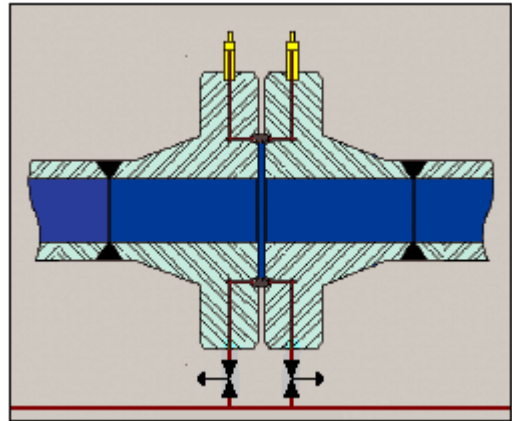
På dette standard RF-flensparet sitter sensoren direkte på flatpakningen (Figur 5.4). På samme måte som for flenspar nr. 1, er det boret et hull fra ene fra utsiden av flensen og inn til det ene sporet.



Figur 5.5 Modell RS 150-2500 LB, 4,5mm tykkelse.

5.2.4 Flenspar nr. 4.

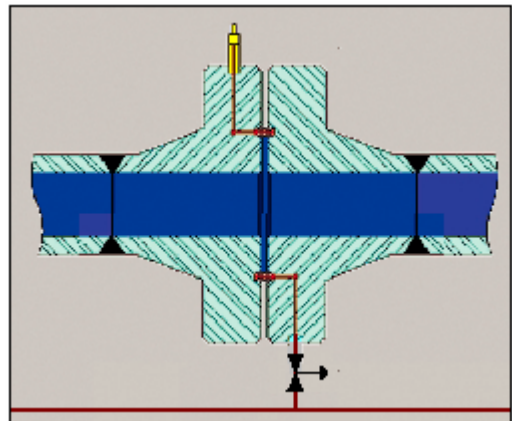
På dette flensparet sitter det en sensor på hver av KaMOS® RTJ-flensene. Dette er gjort ved å bore hull fra utsiden av flensene og inn til øvre og nedre ringrom (Figur 5.6). I tillegg er det et luftinnslipp på hver flens. Dermed får man testet ut trykksetting av både øvre og nedre ringrom, eller trykksetting av begge. Den standard RTJ-ringen som er brukt her, er helt massiv uten noe gjennomgående hull. En evt. trykkoppbygging i øvre ringrom vil dermed ikke utlignes i nedre ringrom.



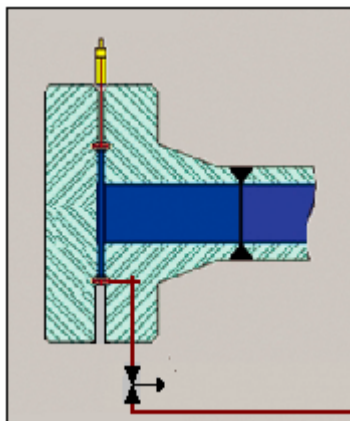
Figur 5.6 Modell R&RX ring, indikatorer på begge flensene.

5.2.5 Flenspar nr. 5.

Her sitter det en sensor på den en KaMOS® RTJ-flens. Denne flensen er sammenkoblet med en standard RTJ-flens. (Figur 5.8). Luftinntaket sitter på standardflensen. I denne flensforbindelsen er det brukt en standard RTJ-ring som man har boret ett tversgående hull gjennom. Dermed blir evt trykk i øvre og nedre ringrom utlignet.



Figur 5.7 Modell R&RX ring, indikator på flens.



Figur 5.8 Modell R&RX ring, indikator på ring.

5.2.6 Flenspar nr. 6.

På dette flensparet sitter sensoren direkte på KaMOS® RTJ-tetningsringen (Figur 5.8). Luftinntaket sitter på en standard RTJ-flens. Denne er sammenkoblet med en standard RTJ-blindflens.

6 Behandling av trykksignaler

6.1 Informasjonsbærende signal

For å fange opp lekkasjer fra tetningsringene og videresende disse til kontrollrommet, finnes det flere alternativer.

6.1.1 Lys

Dersom man bruker lys som informasjonsbærende signal kan dette gjøres på to måter. Lys som informasjonsbærer medfører ingen eksplosjonsfare så lenge avsender er ex-sikker og mottaker ligger i sikkert område.

- Lyssignalet kan gå direkte gjennom luften på samme måten som signaler fra en fjernkontroll. Trykket fra en eventuelt lekkasje i en flens må omformes til lyssignal med forskjellige frekvenser avhengig av hvilken flens signalet kommer fra. Signalet må så tolkes elektrisk etterpå. Denne metoden innebærer en fare for at signalet ikke kommer frem til mottakeren dersom det møter en fysisk hindring (skygging). Fordelen med denne løsningen er at man slipper ledninger.
- Lyssignalet kan også førest gjennom en optisk kabel. Metoden gir litt mer kontroll på at signalet kommer frem til mottaker så lenge kabelen er intakt. Denne metoden krever også at trykket må omformes til lyssignal i "avsenderen". Signalet må så tolkes elektrisk hos "mottakeren". Optiske kabler er dyre.

6.1.2 Lyd

Med denne metoden må trykket omformes til lyd utenfor det hørbare området før det kan sendes til mottaker. Lydsignalet må ha forskjellig frekvens avhengig av hvilken flens signalet kommer fra. Mottakeren må tolke dette signalet og eventuelt gjøre det om til elektrisk signal. Denne løsningen er et ex-sikkert alternativ så lenge sender er ex-sikker og mottaker ligger i et sikkert område. Løsningen krever dessuten ingen ledninger. Man er derimot avhengig av å sende med frekvenser som ikke finnes i naturlig omliggende støy.

6.1.3 Trykk

/3/ Trykk fra hver flens overføres via trykkslanger til et ex-sikkert område der det kan omformes til elektrisk signal. En risiko ved metoden er at man kan få trykktap underveis, slik at mottaker vil oppfatte lavere trykk enn trykket virkelig er i flensen. En ulempe med pneumatiske system er at det oppstår stor tidsforsinkelse mellom sender og mottaker ved lange avstander.

Det kan også oppstå brudd på ledningen, noe som ikke uten videre vil bli oppdaget. I prosessanlegg med store trykk i systemene må man bruke slanger som tåler trykket, for eksempel slanger med stålarmering. Et annet problem er at det kan oppstå kondens i disse slangene. Denne kondensen kan føre til innvendig isdannelse, og

dermed kan man risikere å miste/få feil signaler fra flensene. Metoden gir et helt eksikkert system så lenge slangene er tette.

6.1.4 Elektrisk

Med denne metoden må trykket i flensene omformes til elektriske signaler før det sendes gjennom ledninger til en mottaker. Ved å bruke spenning/strøm som informasjonsbærer øker sikkerheten for at signalet kommer frem. Brudd på ledningen blir lett oppdaget ved at mottakeren får feilverdi ("NONSENS-verdi") på signalet. Metoden er ikke ex-sikker i utgangspunktet, men kan bli det vha. spesialutstyr. Denne løsningen krever komponenter som er relativt lette å få tak i. En del av utstyret er også billigere enn utstyret til de andre metodene.

6.2 Signalbehandling

Man går ut fra at behandlingen av signalene og visningen av dem skjer i et sikkert område(for eksempel kontrollrom). Dette kan gjøres på flere forskjellige måter.

6.2.1 Elektronisk krets

En kontrollkrets kan være oppbygd av blant annet motstander og små IC-er plassert på trykte kopperbaner (kretskort). Løsningen gjør det vanskelig eller umulig å utvide/gjøre endringer i logikken seinere.

6.2.2 DAQ-KORT

Et DAQ-kort er en enhet man kan montere i en PC. Denne leser analoge signaler og gjør dem om til digitale signaler som PC-en kan bearbeide. Løsningen avhenger av å ha en egen PC som står og leser inngangene kontinuerlig. Resultatene kan bearbeides og vises grafisk i et brukergrensesnitt på PC-en. Fordelen med metoden er at man ikke trenger å forandre på de fysiske oppkoblingene etter at utstyret er koblet til DAQ-kortet. Alle endringer i funksjonsmåten til utstyret gjøres inne i et program i PC-en.

6.2.3 PLS

PLS-er finnes i en mange forskjellige størrelser (antall inn- og utganger varierer). Fordelen med PLS er at man ikke trenger å forandre på de fysiske oppkoblingene etter at utstyret er koblet opp mot PLS-en. Ved å forandre på programmet i PLS-en kan man få inn- og utganger til å fungere akkurat slik man vil.

6.3 Brukergrensesnitt

6.3.1 Lystavle

Man kan lage en lystavle med kart over prosessen/anlegget og montere på for eksempel lysdioder. På denne måten kan man ved å se på hvilke lysdioder som lyser, raskt se hvilken flensforbindelse som lekker. En ulempe med lystavle er at man har

små muligheter for å endre på "grafikken", og at logging av alarmer må gjøres manuelt.

6.3.2 PC

Ved hjelp av grafikk kan man lage flotte brukerpanel på PC. Ved å overvåke prosessen på PC kan man knytte det nye overvåkningssystemet opp mot eventuelt andre eksisterende overvåkningssystem i bedriften. Man har også gode muligheter for automatisk logging av alarmer.

6.3.3 Touchskjerm

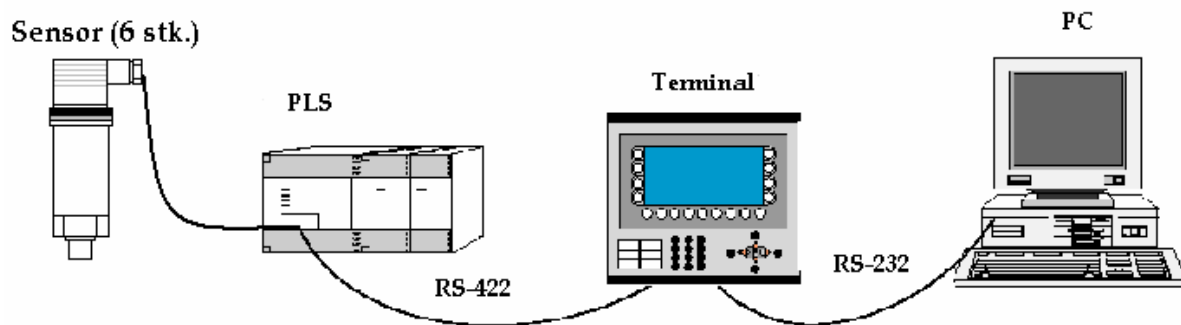
En touchskjerm er enklere å betjene enn en PC siden man ikke er avhengig av datamus og tastatur. Den passer dermed bedre i litt "røffere" miljøer enn PC. En touchskjerm kan kobles direkte opp mot en PLS.

7 Valg av utstyr

Det ble valgt å benytte strøm som informasjonsbærende signal, og dermed falt valget på en elektrisk trykksensor. Bearbeidingen av signalet ble gjort i en microPLS, og brukergrensesnittet ble utviklet på en touchskjerm. Brukergrensesnittet og PLS-programmet ble programmert på PC. (Figur 7.1)

Dette gir en fleksibel løsning da man ikke trenger å koble om det fysiske oppsettet dersom man vil gjøre endringer i systemet. Av alternativene som er nevnt tidligere, er denne løsningen en av de billigste. Brukergrensesnittet på touchskjermen utmerker seg positivt i forhold til de andre alternativene.

