

f

1.SEMESTERPRØVE

Slagtermesterens karvasker automatiseres

Klasse: ATEK-LYG-E24C

Navn: Min Xuan

København, 13. december 2024

1. Indledning	5
2. Gruppekontrakt	5
2.1 Belbinroller	5
3. Redegørelse for valg af projekttype og projektmodel	6
3.1 Gantt-diagram	6
3.2 Iterativ vs. sekventiel tilgang	7
3.3 Projekttrekanten	8
4. Idé- og målsætningsfasen	9
4.1 De Bonos 6 hatte	9
4.2 SWOT-analyse	10
4.3 Scope-formulering	11
5. Analyse- og planlægningsfasen	12
5.1 Interessentanalyse	12
5.1.1. Brainstorming	12
5.1.2. Prioritering af interessenter	13
5.1.3. Kommunikationsplan	15
5.2 Gantt-diagram (opdatering)	16
5.3 CE-mærkning	16
5.4 EI-dokumentation	21
5.4.1. Komponentvalg	21
5.4.2. EI-diagram	25
5.5 Funktionsbeskrivelse	25
5.6 Brugsanvisning	27
5.6.1. Advarsel og sikkerhedssymboler	27
5.6.2. Maskinens tilsigtede brug	27
5.6.3. Opstilling af maskinen	27
5.6.4. Elektriske Specifikationer	27
5.6.5. Sikker anvendelse af maskinen	27
5.6.6. Funktionsbeskrivelse	28
5.6.7. Betjening af maskinen	28
5.6.8. Vedligeholdelse	28

5.6.9. Fejlfinding.....	28
5.6.10. Bortskaffelse	29
5.6.11. Garanti og ansvarsfraskrivelse	29
6.Implementeringsfasen og test af produkt.....	29
6.1. High-level design af PLC-programmet	29
6.2. I/O liste for PLC	34
6.3. Timeconvert.....	35
6.4.Startstop	36
6.4.1. Sekvensdiagram for Startstop	36
6.4.2. Procesbeskrivelse for Startstop.....	36
6.4.3. PLC-kode	37
6.5. Vandpåfyldning.....	38
6.5.1. Sekvensdiagram	38
6.5.2. Procesbeskrivelse	39
6.5.3. PLC-kode	39
6.6. Forskyl.....	41
6.6.1. Sekvensdiagram	41
6.6.2. Procesbeskrivelse	42
6.6.3. PLC-kode	43
6.7 Hovedvask.....	45
6.7.1. Sekvensdiagram	45
6.7.2. Procesbeskrivelse	46
6.7.3. PLC-kode	47
6.8 Efterskyl.....	49
6.8.1. Sekvensdiagram	49
6.8.2. Procesbeskrivelse	50
6.8.3. PLC-kode	51
6.9 HMI.....	52
6.10 Test af produkt.....	54
6.11 Projektlandskabet	54
7.Evaluerings- og læringsfasen.....	55

7.1 Evaluering	55
7.2 Læring	56
8. Perspektivering & Refleksion.....	57
8.1 Hvad gik godt og hvad gik mindre godt?	57
8.2 Hvad skulle have været gjort anderledes?	57
8.3 Var forløbet af projektstyringen en succes?	58
8. 4 Hvad kan gøres anderledes eller bedre næste gang?.....	58
9. Konklusion	58
Litteraturliste	58

1. Indledning

Dette er 1. semesterprøven på KEAs uddannelse som automationsteknolog. Da projektdeltageren har arbejdet individuelt, skal opgavens omfang være mindst 18 og højest 23 normalsider. Opgaven fylder 45.323 tegn og 19 figurer, svarende til 23 normalsider.

Det antages, at projektdeltageren er en konsulent start-up med navn MX Consulting. MX Consulting har vundet kontrakten om automatisering af slagtermesterens karvasker som prototype. Automatiseringen vil give slagtermesteren mulighed for at håndtere flere kar samtidig, hvilket øger produktiviteten og minimerer behovet for manuel arbejdskraft. Hvis opgaven løses godt, kan den give mulighed for yderligere ordrer.

2. Gruppekonspekt

Projektet er udarbejdet individuelt, og gruppekonspektet har derfor form af følgende sæt af individuelle målsætninger:

1. Der arbejdes dagligt på projektet
2. Hver dag checke, at den opstillede plan er blevet fulgt
3. Prioritere projektet forud for fritidsinteresser
4. Holde en positiv indstilling

Punkt 1 og 2 i dette er målbare, mens punkt 3 og 4 vedrører projektdeltagerens måde at arbejde på.

2.1 Belbinroller

Projektdeltageren har taget en test, der viser placeringen i forhold til 8 af de 9 Belbinroller: organisator (OR), koordinator (KO), opstarter (OP), idémand (IM),

kontaktskaber (KS), analysator (AN), formidler (FM) og afslutter (AF). Den sidste rolle, specialist, indgår ikke i testen. Resultatet ses i Bilag 1. Projektdeltageren ligger over 0.5 som afslutter og analysator og under 0.5 på de resterende Belbinroller.

Projektdeltageren vil derfor muligvis skulle bruge meget tid og kræfter på at starte projektet og få idéer til løsning, hvorefter det vil være nemmere at analysere løsningen og afslutte projektet.