Det nødvendige utstyret som løsningen krever er dessuten lett å skaffe. Kompetanse innenfor fagområdene er rimelig lett tilgjengelig.



Figur 7.1 Vår oppkobling.

PC-en er kun et hjelpemiddel for programmeringen, og kan etter endt programmering kobles bort.

7.1 Trykkløler

Det finnes sensorer for ulike måleområder, miljøer, og i ulike utførelser, men det er viktig at man bruker riktig sensor med hensyn på hvor stort trykk man antar å bruke. Dermed er man sikker på å få nøyaktige utgangsverdier fra sensoren.

Testbenken har 7 uttak for å måle lekkasje. Disse ble påmontert 6 elektriske sensorer og en manuell mekanisk indikator.

Trykkløleren kobles til en flens, slik at dersom det forekommer lekkasje vil det oppstå et trykk i ringrommet, og via hullene i ringen vil trykket bli registrert av trykkløleren.

Siden selve indikator delen er like stor på alle ringene letter dette arbeidet med monteringen av de elektriske trykksensorene. For å tilpasse sensorene til uttakene på testbenken, ble det laget et mellomstykke.

7.1.1 Trykkløler modell MBS 3050 /4/

Det ble anbefalt å bruke Danfoss MBS 3050-2411-1FB04 (spesialutførelse), da det var god erfaring med disse. Disse trykklølerne hadde dessuten kort bestillingstid. MBS 3050 (Figur 7.2), var den modellen som passet best til bruk i testbenken. Dette er en kompakt, robust trykktransmitter for industri- og hydraulikkanlegg. Den har et utgangssignal på 4-20mA, noe som passet sammen med PLS-en som ble valgt. Modellen har en reaksjonstid på maksimalt 4ms og en vekt på bare 200gram.

I vårt tilfelle vil sensoren måle verdier fra 0-25 bar, da dette er arbeidsområdet. I testbenken er arbeidstrykket på 0-7 bar, slik at dette går innenfor arbeidsområdet til sensoren, og sensorene vil dermed vise riktige måleverdier.

Overtrykkstoleransen er derimot på 250 bar, slik at dersom trykket overstiger dette vil sensorene bli ødelagte.

Dersom testbenken eventuelt skal trykksettes/testes med sensorene på, vil trykket komme opp i ca 200 bar, som er under overtrykkstoleransen til sensorene, og dette går dermed fint. (Sensorene kan overlastes opp til 10 x måleområde.)

Trykklølerne gir nøyaktigheter med feilmargen på 0.5 % av måleområdet. Levetiden på sensorene er 10 millioner trykksykluser. Sensorene er kapslet, og de mediumberørte delene består av syrebestandig rustfritt stål.

Når signalet mottas i føleren, vil den virke som en omformer, slik at signalet [bar] som kommer inn, vil bli gjort om til strøm [mA] i området 4-20 mA.



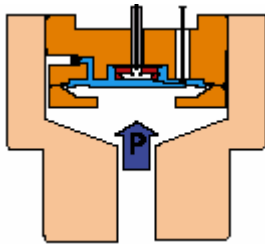
Figur 7.2 Trykkløler.

For å forhindre at det oppstår ødeleggende kavitasjon på trykktransmitterens membran, er alle trykktransmitterne utstyrt med en såkalt dempedyse.

Det er en innebygd pulsdemper som i prinsippet er konstruert som en dyse, montert i passasjen mellom det målte medium og transmitterens trykkfølsomme (Figur 7.3) element. Denne dysen har en diameter på 0,3 mm, og innsnevrer gjennomløpet i transmitterens trykktilslutning. På denne måten forårsaker ikke de ødeleggende luftblærene kavitasjonsskader på målemembranen.

Sensoren skal være motstandsdyktig overfor trykkspiker og væskeslag pga. dempedysen. Danfoss-løsningen (piezo-resistiv måleteknologi med monolittisk silisiumchip som målesensor) gjør også sensorene ekstremt motstandsdyktige overfor overtrykk.

Faren for tetting av dyseåpningen er minimal, men kan forekomme ved forurensete medier. Dersom trykkføleren monteres vertikalt er risikoen for at dette skjer liten.



Figur 7.3 Tverrsnitt av trykkføler.

(Driftstemperaturen oppgis til 0- 80°C , kompensert fra -40 til 85°C.)

Trykkføleren er lineær, dvs. at trykket inn stiger proporsjonalt med strømmen ut. Dette gjør det da lettere for oss å foreta beregninger

Sensorene er følsomme ovenfor trykk, og dette er noe som kanskje må tas i betraktning når det blir lagt inn disse alarmgrensene i PLS- programmet.

Utgangssignalet vil så gå direkte inn i PLS-en, hvor signalene behandles, og gir en kommando på utgangssiden av PLS-en.

7.2 PLS

7.2.1 Generelt

/5/ PLS-en ("Programmerbar logisk styring") erstattet opprinnelig styringer basert på elektromagnetiske releer for produksjonsoperasjoner. Fordelene med PLS i forhold til tradisjonell reléstyring er mange. Hovedargumentene for bruk av PLS er at installasjonskostnadene og oppgraderingskostnadene blir mindre. Konstruksjons- og programendringer er også enklere i et PLS-system.

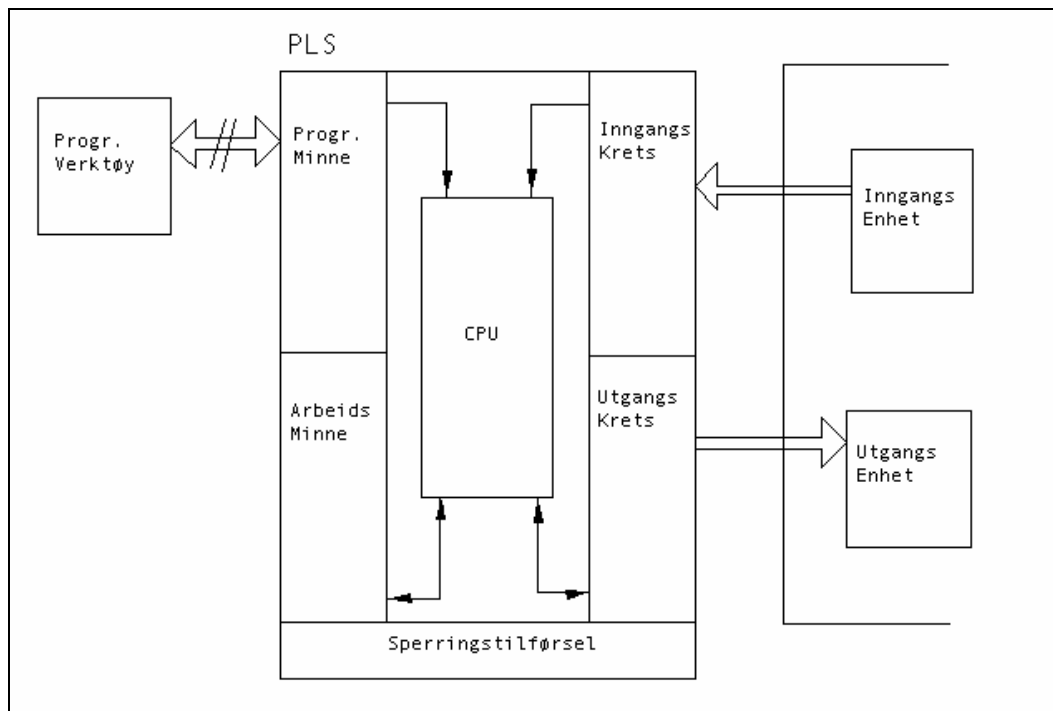
PLS-er er fleksible styringsverktøy, og brukes ofte i automatiseringssystemer. PLS-er er spesielle datamaskiner konstruert for logiske operasjoner. Størrelsen og kompleksiteten kan variere mye. Fra ekstremt kraftige med flere tusen inn- og utganger, og med mange funksjoner, til veldig små med kun grunnleggende funksjoner, og få inn- og utganger.)

En PLS arbeider etter prinsippet om at en bestemt kombinasjon av signaler påtrykt inngangene, gir utgangssignal(er) bestemt av logikken i programmet. I motsetning til maskinvarestyringer hvor de logiske styringene ligger fast, for eksempel i et kort, kan man i en PLS lagre de logiske instruksjonene i programminnet. Dette medfører at kun endringer av brukerprogrammet er nødvendig ved ombygging.

Man kan programmere PLS-en vha. enkle logiske instruksjoner og i tillegg ta i bruk interne funksjoner som tellere, "timere" (tidforsinkelse), skiftregistre og PID-regulatorer.

PLS-en er et mikroprosessorbasert system og deles inn i følgende felt (Figur 7.4) :

- Sentralenhet eller "Central Processing Unit" (CPU)
- Minne (programminne og arbeids- /data- minne)
- Innganger/Utganger (I/O)



Figur 7.4 Virkemåte til PLS.

Virkemåten kan kort sammenfattes slik:

Programmet lages vha. et programmeringsverktøy og konverteres (kompileres) til instruksjonskoder i form av binære verdier slik at de kan lagres i programminnet.

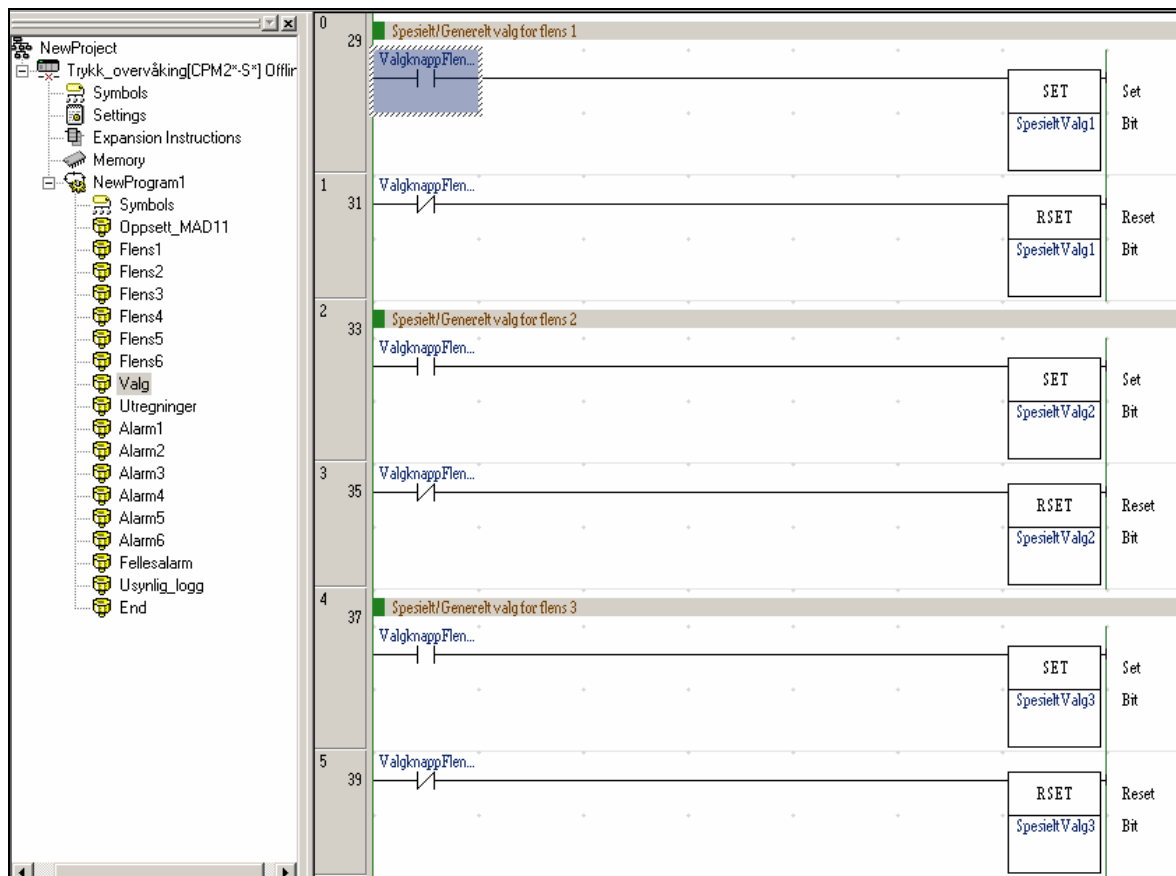
Programmeringen kan gjøres ved å bruke en programmeringsenhet (for eksempel PC) direkte tilkoblet PLS-en. Programmet kan enten lagres i RAM-minnet eller lastes inn i et EPROM-minne som er et slettbart leselager.

Trinn for trinn lastes programmet fra minnet inn i CPU-en. Inngangssignalene, som plasseres i dataminnet og som har bestemte adresser, blir sammenlignet med formelen i programmet, og CPU-en avgjør da om en kommando skal gis til utgangskretsen. Lesingen foregår sekvensielt, og syklustid (scan-tid) er den tiden det tar å lese gjennom alle instruksjonene i programmet en gang.

Det finnes to måter å prosessere I/O-ene i en PLS på:

1) Kontinuerlig oppdatering

Kontinuerlig oppdatering foregår ved at inngangskanalene skannes av prosessoren etter hvert som de dukker opp i programinstruksjonene. Programmet i PLS-en blir kjørt gjennom fra topp til bunn kontinuerlig så lenge strømmen er på. Linje for linje blir lest. En PLS blir programmert vha. stigediagram (Figur 7.5). Dersom den logiske operasjonen tilsier at en utgang skal settes, gjøres dette umiddelbart, og utgangen låses til neste oppfriskning.



Figur 7.5 Eksempel på programmeringsspråk (Stigediagram).

2) I/O-kopiering ("Process image")

I/O-kopiering legger alle inngangene inn i et RAM område før brukerprogrammet begynner. Når programmet utføres, leses et bilde av inngangstilstandene. Utgangssignalene lagres i RAM-området, og på slutten av syklusen overføres signalene til utgangskanalene som holder på verdien til neste syklus. Reaksjonstiden fra lest inngang til satt utgang avhenger altså av antall instruksjoner i programmet, og kan maksimalt være lik syklustiden.

Kommunikasjonsegenskaper for PLS:

De fleste PLS-er, samt Omron, kan integreres med hverandre og kan kommunisere over en rekke forskjellige nettverkstyper slik som Ethernet/IP, ControlNet, deviceNet, Profibus DP, Modbus, RIO og flere. Derved kan alle relevante data i programmet, i vårt tilfelle lekkasjeindikasjon, vises direkte på dataskjermen til eventuelt eksisterende system i kontrollrom (sentraldriftsannlegg).

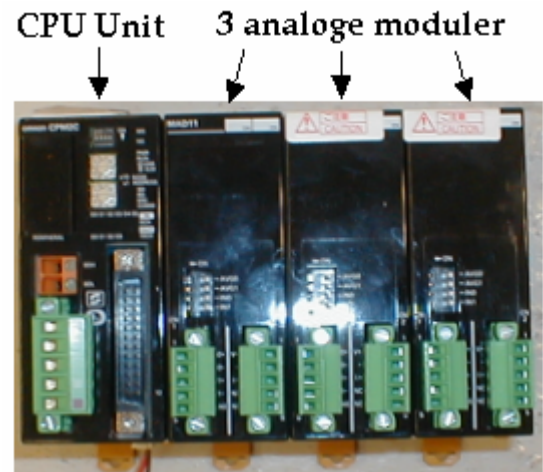
7.2.2 Omron PLS, modell CPM2C /10/

Omron C-serien er en komplett serie av PLS-er, med avanserte instruksjoner og mange spesialmoduler som dekker en rekke funksjoner. Spesialmodulene dekker alt fra prosesskontroll til avanserte aksemotorer til styring av servomotorer.

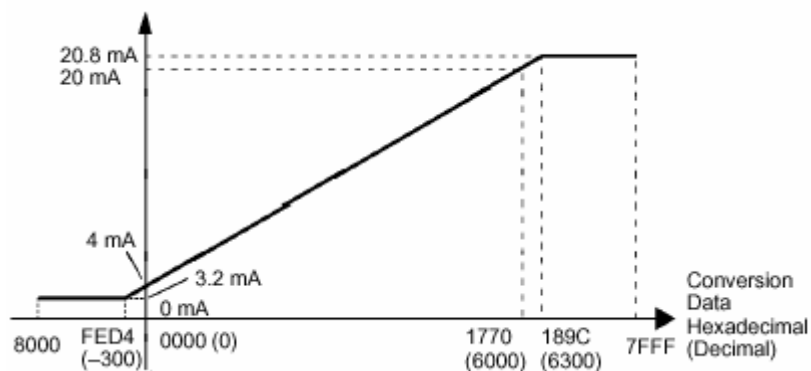
Det ble valgt å bruke Omron PLS, modell CPM2C (Figur 7.6) siden denne passet bra til mindre systemer som testbenken. PLS-en er forholdsvis ny på markedet og har de fleste nyutviklede funksjoner. CPM2C er en av Omrons aller minste PLS-modeller, og egner seg godt i applikasjoner hvor liten størrelse er en viktig faktor. I/O prosesseringen i PLS-en som ble brukt, har en kontinuerlig oppdatering.

Denne PLS-en kan utvides med opp til 5 utvidelsesenheter, og med analoge inn- og utganger. For systemet som ble laget ble det brukt 3 analoge inn- og utgangs moduler. Hver modul inneholder 2 innganger og 1 utgang. De 6 trykksensorene ble koblet til hver sin analoge inngang.

Den analoge I/O-enheten omgjør analoge inngangssignaler til digitale verdier. De digitale verdiene avhenger av størrelsen på inngangssignalet (Figur 7.7).



Figur 7.6 Omron PLS CP2MC.



Figur 7.7 Sammenheng mellom konverterte verdier i PLS-en og strøm.

Området som ble brukt for testebenken var 4 til 20 mA. Det totale måleområdet til I/O-enheten er 3.2 til 20.8 mA.

/7/,/8/Den overgående funksjonen (Figur 7.7) kan bli tilgjengelig i PLS-en ved innstilling av "DIP-Switchene" (små brytere). Funksjonen lagrer gjennomsnittet (et varierende gjennomsnitt) av de åtte siste inngangsverdiene som den konverterte verdien. Dermed glatter funksjonen ut inngangssignalet hvis det varierer hurtig. Dersom inngangssignalet er under 3,2mA eller over 20,8mA blir det konvertert til en "Nonsens-verdi" i PLS-en.

7.2.3 CX-programmer

/11/Programmet som ble brukt for å programmere PLS-en var "CX Programmer V21". Dette er den nyeste versjonen på markedet for programmering av Omron PLS-er. Denne versjonen er forbedret på flere områder; en får bedre og mer fleksible utskrifter av programmet, ny funksjon kalt "Find-and-replace funksjonen", sjekk av dobbelt bruk på samme adresse i symbollisten og visning av doble flyttall.

7.3 Touchskjerm

En touchskjerm er en skjerm (terminal) som reagerer på berøring. I stedet for bruk av mus eller tastatur kan man trykke direkte på skjermen for å få kontakt med systemet.

7.3.1 Touchskjerm type E-910

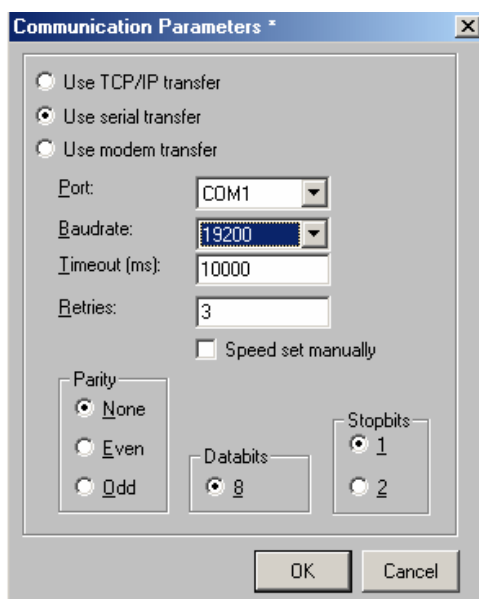
Touchskjermen som ble valgt var en E-910, som er den nyeste operatørterminal fra Beijer Electronics (Figur 7.9). E-serien består av 12 ulike terminaler, hvor E-910 har en oppløsning på 640*480 piksler. Operatørterminaler i E-serien krever ikke støtte fra tilkoblet automatiseringsutstyr, og belaster heller ikke tilkoblet utstyr.

/6/E-serien kan kobles til de fleste fabrikater av automatiseringsutstyr, og gir støtte for mange ulike fabrikater (f. eks. Mitsubishi Electric, Siemens, ABB Sattcon, Allen-Bradley, Delta Tau, Omron, Modicon, Toshiba, GE Fanuc + ca 50 andre). Det er tillatt å koble flere terminaler til samme PLS-system eller automatiseringsutstyr, noe som kan være nyttig ved flere produksjonslinjer fra en arbeidsstasjon.

Touchskjermen må kobles til en PC, slik at en kan laste ned brukerprogrammet som man lager ved hjelp av et utviklingsverktøy kalt E-designer. For å kunne kommunisere med skjermen via PC-en, må man installere drivere til touchskjermen. Touchskjermen må ha strømtilførsel på 230V AC.



Figur 7.8 E-910.



Figur 7.9 Kommunikasjons oppsett.

Når skjermen er klar til bruk, og er tilkoblet til PC-en, er det klart for å konfigurere den via E-designer. Man må da konfigurere for kommunikasjon og hastighet, som er de samme konfigurasjonene som for PLS-en. Overføringshastigheten (baudrate) er på 19200,* 8 og stoppbit er 1 (Figur 7.9).

Dermed er skjermen klar for bruk, og man kan begynne å programmere på PC ved hjelp av E-designer, for så å laste ned programmet til touchskjermen via kabel.

7.3.2 Formatering og kalibrering

Formatering av skjermen er mulig, men anbefales ikke foruten at man kjenner godt til hvordan det skal gjøres. Innholdet i skjermen vil da bli slettet, og man må installere drivere og kalibrere skjermen på ny.