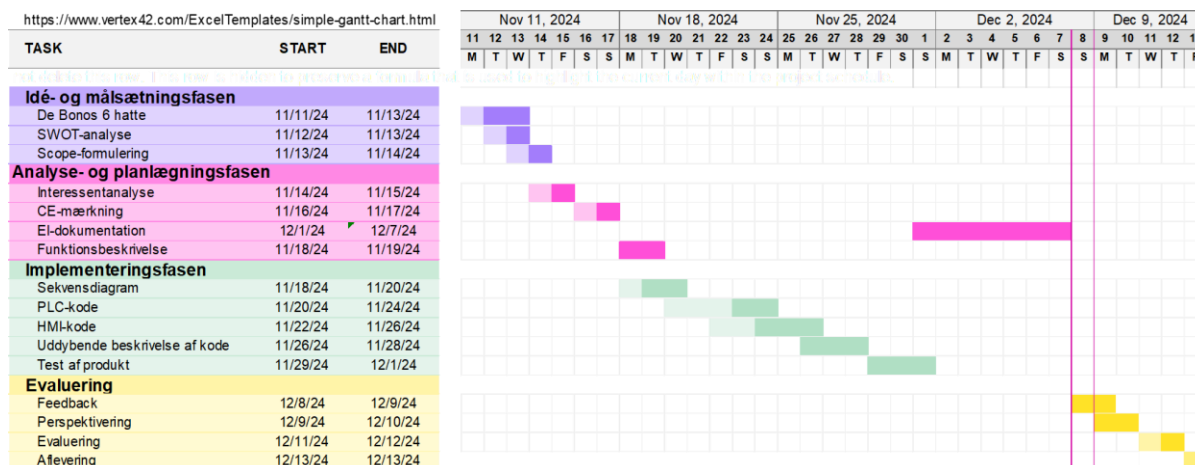
3. Redegørelse for valg af projektype og projektmodel

Det var oprindeligt tanken at udarbejde projektet i en gruppe med 4 deltagere, men denne plan måtte opgives, da der ikke kunne opnås enighed om en gruppekontrakt om planlægning, roller og mødeform. En projektstyring baseret på gruppekontrakt kan derfor siges at have haft høje omkostninger, men har samtidig medført, at forskellige syn på planlægning kom frem i lyset fra starten.

3.1 Gantt-diagram

Projektdeltageren har haft ansvaret for alle delprocesser i dette Gantt-diagram:

Tabel 1. Gantt-diagram¹



3.2 Iterativ vs. sekventiel tilgang

Der er valgt en iterativ tilgang, hvor der først udarbejdes en simpel og fungerende løsning, der efterfølgende forbedres. Dette giver mulighed for at gå tilbage og forbedre dele af projektet, hvis der er tid til det, og hvis der er modtaget feedback eller er set behov for justering. Det ses for eksempel på diagrammet, at el-dokumentationen først er blevet udarbejdet i november og derefter er blevet genbesøgt i starten af december.

Den iterative tilgang adskiller sig fra den sekventielle, idet trin kan forbedres løbende frem for at skulle afsluttes, før det næste kan begynde. Den iterative tilgang er derfor bedst egnet til dette projekt, da det giver mulighed for løbende tilpasning og forbedring baseret på feedback og erfaringer under udviklingen. Valget af iterativ metode skyldes også, at der i projektet udelukkende arbejdes virtuelt, hvorfor fordelene ved den sekventielle metode, der ofte anvendes for eksempel i byggeprojekter, er mindre relevante. Den iterative metode viste sin værdi for eksempel i forbindelse med et møde med kunden den 15. november 2024, hvor kravene blev præciseret og hvor et nyt krav

¹ Gantt-diagram template: <https://www.vertex42.com/ExcelTemplates/simple-gantt-chart.html>

om paralleldrift blev tilføjet. Den iterative tilgang gjorde det muligt at gå tilbage og tilpasse løsningen.

3.3 Projekttrekanten

Projekttrekanten beskriver de tre vigtigste ting i et projekt: tid, ressourcer og leverance. Projektets tidsramme er perioden fra 11. november til 13. december 2024. Projektets ressourcer er projektdeltagerens arbejdstid, vejledning i projektstyring og software som Ladder og Word. Projektets leverance er opgavetekst, programkode, CE-mærkning, løsningsbeskrivelse, funktionsbeskrivelse, overensstemmelseserklæring, el-dokumentation samt bilag. Der er således tale om mange forskellige leverancer, der stiller forskellige krav til projektdeltageren indenfor en kort tidsramme og med få eksterne ressourcer. Kunden udvidede som nævnt kravene, uden at der samtidig er givet mere tid eller tildelt flere ressourcer. Denne udvikling kan beskrives ved en ny projekttrekant, der kan sammenlignes med den oprindelige, illustreret her.

Figur 1 Projekttrekanten



Inspireret af Projektledelse, Olsen & Lassen, 2019

4. Idé- og målsætningsfasen

4.1 De Bonos 6 hatte

Løsningen er analyseret ud fra De Bonos seks hatte.

Den Hvide Hat: Fokus på fakta og informationer. Da dette er en teknisk opgave, bliver den hvide hat den første indgangsvinkel til projektet og gennemgang af opgave og data.