For at touchskjermen skal vite hvilke punkter som berøres på skjermen må den kalibreres. Dette gjøres ved at flere kryss kommer opp på skjermen fortløpende, som skal trykkes på. Dersom man da trykker på feil område, vil dette føre til at skjermen kalibreres feil, og touchskjermen vil ikke virke som den skal. Vanligvis er touchskjermen allerede kalibrert ved leveranse fra fabrikken.

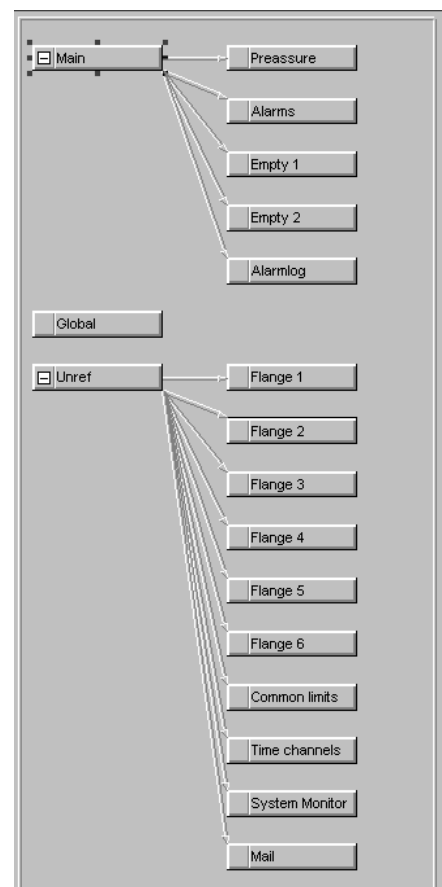
7.3.3 E-designer

E-designer er et PC program som man bruker for å lage et skjermbilde for overvåking på touchskjermen. Programmeringsverktøyet har høy kvalitet, og er meget brukervennlig. Det er en software for alle terminaler (med mulighet for mange drivere). Man bruker altså PC-en til å programmere med, og laster så programmet ned til touch skjermen, hvor brukerprogrammet skal anvendes.

Ved hjelp av denne programvaren kan man lage skjermbilder for å styre og/eller overvåke prosessen på en enkel og brukervennlig måte.

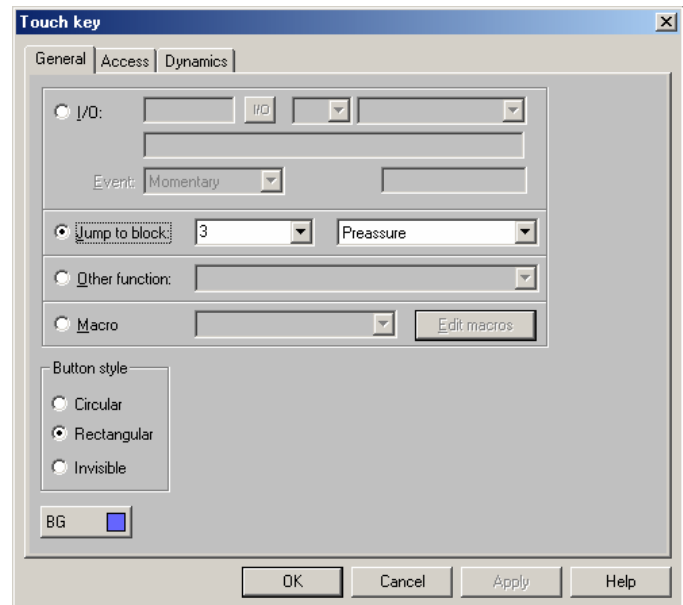
Sidene i E-designer tilsvarer blokker, der hver enkelt blokk automatisk kobles som en trestruktur på menysiden (Figur 7.10). På denne måten får man en oversikt over hvordan alle blokkene er linket sammen med hverandre, med utgangspunkt i hovedsiden.

E-designer er for det meste bygd opp av objekter som indikatorer og touchknapper. Objektene egenskaper kan styres fra signaler i PLS-programmet. For at disse skal virke overens med PLS-programmet, må disse konfigureres. Et objekt i touchskjermen har en adresse, denne må være identisk med adressen i PLS-programmet for at objektet skal kunne styres eller bli styrt av dette.



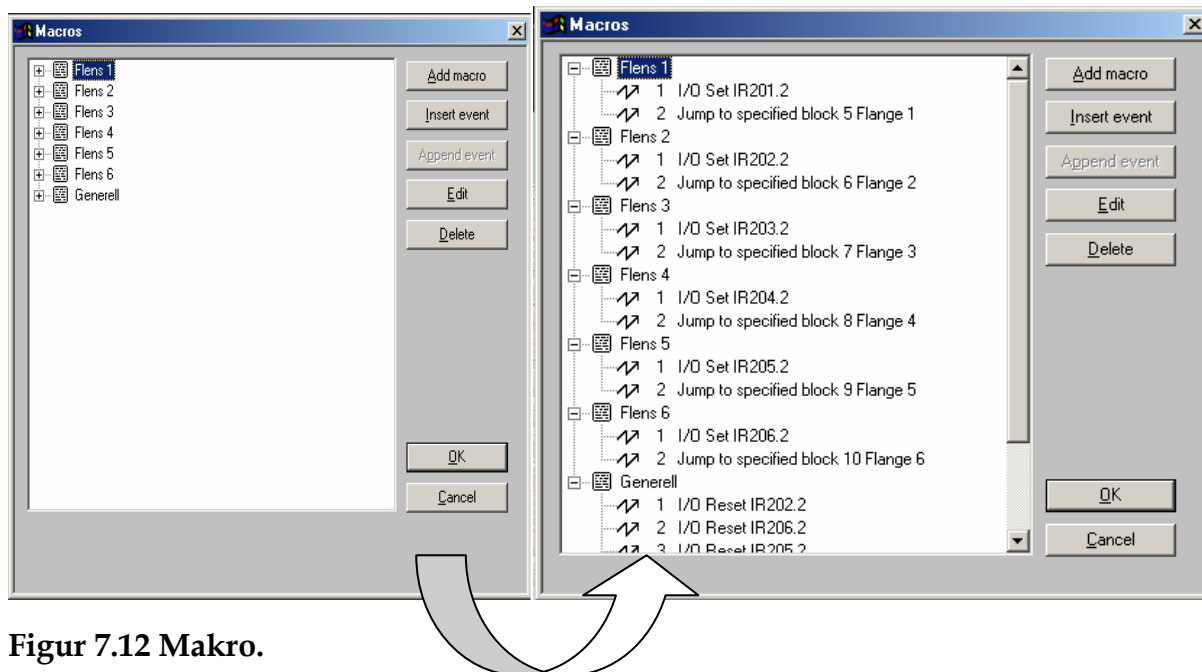
Figur 7.10 Menystruktur.

Touchknappene har ulike funksjoner man kan velge mellom, avhengig av hvordan man ønsker at disse knappene skal virke. Dersom man ønsker at knappen skal lede til en annen blokk (side) bruker man funksjonen "jump to block". Da må man velge hvilken blokk denne knappen skal lede til når man trykker på den (Figur 7.11).



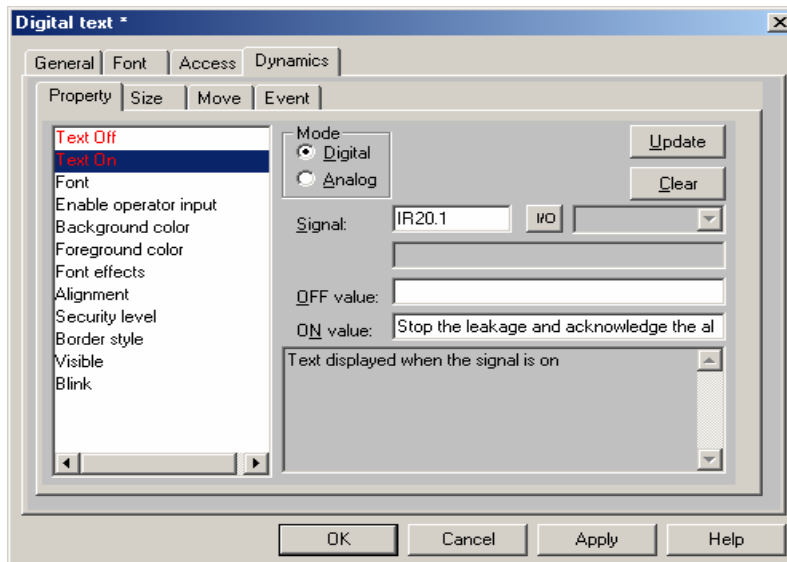
Figur 7.11 Funksjonsvalg for touch key.

Dersom man vil at knappen skal ha flere funksjoner kan man legge inn makro (Figur 7.12). Knappene kan også brukes til mer avanserte funksjoner, som å styre ulike prosesser i PLS-programmet. For å få til dette må man skrive inn adressen til det signalet man vil styre. Man må også definere om berøringen på knappen skal settes, resettes eller om den skal være satt bare når den holdes inne (Momentary). Man har også muligheten til å velge "toggle", det vil si at knappen blir satt (slår på) når den trykkes på og blir resatt (slår av) når den trykkes på igjen.



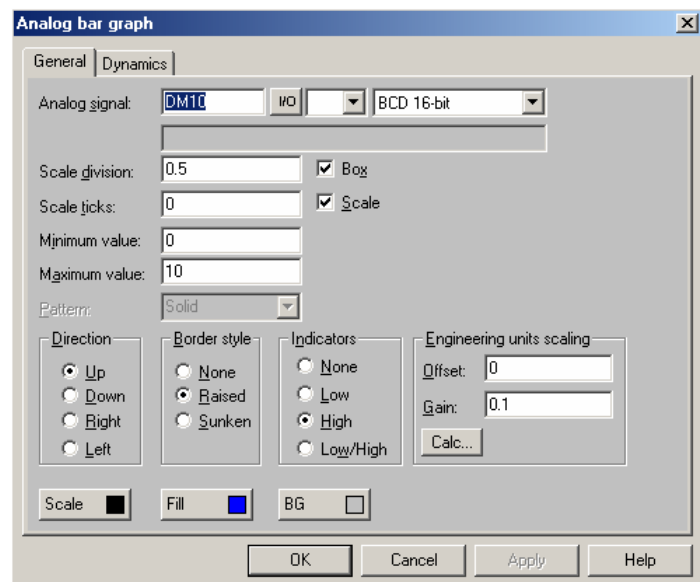
Figur 7.12 Makro.

I tillegg til dette kan man også animere samtlige objekter, hvilket innebærer at de under drift kan beveges, endre størrelse, blinke, vises og skjules. Det er også mulig å få objektene til å skifte farge ved ulike tidspunkt og å legge inn digitale tekster (Figur 7.13).



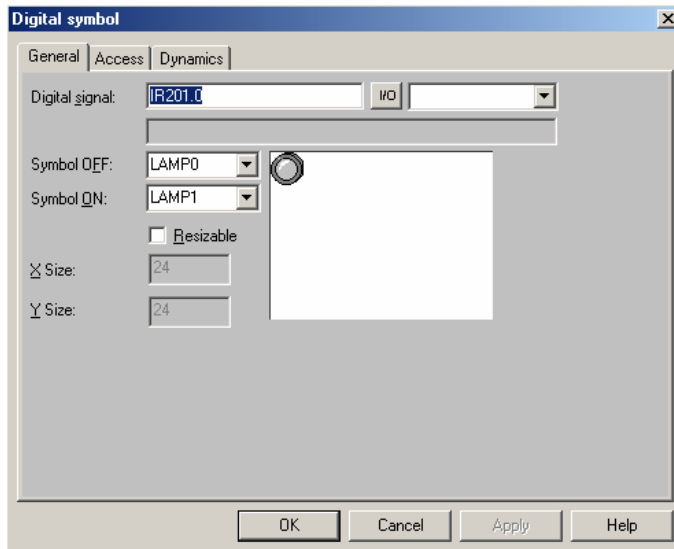
Figur 7.13 Digital tekst.

Indikatorene må på samme måte som touch knappene også konfigureres. Men her er det bare mulig å legge inn signaler som en ønsker en indikasjon på. Man kan altså legge inn indikatorer som grafer, barometre, termometre og liknende (Figur 7.14). Dette vil da automatisk animeres etter hvert som programmet kjøres, da adressen refererer til den aktuelle adressen i PLS-programmet. Man kan også legge inn lysdioder som indikerer statusendring, alarmtekst som indikerer alarm, og flere andre animasjoner. (Figur 7.15)

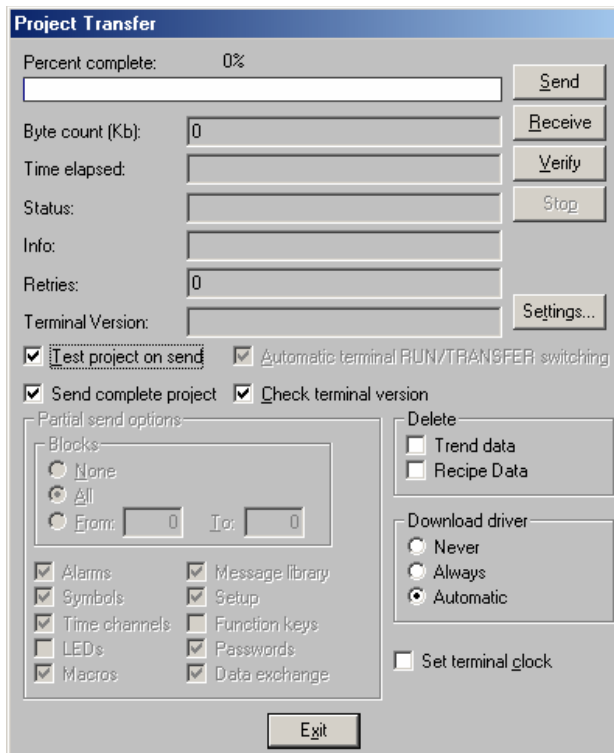


Figur 7.14 Konfigurasjon av barometer.

Det finnes et bibliotek i E-designer hvor man finner et lite utvalg av enkle symboler og tegninger. Dette har et veldig begrenset innhold, men man kan tegne og lime inn figurer og symboler selv.



Figur 7.15 Konfigurasjon av lysdiode.



Figur 7.16 Prosjektoverføring.

Etter hvert som man programmerer i E-designer, kan man laste ned prosjektet til terminalen, slik at man får operatørprogrammet inn på touchskjermen. Man kan da velge om man ønsker å laste ned hele prosjektet, enkle sider, eller deler av prosjektet (Figur 7.16).

Det er også mulig å programmere PLS-en fra PC via touchskjermen uten at skjermen må kobles fra.

8 Resultat

8.1 Kontrollskapet

Fra hver av de elektriske sensorene som monteres på flenspakningene, går det ledninger inn til PLS-en i kontrollskapet (Figur 8.2). PLS-en kobles videre til touchskjermen som sitter i døren på skapet. Kontrollskapet er 30×50×50 cm og er montert på et stativ som ble designet. Stativet består av en firkantramme som man setter skapet oppi. Firkantrammen er sveist til fire teleskopbein (Figur 8.1) som gjør at høyden kan justeres, og at skapet kan "krympes" litt under transport. Nederst er beina sveist til en litt større firkantramme for å sikre stabilitet. Denne firkantrammen står på 4 hjul.



Figur 8.2 Teleskopbein.



Figur 8.1 Kontrollskap.

8.2 PLS-programmet

I PLS-programmet blir de analoge I/O modulene definert til å ha et måleområde på 4-20mA.

Signalene fra trykksensorene blir lest inn i PLS-en kontinuerlig, og der blir de omgjort til digitale heksadesimale verdier. I programmet vårt gjør vi de så om til BCD-verdier, og deretter blir de skalert for at de skal bli forståelige.

Trykksignalene blir sammenlignet med alarmgrensene. Dersom noen av trykksignalene er over disse grensene blir en alarm aktivert. Man kan variere alarmgrensene som man vil. Innlesingen av disse grensene til PLS-en skjer ved hjelp av touchskjermen. Programmet har to forskjellige alarmnivå, som aktiverer to ulike alarmer; "stor alarm" og "liten alarm".

PLS-programmet bestemmer om brukeren får tilgang til alarmloggen. En må først få trykket under en "nedre" grense før en får adgang til alarmloggen for å kvittere alarmen som har vært aktiv.

Programmet er laget slik at man kan velge en felles alarmgrense for alle flensene (kalt generell alarmgrense i PLS-programmet), eller egne alarmgrenser med ulike grenseverdier for hver av de 6 flensene (kalt spesiell alarmgrense i PLS-programmet).

Programmet styrer de aller fleste indikatorer, digitale tekster og animerte objekter i E-designer.

En mer detaljert forklaring av PLS-programmet er lagt ved som vedlegg 4.

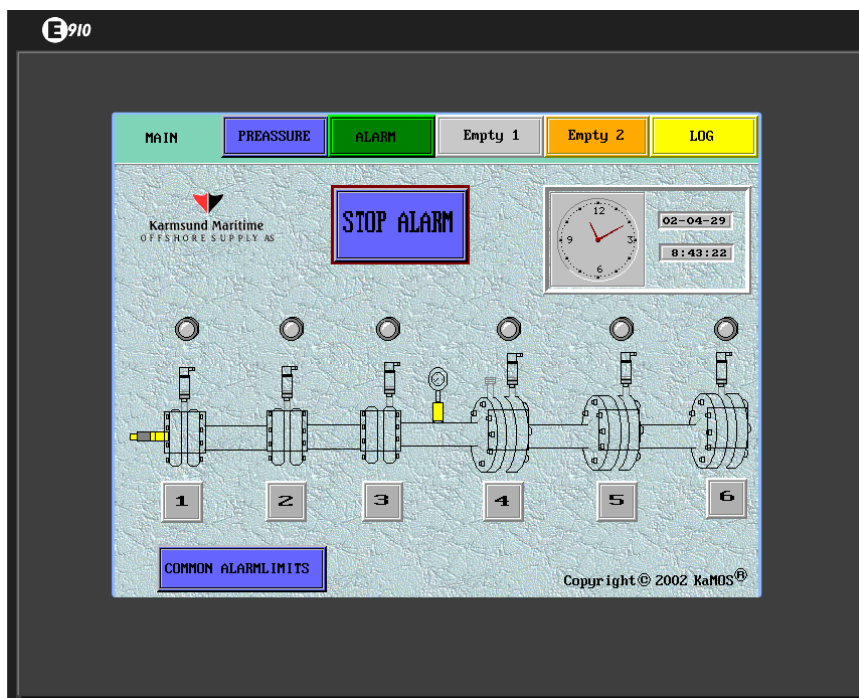
8.3 Brukergrensesnittet på touch skjerm

Brukergrensesnittet på touchskjermen består av mange sider med ulike valgmuligheter og funksjoner.

Det ble lagt inn skilleark bestående av touchknapper, som leder til ulike sider i programmet. Hensikten med skilleark var å få et mer oversiktlig brukergrensesnitt.

Hovedsiden inneholder knapper som leder til ulike sider for hver enkelt flens i testbenken. Disse sidene har barometre som illustrerer trykket (bar) i alle sensorene, og som øker og minker i takt med trykket. Den nøyaktige trykkverdien vises digitalt ved siden av barometeret.

Ved hjelp av "stop alarm" knappen kan man slå av (resette) alarmlyden. Touchknappen har en adresse som inngår i PLS-programmet, og dermed vil PLS-programmet slå av lyden når man trykker på denne virtuelle knappen.



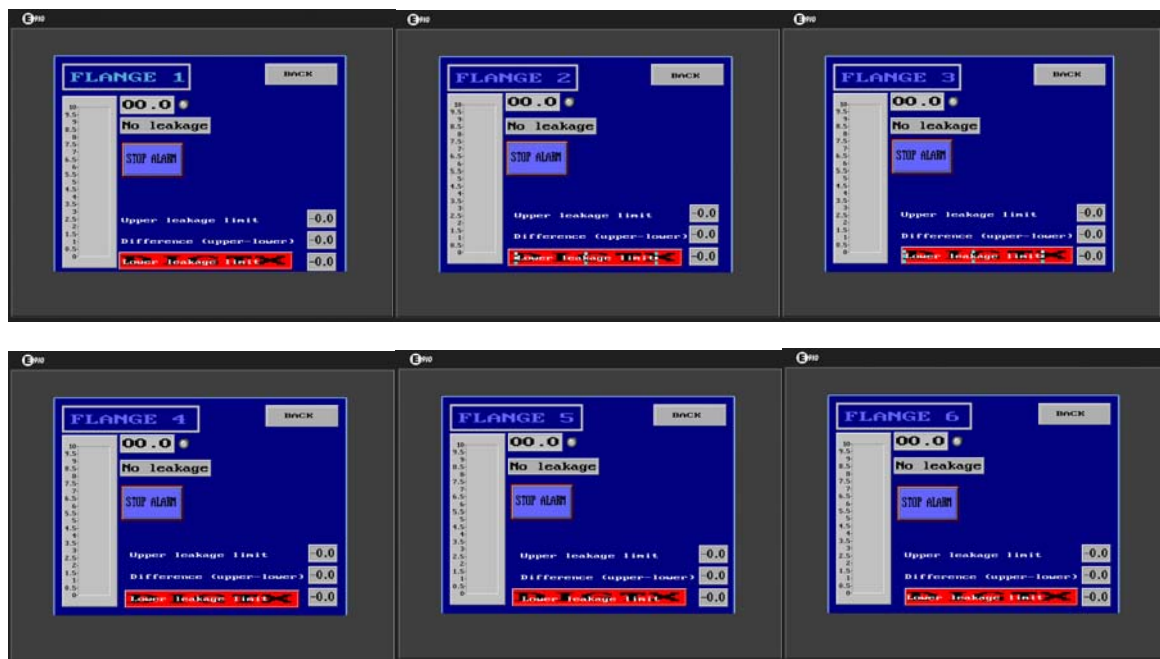
Figur 8.3 Hovedside.