Den Røde Hat: Følelser og intuition. Den røde hat er kommet i brug i interessentanalysen for at forstå eksempelvis medarbejderes skepsis over for automatisering. Den røde hat er også brugt til at sikre projektdeltagerens egen motivation igennem forløbet.

Den Sorte Hat: Kritisk tænkning og risikovurdering. Den sorte hat er brugt i risikovurderingen i afsnit 5.2.

Den Gule Hat: Optimisme og fordele. Automatiseringen vil øge effektiviteten, reducere manuel arbejdsindsats og forbedre produktiviteten hos slagtermesteren. MX Consulting er en start-up, hvilket i sig selv forudsætter optimisme.

Den Grønne Hat: Kreativitet og nye ideer. Der har været fokus på at levere det definerede scope, så kreativiteten er anvendt til mindre forbedringer fremfor at tage projektet i helt nye retninger.

Den Blå Hat: Overblik og styring. Den blå hat er anvendt i den ovenfor beskrevne planlægning af projektet, for eksempel Gantt-diagrammer og projekttrekanten.

4.2 SWOT-analyse

SWOT-analysen viser de interne faktorer i form af styrker og svagheder og de eksterne faktorer i form af muligheder og trusler.

Tabel 2. SWOT- analyse

<p>Styrker</p> <p>Evne til at arbejde målrettet og fastlægge en projektstyringsmetode og plan.</p> <p>Startup-mentalitet og vilje til at levere et godt resultat og få ordrer i fremtiden.</p> <p>Adgang til specialister på KEA med den nyeste viden.</p>	<p>Svagheder</p> <p>Ingen tidligere erfaring med automatisering eller med fødevareindustrien.</p> <p>Belbin-roller som idémand og opstarter er svagt repræsenteret.</p> <p>Kun én person.</p>
<p>Muligheder</p> <p>Et vellykket projekt kan medføre yderligere ordrer fra kunden og give start-upen en stærk position indenfor automatisering.</p> <p>Automatisering er en generel udviklingstendens, der vil fortsætte på længere sigt som følge af for eksempel mangel på arbejdskraft.</p>	<p>Trusler</p> <p>Der er konkurrenter, der arbejder på tilsvarende projekter.</p> <p>Kravene fra myndighederne kan ændre sig, inden projektet er færdigt. Projektdeltageren kan overse vigtige regler eller opdateringer, så projektet ikke bliver godkendt af Fødevarestyrelsen.</p> <p>Modvilje mod automatisering for eksempel fra medarbejdere hos slagmesteren, der frygter for at miste deres job.</p>

4.3 Scope-formulering

Karvaskerleverandøren har udarbejdet en I/O-liste. Yderligere funktionalitet er kommunikeret på mødet med kunden den 15. november. Projektet skal automatisere en proces, der begynder, når et brugt kar er placeret ved indgang til forskyl, hvorefter karret passerer tre stationer sekventielt: forskyl, hovedvask og efterskyl. Hele processen er designet til at minimere behovet for menneskelige indgreb.

De tre procestrin kan køre parallelt med tre kar i drift samtidigt – ét i forskyl, ét i karvask og ét i efterskyl. Parallel drift indebærer øget kapacitet og højere produktivitet. Det skal sikres, at karrene ikke kolliderer.

Varigheden af hvert procestrin skal kunne justeres via HMI, da de brugte kar kan have forskellig grad af behov for rengøring. Jo større behov for rengøring, jo længere tid til vask.

Der skal være en tællerfunktioner, der viser hvor mange kar maskinen har processeret, så vedligehold kan planlægges. Tælleren skal kunne nulstilles på HMI.

Der skal udarbejdes følgende dokumentation:

- Risikoanalyse og CE-mærkning: Identifikation og vurdering af potentielle risici ved maskinens funktion. Dokumentation af overholdelse af gældende direktiver og standarder
- Funktionsbeskrivelse
- Programkode: Udviklet i LADDER-sprog til en 1215 Siemens PLC. Koden skal udarbejdes library-conformant, hvilket giver mulighed for genanvendelse.
- Løsningsbeskrivelse
- El-dokumentation: Skemaer og specifikationer for den elektriske installation

- Overensstemmelseserklæring, hvor MX Consulting skriver under på, at maskinen lever op til kravene.
- Bilag: Yderligere relevante dokumenter og data.

5. Analyse- og planlægningsfasen

5.1 Interessentanalyse

Interessentanalysen består af tre trin: brainstorming, prioritering af interessenterne og kommunikationsplan.

5.1.1. Brainstorming

Da MX Consulting er en start-up, har projektdeltageren i brainstormingen valgt at fokusere på projektgruppen som den eneste interne interessent.

Resultatet af brainstormingen om eksterne interessenter ses på Tabel 4.