8.3.1 Generelle/spesielle alarmgrenser

For at programmet skulle bli mest mulig brukervennlig ble det bestemt at brukeren skulle få mulighet til å legge inn alarmgrensene selv, uten å måtte gå inn i PLS-programmet. For å få til dette ble det brukt en funksjon som heter "digital number display", som ble lagt inn i E-designer programmet. Denne minner om en "kalkulator" som popper opp, der brukeren kan taste inn ønsket tallverdi.

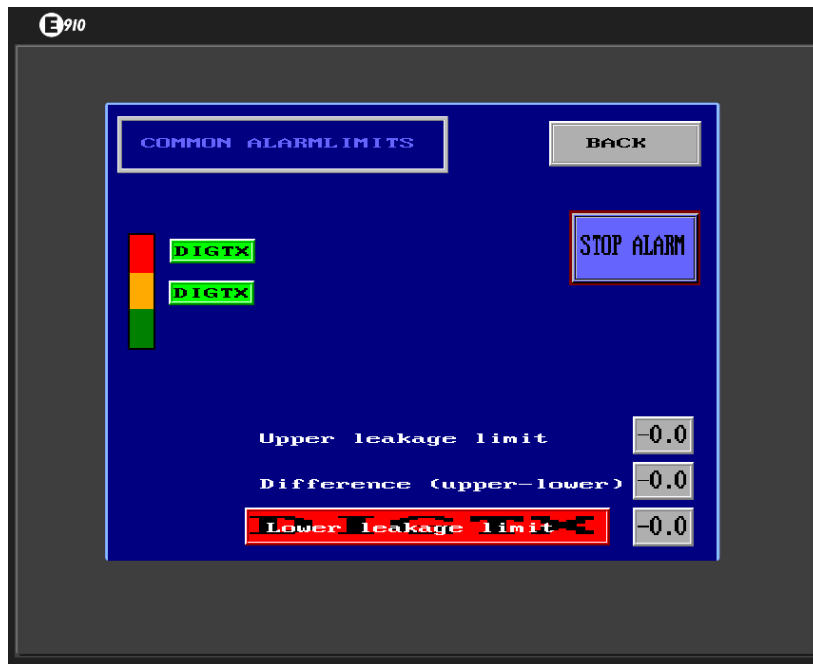
I PLS-programmet blir det indirekte lagt inn en nedre alarmgrense, som oppdateres kontinuerlig dersom forandringer blir gjort. Nedre alarmgrense blir lagt inn ved å la brukeren taste inn øvre grense og differanse. PLS-programmet regner deretter ut nedre alarmgrense selv. På denne måten sikrer man at brukeren ikke kan legge inn en nedre alarmgrense som er større enn den øvre. Nedre alarmgrense vises visuelt på skjermen slik at brukeren ser hva den er. Dersom brukeren taster inn en differanse slik at nedre alarmgrense blir 0 eller mindre, vil det dukke opp en digital tekst med feilmelding.

Brukeren har mulighet til å velge alarmgrensene som spesielle verdier for hver av de seks sensorene, eller velge en felles alarmgrense for alle. På hovedsiden ble det lagt inn en tegning (fra Paint) av flensene, med seks touchknapper som leder til en side for hver flens (Figur 8.3). På disse 6 sidene kan brukeren konfigurere spesielle øvre og nedre grenser, som gjelder kun for den enkelte sensor (Figur 8.4).



Figur 8.4 Innleggingspanel for spesielle alarmgrenser.

For å spare brukeren for tid, ble det også lagt inn en touchknapp på samme hovedside som leder til side med felles alarmgrenser for alle de seks sensorene. Dvs. at brukeren kan gå inn på denne siden og velge en øvre og nedre alarmgrense, som er gjelder for alle sensorene (Figur 8.5) Dermed slipper brukeren å gå inn på hver av de seks sidene for å forandre på alarmgrensene.

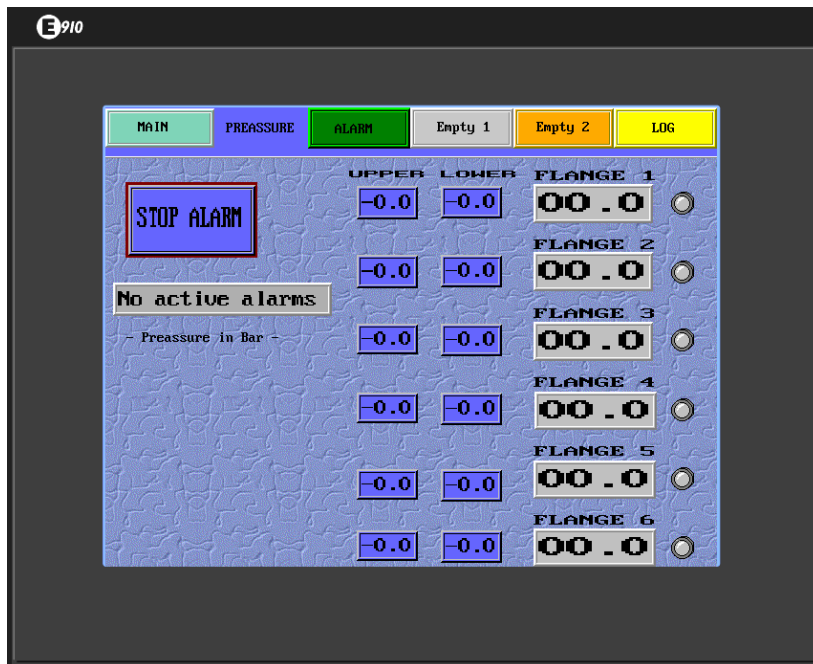


Figur 8.5 Innleggingspanel for felles alarmgrenser.

Når man går inn på siden med felles alarmgrenser for sensorene, vil det føre til at disse verdiene blir satt, og de spesielle verdiene for hver enkelt sensor blir dermed ugyldige. Motsatt er det for de spesielle verdiene man forandrer på. Disse verdiene blir gyldige, og de felles alarmgrensene blir ugyldige for nettopp de sensor verdiene som forandres. **OBS: Et trykk på knappene er nok for å aktivere alarmgrensene som ligger på siden som knappene leder til.**

Dersom man eksempelvis ønsker å ha felles alarmgrenser for alle seks sensorer bortsett fra sensor 1 og sensor 6, kan man gå inn på touchknappen for fellesalarm og definere øvre og nedre alarmgrense. Deretter kan man gå inn på touchknappen til sensor 1 og så sensor 6 for å definere disse spesielle verdiene. Man må være obs på at dersom man går inn på fellesverdi knappen etter man har gjort dette, så vil ikke lenger de konfigurerte verdiene for sensor 1 og sensor 6 være gyldige. Dette illustreres ved at touchknappene forandrer farge, hvor mørk blå betyr at de er gyldige, og lys blå betyr at fellesverdien gjelder. Dvs. at dersom det er de spesielle verdiene for sensor 1 og sensor 6 som gjelder, vil touchknappene til disse være mørkeblå, mens resten av knappene er lyseblå, da disse har generelle verdier.

For å gjøre det enkelt for brukeren å se hvilke alarmgrenser som faktisk gjelder for hver sensor, blir de gyldige alarmgrensene (øvre og nedre grense) for alle flensene vist på "Pressure-siden" (Figur 8.6).

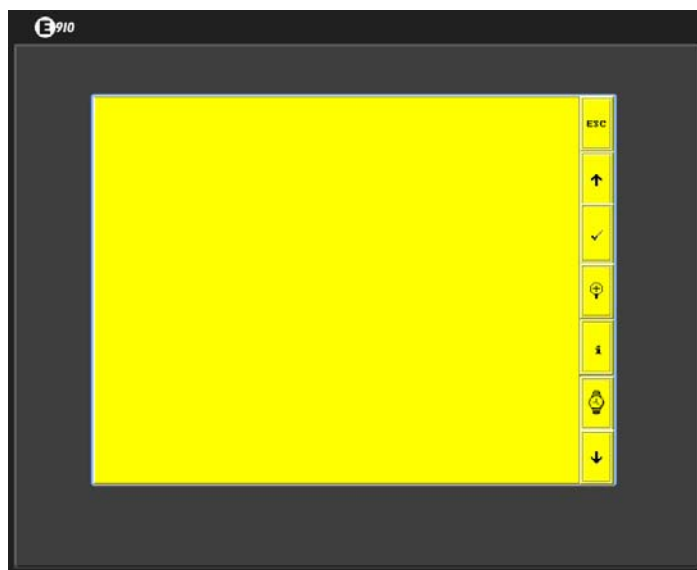


Figur 8.6 Trykkside.

8.3.2 Alarmlogg

Det var ønskelig å lage en alarmlogg, slik at alle alarmer kunne bli registrert etter hvert som de ble aktive.

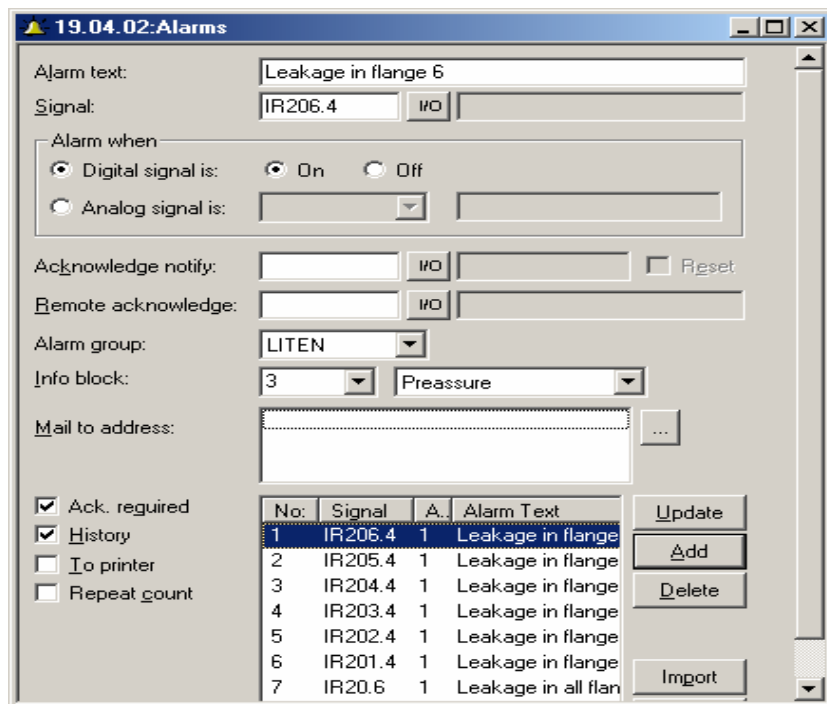
Alarmloggen ligger som en standard side i E-designer, noe som sparer programmereren for arbeid (Figur 8.7). Denne loggen har et ferdig oppsett, med touchknapper for zooming, kvittering, piler for å bla i loggen og klokke. Alarmhendelsene blir lagret i terminalens minne, sammen med dato og klokkeslett.



Figur 8.7 Alarmlogg.

Det ble definert ulike alarmer, for å få opp alarmtekster med forklaring over hvilken flens som lekker i loggen (Figur 8.8). Farge på tekst og bakgrunn indikerer status for alarmene.