Tabel 3. Oversigt over eksterne interessenter

Ekstern interessent	Organisatorisk placering	Rolle i forhold til projektet
Ledelsesniveau	Ledelsesniveau	Slagtermesteren er kunde, projektejer og finansieringskilde. Ved en god prototype kan han give yderligere ordrer
Eksterne projektdeltagere	Medarbejdere hos slagtermesteren	Slutbrugere af maskinen. Kan give feedback og være med til at optimere designet
Øvrige eksterne interessenter	Leverandøren af karvasker	Udleverer en I/O-liste, der fastsætter rammerne for projektet.
	Fødevarestyrelsen	Fødevarestyrelsen skal godkende eller afvise maskinen baseret på fødevaresikkerhed og hygiejnestandarder. Maskinen kan først tages i brug efter denne godkendelse.
	Arbejdstilsynet	Arbejdstilsynet bliver først involveret, såfremt der sker skader i forbindelse med brug af karvaskeren. I så fald kan Arbejdstilsynet kræve ændringer for at sikre overholdelse af arbejdsmiljøloven.

5.1.2. Prioritering af interessenter

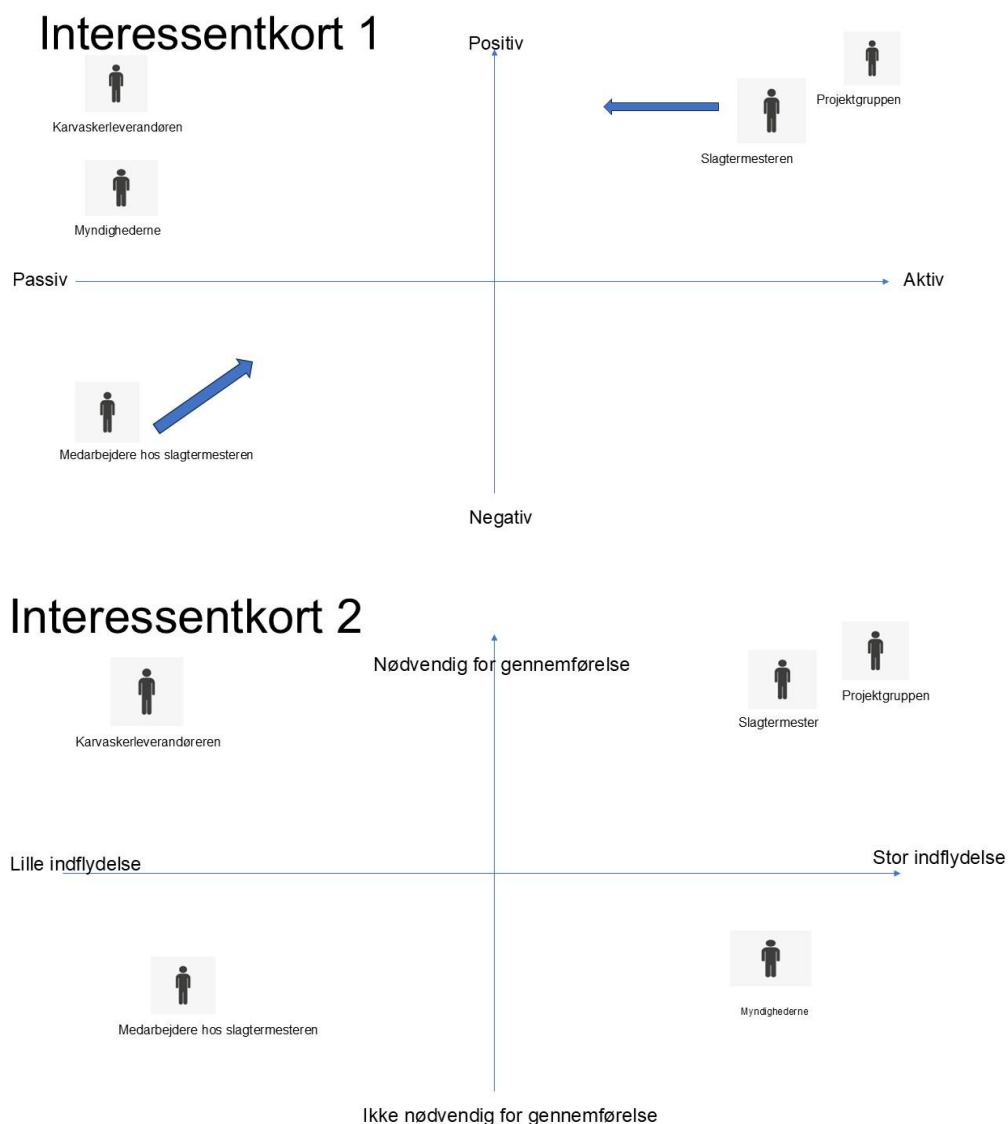
Interessentkort 1 viser, at i idé- og målsætningsfasen er både slagtermesteren og projektgruppen positive og aktive. Slagtermesteren bestiller projektet og har afholdt et møde den 15. november 2024. I de næste faser er slagtermesteren positiv, men mere passiv, dog skal han involveres i budgetkrævende beslutninger såsom komponentvalg.

I de første tre faser har medarbejderne hos slagtermesteren en passiv rolle. I den sidste fase skal der arrangeres træningsworkshops og indsamles feedback om brugeroplevelser for at forbedre designet. Medarbejderne kan være både positive og negative. En sikker og brugervenlig maskine kan reducere manuel håndtering og dermed risiko for arbejdsulykker, hvilket forbedrer arbejdsmiljøet. Medarbejderne kan dog også frygte, at automatisering kan betyde færre arbejdspladser. Den rigtige kommunikationsplan kan begrænse denne frygt.

Karvaskerleverandøren er positiv overfor projektet, da en vellykket automatisering vil øge produktiviteten af løsningen og dermed efterspørgslen efter karvaskere. Han er passiv.

Myndighederne er neutrale og passive. Dette er vist ved pilene.

Figur 2. Interessentkort 1 og 2



På interessentkort 2 ses, at slagtermesteren og projektgruppen har stor indflydelse og er nødvendige for projektet. Medarbejderne har lav nødvendighed og lav indflydelse. Leverandøren af karvaskeren har høj nødvendighed, da han har leveret de tegninger, der bruges til automatiseringen, men lav indflydelse. Myndighederne har stor indflydelse og lav nødvendighed i projektfasen, men selvfølgelig høj nødvendighed efterfølgende.

5.1.3. Kommunikationsplan

Kommunikationsplanen fastlægges ud fra, hvor meget projektet påvirker de enkelte interessenter. Interessenter, der påvirkes meget, skal informeres ofte og med høj detaljeringsgrad, og omvendt.

Projektdeltageren er en ressourceperson med høj grad af indflydelse, der samtidig påvirkes direkte af projektets grad af succes. Da det er et lille pilotprojekt i forhold til den samlede organisation, er slagtermesteren den grå eminence. Han har stor indflydelse men bliver ikke påvirket, hvis et lille projekt slår fejl. Karvaskerleverandøren er gidsel. Han kan ikke påvirke processen, men vil blive påvirket positivt hvis projektet også medfører øget brug af hans karvasker, og omvendt. Medarbejderne hos slagtermesteren er gidsler. De kan ikke påvirke projektet, men det kan få negativ betydning for dem, hvis stillinger nedlægges, og positiv betydning hvis arbejdet bliver nemmere eller mindre risikabelt. Myndighederne er interessenter udenfor projektet.

Tabel 4. Kommunikationsplan

Interessent	Kommunikationsniveau		
	Lavt	Middel	Højt
	Lav detaljeringsgrad og hyppighed	Middel detaljeringsgrad og hyppighed	Høj detaljeringsgrad og hyppighed
Ressourcepersoner			Projektdeltageren har fuld adgang til information
Gidsler		Karvaskerleverandøren, slagtermesterens medarbejdere	
Grå eminence		Slagtermesteren	
Interessenter udenfor projektet	Myndighederne		

Projektdeltageren har som eneste medarbejder fuld adgang til information. Hvis der havde været flere deltagere på projektet, skulle disse informeres ofte og med høj detaljeringsgrad. Slagtermesteren skal informeres i start og slutfasen af projektet, men har mindre behov for detaljeret information undervejs. Karvaskerleverandøren skal

CE-risikovurdering foretages med udgangspunkt i skemaet fra faget Maskinsikkerhed, hvor risikofaktorerne listes. Skemaet indgår som Bilag 2, og nedenfor vises et uddrag med de væsentligste risikofaktorer.

Tabel 6. CE-risikovurdering

		CE-risikovurdering Skema 1		
VÆSENTLIGE SIKKERHEDS- OG SUNDHEDSKRAV (VSSK) for maskiner og sikkerhedskomponenter jf. Arbejdstilsynets Bekendtgørelse bilag I		Farekilde (-/+)	Bilag nr.	Bemærkning
1.1 Generelle bemærkninger				
1.1.3.	Stoffer og materialer	+	3	Der arbejdes med rengørings- og desinfektionsmidler, der indeholder kemikalier.
1.1.6.	Ergonomi	+	4	Der er risiko for belastningsskader ved gentagne bevægelser, tunge løft eller bøjet kropsholdning.
1.2 Styresystemer				
1.2.1	Styresystemets sikkerhed og pålidelighed		7	Tavlen er monteret direkte på karvaskeren og PLC kan derfor blive påvirket af varmen (Ifølge datablad for 1215 PLC kan PLC højest arbejde ved 60°C).
1.2.4.3	Nødstop			Nødstop mangler i højre side af transportbåndene.
1.3 Beskyttelse mod mekaniske risici				
1.3.1	Risiko for stabilitetstab	+	5	Maskinen kan vælte.
1.3.2	Brudfare under anvendelse			Maskinen betjenes af en operatør, der kan blive ramt i tilfælde af brud.
1.3.7	Risici i forb. m. bevægelige dele	+	6	Transportbåndets rondeller er bevægelige, hvorfor operatøren risikerer at få legemsdele i klemme. Det samme kan ske når lågerne er i bevægelse.
1.4 Afskærmning				
1.4.1	Generelle krav. Adgang			Operatøren skal ikke kunne have adgang til maskinen, når den er i brug
1.5 Risici, skyldes andre farer				
1.5.1	Elektrisk energi (EN 60204-1)	+	7	Tavlen er monteret direkte på karvaskeren, og de elektriske installationer kan derfor blive påvirket af vand og give operatøren stød.
1.5.5	Temperaturer	+	3	Der arbejdes med vand 60°C
1.5.13	Emission af farlige materialer	+	3	Der arbejdes med rengørings- og desinfektionsmidler, der indeholder kemikalier.
1.5.15	Risiko for at glide, snuble eller falde	+	8	Gulvet under maskinen kan blive vådt med deraf følgende skridfare.
1.7. Oplysninger				
1.7.1.	Oplysninger og advarsler på maskinen			Der skal opsættes diverse advarselsskilte på maskinen.
1.7.1.	Brugsanvisninger			Der udarbejdes en dansksproget brugsanvisning i henhold til DS/EN ISO 20607:2019

De risici, der er identificeret på skemaet, afdækkes på følgende måde:

Beskyttelse mod varmt vand og kemikalier

Der skal anvendes sikkerhedssko, sikkerhedsdragter, beskyttelsesbriller samt åndedrætsværn mod dampe.