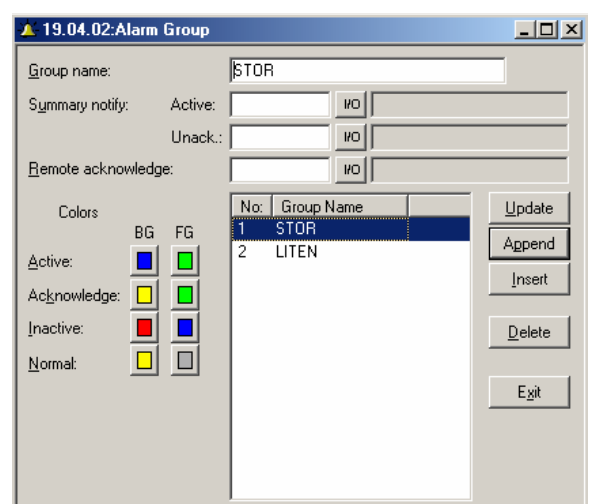
En rød alarmklokke blinker på skjermen og indikerer lekkasje dersom en alarm har gått. Denne vil forsvinne når alarmteksten er kvittert.



Figur 8.8 Definisjon av alarmer.

Det ble også valgt hvilken fargesammensetning det skulle være på alarmteksten, da det var fire ulike alarmstater (Figur 8.9) Alarmteksten får ulik farge alt etter om den er resatt men ikke kvittert (Inactive), verken resatt eller kvittert (Active), resatt og kvittert (Normal), eller kvittert før den er resatt (Acknowledge). Med "resatt" menes det at man har stoppet alarm ("Stop alarm" knapp).

I brukerprogrammet ble det lagt inn to alarmnivå. "Stor alarm" blir aktivert dersom det er lekkasje i samtlige flenser, og "liten alarm" aktives dersom det er lekkasje i en eller flere flenser. Den store alarmen overstyrer den lille. I alarmloggen vil disse 2 alarmtypene bli representert ved ulike fargesammensetninger, og ulike alarmtekst.



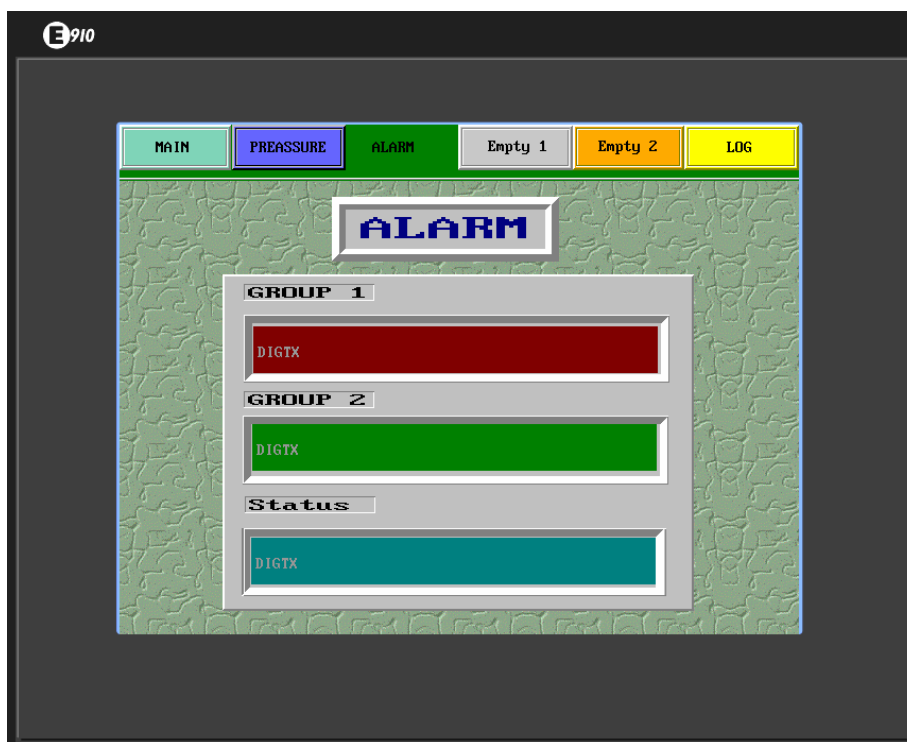
Figur 8.9 Konfigurasjon av alarmgrupper.

8.3.3 Kvittring av alarm

Når man øker trykket i testbenken, og åpner ventilen i en eller flere av flensene, vil alarmen gå når dette trykket stiger over den øvre grensen. Med det samme alarmlyden har gått på, vil touchknappen til alarmloggen bli usynlig, slik at man ikke får mulighet til å gå inn på loggen for å kvittere alarmen. Den røde alarmbjellen vil være synlig på skjermen så lenge trykket er over nedre grense. For å kunne gå inn på alarmloggen må man ta ut trykket i flensen(e), slik at trykket synker under den nedre alarmgrensen. Da blir alarmloggen straks synlig igjen, og man kan gå inn og kvittere alarmen. Alarmene kan altså bare kvitteres dersom trykket har passert nedre grense etter at alarmen har gått. Man kan derimot stoppe alarmlyden til ethvert tidspunkt, ved å trykke på "stop alarm" knappen.

8.3.4 Alarmstatus

For å sjekke alarmstatus til enhver tid, kan man gå inn på alarmsiden hvor det er lagt inn digitale tekster. Her vil man få melding om hvilken alarmtype som er aktiv, og beskjed om hva som eventuelt må gjøres (Figur 8.10).



Figur 8.10 Alarmstatus.

9 Eksplosjonsfarlige områder

/9/ Klassifisering av eksplosjonsfarlige områder og utforming av elektrisk utstyr for slike områder er et felt i stadig utvikling.

For å beskytte personell og installasjon, er man pålagt å følge visse regler og retningslinjer. Reglene for ex-utstyr er basert på internasjonale normer (IEC- International Electrotechnical Commission), disse internasjonale normene blir videre tilrettelagt for europeiske forhold av CENELEC (Comité Européen de Normalisation Electrtechnique).

Ved installasjon av elektrisk utstyr i områder hvor det kan oppstå eksplosive gass-skyer, er det i de fleste tilfeller snakk om atmosfæretrykk og normal temperatur som utgangstilstand for en eventuell eksplosjon.

På en plattform, industriområde eller lignende kan vi ha eksplosjonsfare dersom vi har prosess med brannfarlige gasser eller væsker, eller lagring av disse. Ved en eventuell lekkasje, vil lufta bli blandet med brennbare gasser eller damper. Det er viktig at alt elektrisk utstyr og varme flater er beskyttet, slik at vi ikke får antennelse av den eksplosive blandingen. Slikt utstyr kalles ex-utstyr (eksplosjonssikkert-utstyr).

Vi deler de forskjellige områdene inn i 4 hovedkategorier:

- Områdekategori **a** er områder hvor eksplosjonsfaren skyldes at luften er blandet med brennbare gasser, damper eller svevende væskedråper.
- Områdekategori **b** er områder hvor eksplosjonsfaren skyldes at luften er blandet med brennbart støv.
- Områdekategori **c** er områder hvor eksplosjonsfaren skyldes stoffer som i seg selv er eksplosive.
- Områdekategori **d** er områder hvor eksplosjonsfaren skyldes blanding av brennbar gass, damp, svevende væskedråper eller støv med atmosfære med større innhold av oksygen enn i normal luft eller med andre gasser som lettere underholder forbrenning enn normal luft.

Eksplosjonsfarlige områder deles inn i soner. For å holde orden på disse sonene, lages det såkalte sonekart. Områdekategori **a**, som er området dette hovedprosjektet vil holde seg innenfor, deles inn i tre soner, sone 0, sone 1 og sone 2. Hva som avgjør inndelingen avhenger av sannsynligheten for at det foreligger eksplosjonsfarlige gasser eller damper i området. Det brukes barrierer eller galvanisk skille for å skape et sikkert skille for signalgangen mellom sikkert område og eksplosjonsfarlig område.

- Sone 0: Det vil uavbrutt eller i lange perioder forekomme en eksplosjonsfarlig blanding. Dette er altså den strengeste sonen.
- Sone 1: Det vil under normale driftsforhold leilighetsvis forekomme en eksplosjonsfarlig blanding.
- Sone 2: Det vil forekomme bare unntakskvis og kortvarig en eksplosjonsfarlig blanding.

Sekundære utslippssted (sone 2), finner man blant annet rundt flenser, koblinger og ventiler. Systemet som er laget for KaMOS[®] vil som regel derfor holde seg innenfor sone 2. Her forventes ikke utslipp under normal drift. Men dersom det likevel skjer, vil det være av kort varighet og med lav frekvens. Er utslippet over 2 timer, blir sone 2 til sone 1.

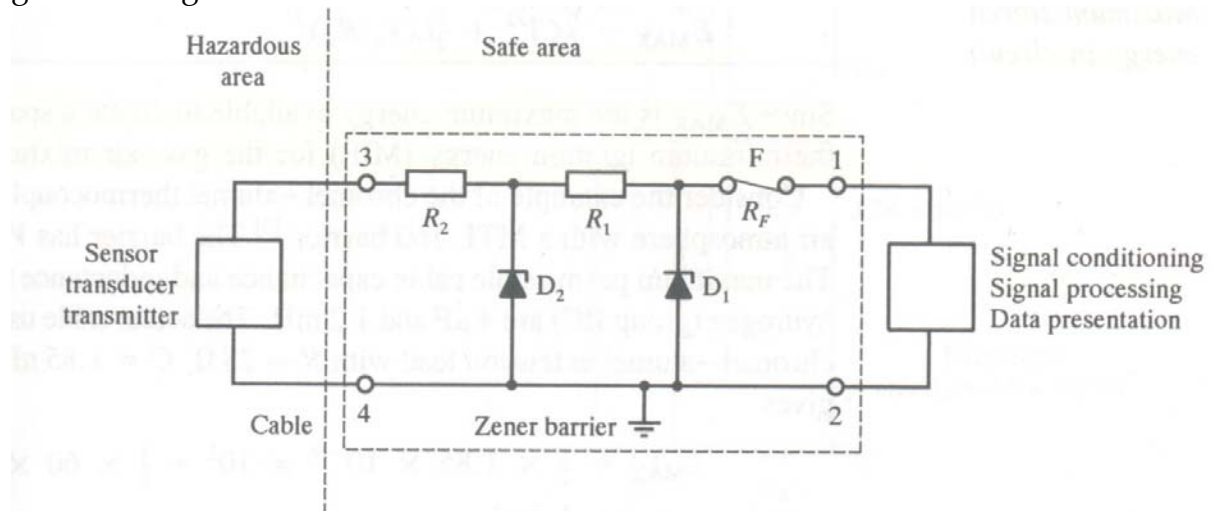
I sone 2 må man bruke utstyr som er spesielt beregnet for denne sonen, eller utstyr tillat for sone 0 og 1. Dette er utstyr hvor det normalt ikke oppstår lysbuer eller gnister i normalt bruk, for eksempel kortslutningsmotorer, transformatorer og koblingsbokser. Utstyret må også holde kapslingsgrad minst IP44, som er beskyttelsesklassens grad, og må ikke ha høyere maksimumstemperatur enn 200°C. Spesielt beregnet utstyr for bruk i sone 2 er merket Ex n eller Ex N.

Kabler og ledninger for bruk i sone 2 må være godkjente, og kan da benyttes uten armering og skjerm (som bl.a. er tilfelle for sone 0 og 1).