Beskyttelse mod ergonomifarekilder

Det skal være muligt at justere maskinens højde eller bruge fodskamler for at minimere arbejdssituationer med bøjet kropsholdning og følgende skader.

Varme- og vandpåvirkning af elinstallation og PLC

Kontroltavlen skal monteres eksternt fremfor direkte på karvaskeren.

Beskyttelse mod de mekaniske farekilder

Den oprindelige tegning fra leverandøren, var forsynet med 3 nødstop, der sad henholdsvis på tavlen og på venstre side af det indadgående og udadgående transportbånd. Der foreslås, at der derudover sættes nødstop på højre side af begge transportbånd. Nemmere adgang til nødstop vil gøre det nemmere at standse maskinen, såfremt legemsdele kommer i klemme. For at imødekomme Dansk standard DS/EN 60204-1:2019 vil nødstoppets aktuator have farven rød på gul baggrund. I tilfælde af nødstop åbnes lågerne indtil maskinen, så afklemte legemsdele frigøres. Maskinen fastgøres i gulvet for at sikre, at den ikke vælter.

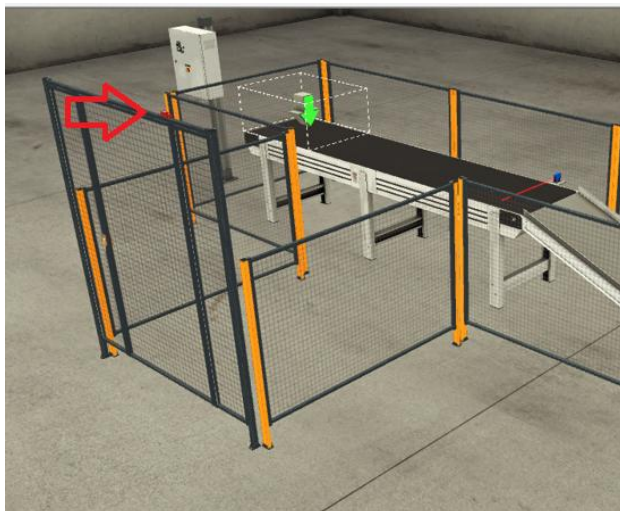
Afskærmning

MX Consulting har i sin research fundet en artikel om en ulykke med en karvasker hos Danish Crown i Sønderborg³. Her gik en operatør ind bag skærmen. Maskinen fortsatte med at køre. For at forebygge en tilsvarende ulykke skal nødstop aktiveres automatisk, når dørene til afskærmningen, der er vist på figuren, åbnes.

³ Asger Westh, Ansat stod inde i livsfarlig maskine på slagteri,

<https://fagbladet3f.dk/ansat-stod-inde-i-livsfarlig-maskine-paa-slagteri/> Besøgt 13/11

Figur 3. Afskærmning



Kilde: Aaron Svenningsen, El-teknik, 2024

Næste skridt er at udfylde et risikovurderingsskema for hver af de risici, der er identificeret ovenfor. Hver risiko vurderes ud fra alvorlighed og hyppighed. Et eksempel på et skema er vist her, og resten findes i Bilag 4-8.

Tabel 7. Risikovurdering af maskinsikkerhed

Stamdata

Virksomhed: MX	Maskine: Karvasker	Udført af: Min X	Dato: 20/11/2014	Skema nr: 5
----------------	--------------------	------------------	------------------	-------------

Beskrivelse af fare: Der arbejdes med kemikalier (rengøringsmidler/ desinfektion midler) og vand med temperatur på 60°C)	
--	--

Skadens konsekvens

	Katastrofal	Livstruende, svært invaliderende, forgiftninger, større amputationer, elektrisk chok og lignende.
	Alvorlige (mén)	Alvorlige skader, større knoglebrud, kraftige ætsninger og forbrændinger, mindre amputationer, muskel- og skeletsygdomme, høreskader, alvorlige hud- og luftvejslidelser og lignende.
x	Væsentlig (heles igen)	Væsentlige skader, mindre brud, forstuvninger, snitsår, lettere luftvejs- og hudlidelser, muskel- og skeletmerter og lignende.
	Ubetydelig (uden fravær)	Småskader, hudafskrabninger, klemte fingre, blå mærker, skinirritation , lettere muskel- og skeletmerter, tør hud, og lignende

Vurdering af sandsynlighed

	Hvor ofte vil den farlige situation opstå?	3	Kendskab til lidelser, ulykker, tilløb eller behov for at tage risiko	3	Nuværende tiltag for at imødegå faren: (afskærmning , udsugning, ergonomisk forbedring, uddannelse, erfaring, nødstop og lignende)	3
1	Årligt		Nej		Gode	
3	Månedlig/ Ugenlig		Behov for at tage risiko		Mangelfulde	
5	Dagligt		Ulykker, lidelser, tilløb		Ingen	

Risikovurdering og prioritering (sæt evt. ring om resultatet)

	Nær usandsynligt (3)	Mindre sandsynligt (5-7)	Sandsynligt (9-11)	Meget sandsynligt (13-15)
Katastrofal	Moderat risiko	Moderat risiko	Ikke acceptabel	Ikke acceptabel
Alvorlig	Moderat risiko	Moderat risiko	Ikke acceptabel	Ikke acceptabel
Væsentlig	Acceptabel	Moderat risiko	Moderat risiko	Ikke acceptabel
Ubetydelig	Acceptabel	Acceptabel	Acceptabel	Moderat risiko

Løsningsforslag

Der anvendes sikkerhedssko og -dragter samt beskyttelsesbriller samt åndedrætsværn mod dampe.

Når alle de her nævnte forbedringer er gennemført, kan der udarbejdes et nyt risikoskema, hvorefter overensstemmelseserklæringen, der er vist i bilag 9, er klar til at blive skrevet af MX Consulting, og maskinen kan blive CE-mærket. Derefter skal der gennemføres løbende revision af sikkerhedstiltagene.

5.4 EI-dokumentation

Komponentvalget skal fremgå af EI-dokumentationen, og skal derfor foretages før EI-dokumentationen kan udarbejdes.

5.4.1. Komponentvalg

Generelle krav:

De anvendte komponenter skal kunne anvendes i et vådt og varmt miljø, hvor der forekommer kemikalier. Der lægges derudover vægt på lav pris og hurtig levering.

PLC

Leverandøren anvender 1 stk. 1215C Siemens PLC til en pris af 7.600 (alle priser er inkl. moms). Denne findes i tre varianter: DC/DC/DC, DC/DC/Relay og AC/DC/Relay. Da PLC skal kunne styre AC komponenter såsom pumpe og vaskemotor, vil relæudgange være den passende løsning. DC/DC/Relay og AC/DC/Relay leveres med relæudgange. Da løsningens øvrige komponenter alle kræver DC-forsyning, er der ikke behov for AC-forsyning. Der vælges derfor DC/DC/Relay. Denne PLC har kapacitet til 14 input og 10 output. Det vises nedenfor, at løsningen involverer 12 input og 13 output. Der er derfor brug for et ekstra signal board.

Signal Board SB1222, 4 DQ

Der vælges Signal Board SB1222, 4 DQ til en pris af 578 kr.

HMI: KTP 700 Basic

Der skal vælges mellem 6AV2123-2GB03-0AX0 og 6AV2123-2GA03-0AX0. Der vælges 6AV2123-2GB03-0AX0 da denne understøtter PROFINET. Prisen er 6.000 kr.

B1, B2, B3 og B4 diffus fotocelle

Pepperl + Fuchs anses for at levere produkter, der er robuste nok til en karvasker.

Modelvalget foretages ud fra fire kriterier: fotocellen skal mindst være af

beskyttelsesklassen IP69K. Den skal mindst kunne tåle temperaturer op til 60°C. Den skal udføre detektion i en mindre zone med høj præcision. Prisen skal være rimelig. Det vurderes, at Pepperl + Fuchs Fotoelektrisk sensor OBT150-R100-2EP1-IO⁴ til en pris på 852 kr. opfylder disse krav.

B5, B6, B7 induktiv sensor

Igen vælges Pepperl + Fuchs som producent. Der vælges en model med IP-

klassificeringen 67 og en rimelig pris. Derfor vælges Pepperl + Fuchs NBB1,5-8GM40-Z0 til 566 kr. per stk.

M1, M2, M3 0.37 kW motor

Elsalg.dk vælges som leverandør grundet lave priser og lav leveringstid. Der er alene angivet krav til effekt (0,37kW), ligesom en motor med et lavt rpm anses for at være bedre egnet til at drive transportbåndet end en motor med et højere rpm. Der vælges derfor Busck Elmotor 900 rpm, 0,37kW til 1.165 kr⁵. Hvis der er plads i budgettet kan det overvejes at vælge brand-produkter såsom for eksempel ABB 0,37kW motor.

M4 0.55kW motor

En passende løsning kan være Busck Elmotor 900 rpm, 0,55kW til 1.265 kr⁶.

4 https://www.pepperl-fuchs.com/denmark/da/classid_47.htm?view=productdetails&prodid=89165

5 <https://www.elsag.dk/elektromotor-230v400v-50hz-ip55-920-rpm-075kw-1hk-b3-fodmotor-3-faset-ie2>

6 <https://www.elsag.dk/elektromotor-230v400v-50hz-ip55-900-rpm-055kw-075hk-b3-fodmotor-3-faset-ie2>

M5 15kW pumpe

En passende løsning kan være Grundfos CR 95-2 A F A V HQQV 15kW Vertical Multi-Stage Pump⁷ til en pris på 10.000 kr.

Pneumatisk lågehejs med fjederretur YS1 og YS2

En passende løsning kan være Kinetrol Enkeltvirkende fjederretur pneumatiske aktuatorer⁸, som kan tilpasses med fjederretur. Prisen er 1.400 kr.