På det meste av ex-utstyr kreves det et såkalt prøvebevis, som forteller hvordan utstyret er prøvet og at det er sertifisert.

9.1 Tilpassing av systemet til ex-områder

Dersom en skal bruke det samme utstyret som til testbenken i et ex-område bør man sette PLS-en og touchskjermen i et sikkert område (for eksempel kontrollrom). /3/ Man kan begrense strømmen og spenningen til det elektriske utstyret i ex-området ved hjelp av zenerbarrierer (Figur 9.1). På denne måten sikrer man at gnistenergien som kan oppstå ved en eventuell feil, aldri blir så stor at den kan tenne en gassblanding i området.



Figur 9.1 Standard zenerbarriere-krets.

9.1.1 Ex-sikre trykksensorer

/4/ I ex-områder bør det velges ex-sikre trykksensorer. Da kan man for eksempel velge MBS 4751 eller MBS 4701. Disse tilsvarer sensoren Danfoss MBS 3050, som vi har valgt til testbenken.

MBS 4751-2411-1GB04. (spesialutførelse) har de samme egenskapene som MBS 3050 men kan anvendes i potensielt eksplosive områder: Sone 0, Sone 1 og Sone 2. Driftstemperaturen for denne avhenger av den elektriske tilslutningen. Responstiden er mindre enn 100ms for luft og gasser. For væsker med viskositet < 100 cSt er responstiden mindre enn 4ms.

MBS-4701-2411-1AB08 (standardutførelse) har ikke pulsarisasjonsdemper men har en responstid < 4ms både i luft, gasser og væsker med viskositet < 100 cSt. Ellers har denne sensoren de samme egenskapene som MBS 4751.

Barrierer benyttes for å sikre tilførselledningene frem til transmitterne.

10 DISKUSJON

Vårt valg av utstyr innebefattet blant annet trykkføler, PLS og touchskjerm. Løsningen måtte tegnes og kobles opp. Deretter måtte vi programmere PLS-en og utvikle brukergrensesnittet til touchskjermen.

Vi har satt som første prioritering å få programmet til å fungere så bra som mulig innenfor den tidsrammen vi hadde i løpet av prosjektperioden. Som en konsekvens av dette har vi måttet utelate en del funksjoner som vi mener ville gjort systemet bedre. Vi kunne blant annet tenkt oss å legge inn passordbeskyttelse, mulighet for å velge språk ved bruk, og totalt umuliggjøre feil innlegging av grenseverdier. Dessuten hadde det vært ønskelig med mulighet for utskrift av alarmloggen. Under utviklingen hadde vi i baktankene at vi skulle vise hvilke muligheter brukergrensesnittet kunne ha. Derfor har vi med noen funksjoner i programmet mest for illustrasjons skyld.

I ettertid har det vist seg at trykkluften vi bruker i verkstedet der benken står, ligger rundt 7 bar konstant. Dermed kunne vi nok valgt et noe lavere måleområde på sensoren (for eksempel 0-10 bar). Men med tanke på at testbenken vår skal kunne vises frem på messer, kan den komme til å bli tilkoblet trykkluftsannlegg med et større trykk enn dette. Dermed kan det være godt å ha litt ekstra måleområde (man må da justere sikkerhetsventilen, den tåler nå bare 8 bar). Sensorene skal kanskje brukes til andre formål etterpå, og da kan det også være en fordel å ha litt videre måleområde.

Ved installering av flatpakningene må man passe på at grafitten ligger som den skal. Vi hadde litt problemer i begynnelsen med at lekkasjeindikatoren ikke virket som den skulle. Dette skyldtes at grafittbiter hadde lagt seg i sporet, og dermed hindret passasjen av trykkluft ut til lekkasjeindikatoren.

I ettertid har vi konkludert med at teleskopbeina skulle vert skrudd fast istedenfor å være sveist fast til rammene. Dette ville gi bedre flatpakking under transport.

Vi valgte å bruke vanlige trykkfølere i testbenken, da disse var billigere enn ex-sikre. Dessuten var det ikke nødvendig med ex-sikkert utstyr i testbenken, da det ble brukt vanlig trykkluft som testgass.

Vi antok at trykkfallet fra ringrommet til trykkindikatoren var lite, slik at de elektriske trykkfølerne ville vise det reelle trykket i testbenken ved lekkasje. Dette har i ettertid vist seg å stemme bra. Dersom denne antakelsen hadde vært feil, ville det vært en dårlig løsning å velge analoge trykkfølere. Vi burde da heller valgt lekkasjeindikatorer med bare av-på verdier.

Vi har valgt å forklare PLS-programmet mindre grundig, fordi dette ikke er spesielt viktig for brukeren. En mer omfattende forklaring vil bli lagt i vedlegget.

I E-designer- og PLS-programmet burde vi valgt større oppløsning på trykksignalene (2 desimaler). Dermed hadde det vært mulig å velge grenseverdier nærmere null (0,01).

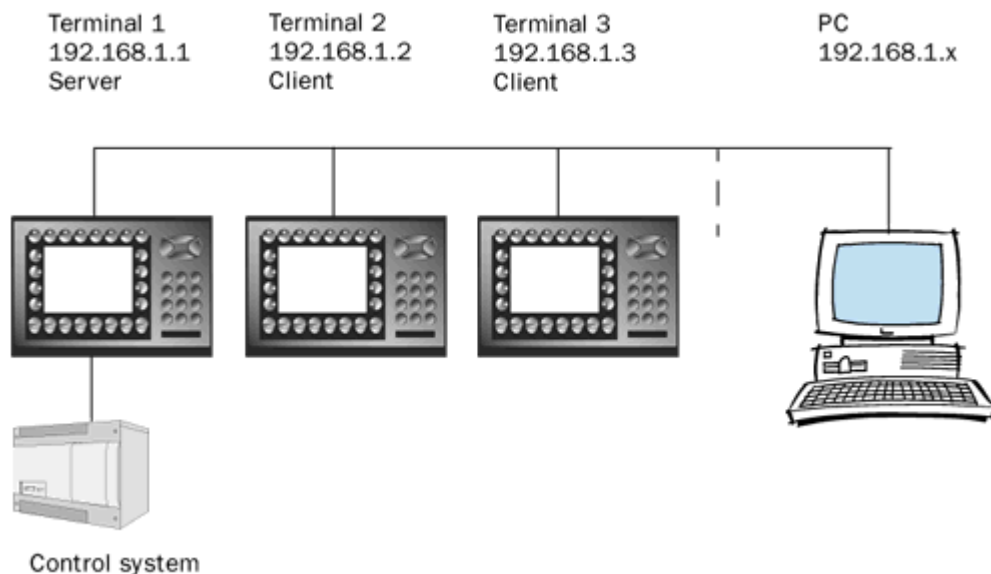
Dersom man taster differansen slik at nedre grense blir null eller mindre på touchskjermen vil det komme opp en feilmelding. Overser man denne feilmeldingen fungerer ikke programmet som planlagt. Hvis nedre grense blir null får man aldri resatt alarmer, som vil umuliggjøre en ny alarm. En nedre grense mindre enn null vil gi feilverdi (9999). Dette resulterer i at man aldri får resatt alarmer, og dessuten vil alarmer aktiveres ved passering av øvre grense på synkende flanke. Vi burde derfor satt inn begrensninger som umuliggjør "ulovlige" verdier av nedre grense i tillegg til feilmelding.

10.1 Videreutvikling

Systemet vi har laget, er en grunnmodell som kan videreutvikles/tilpasses eksisterende utstyr i de fleste rørlednings-systemer der KaMOS[®] tetningsringar er benyttet. Da kan utstyret gjøres ex-sikkert ved at man bytter til ex-sikre trykksensorer og kobler til zenerbarrierer.

I systemer med flere enn 6 lekkasjeindikatorer må man bygge ut PLS-en med flere inngangsmo­duler, eller velge en større PLS. Det er ingenting i veien for å velge en annen PLS-type enn den vi har brukt. PLS-typene virker omtrent likt så man trenger bare å oversette adressene til det aktuelle PLS-språket.

Ved behov for store overvåkninger, lange distanser og flere terminaler, støtter flere av modellene i E-serien nettverksoppkobling (Figur 10.1). Terminalene E300 til E910 kan kobles til et ethernet-nettverk med protokollen TCP/IP. Terminalene kan brukes i lokalt intranett, på internett eller i nettverk som ringes opp ved hjelp av modem. Ethernetkommunikasjon er rask, og informasjonen overføres med hastigheter på opp til 10 Mbit/s. Man kan da manøvrere og overvåke anlegg hvor og når som helst via internett, og la terminalen sende e-post ved hendelser (for eksempel alarm). Via FTP-filoverføring kan man hente, redigere og laste ned resepter i terminalen.



Figur 10.1 Nettverk av terminaler.

10.2 Konklusjon

Med det nye overvåkingssystemet som vi har laget, reduseres faren for store lekkasjeutslipp. Eventuelle lekkasjer vil bli oppdaget raskt slik at tiltak for å hindre skader i miljøet kan iverksettes tidligere. Ekstrakostnadene ved å installere et slikt system kan forsvares ved at de økonomiske konsekvensene ved en lekkasjer blir mindre når den oppdages tidligere. Den automatiserte overvåkingen av flensene vil også gi en økonomisk gevinst på lang sikt, da aktuelt personell kan bruke sine ressurser mer effektivt enn å gå rundt å sjekke hver indikator.

Systemet kan være av interesse for både de bedriftene som allerede har installert KaMOS[®] tetningsringer, og de som i nærmeste fremtid skal gjøre det. Det er da en stor fordel at alarmssystemet vårt kan implementeres med eksisterende overvåkingssystem.

11 Referanseliste:

- /1/ Brosjyre om KaMOS® patentert pakning: "Ny metode for kontroll av RTJ flens forbindelser."
- /2/ Brosjyre: "KaMOS® Products".
- /3/ Bentley, John P. *Principles of measurement systems* (Prentice Hall, London, 1995).
- /4/ <http://www.danfoss.no/> , datablad for MBS 3050, MBS 4701 og MBS 4751.
- /5/ <http://claymore.engineer.gvsu.edu/~jackh/books/plcs/>
- /6/ <http://www.beijer.no/norwegian/products/index.htm> og <http://support.beijer.no> , *Manual till E-terminaler och E-designer*.
- /7/ Sysmac CPM1/CPM1A/CPM2A/CPM2C/SRM1(-V2) Programmable Controllers. *Programming manual*, Omron. Revised February 2001.
- /8/ Sysmac CPM2C Programmable Controller. *Operation manual*, Omron. Revised November 2000.
- /9/ Eckhoff, Rolf K. *Elektrisk utstyr for eksplosjonsfarlige områder* (Tapir forlag, Trondheim, 1996).
- /10/ Brosjyre fra Omron: "The Just Fit PLCs".
- /11/ "Omron Nytt" nr.1, 2002.

12 VEDLEGG

1. Testbenken

Teknisk skisse av testbenk

Konstruksjonstegning av testbenk

2. Elektriske diagrammer

Sikring + Transformator

Modul 1

Modul 2

Modul 3

Buzzer

3. PLS-programmet

Stigediagram

Adresseliste

4. Forklaring til PLS-programmet