EB1 11kW varmelegeme

En passende løsning kan være Reflex RWT varmespiral 9-11kW⁹, der kan indstilles til 11kW. Prisen er 4.000 kr.

B8 digital termostat

En passende løsning kan være Danfoss KPS79 termostaten med kapillarrør. Denne termostat er designet til montering i en følerlomme, hvilket er ideelt til vandkar. Den kan indstilles til 60°C¹⁰. Prisen er 2.000 kr.

B9 digital niveauføler

En passende løsning kan være Vni 3¹¹. Prisen er 744kr.

M1, M2, M3 magnetventil

En passende løsning kan være Magnetventil 24V/AC fra elsag.dk¹² til 550 kr.

⁷ <https://www.anchorpumps.com/grundfos-cr-95-2-a-f-a-v-hqqv-15kw-vertical-multi-stage-pump-415v>

⁸ <https://www.kinetrol.com/da/sub-categories/single-acting-spring-return-pneumatic-actuators/>

⁹ <https://www.ahlsell.dk/da/produkter/vvs/varme/varmtvandsbeholdere-og-tilbehor-og-reservedele/tilbehor-og-reservedele-til-varmtvandsbeholdere/c-20.30.110.160/10055705/reflex-rwt-varmespiral?variantId=10055705>

¹⁰ <https://store.danfoss.com/dk/da/Sensing-Solutions/Pressostater-%26-termostater/Termostater/Termostat%2C-KPS79/p/060L312266>

¹¹ <https://elmaterial.dk/shop/75-niveau-flyder/4253-niveaufoeler---vni-3/>

¹² <https://www.elsag.dk/magnetventil-1-2-spole-24vac>

Trykknop og NC-nødstop. Der vælges non-brand løsninger fra elsag.dk. For at imødekomme Dansk standard DS/EN 60204-1:2019 vil S1-startknappen være grøn og S2 NC-stopknappen sort mens nødstoppet vil være som beskrevet i afsnit 5.3. Prisen er 50 kr. per stk.

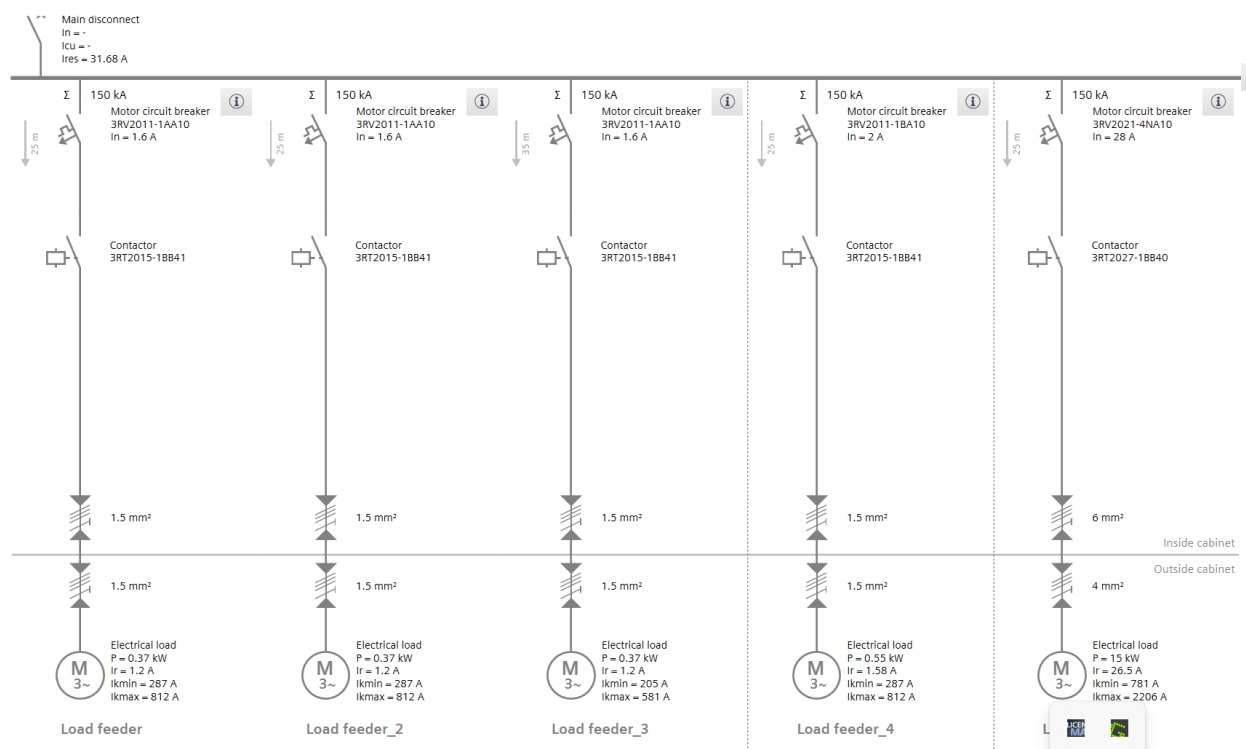
Sikkerhedsrelæ

Der skal vælges en model, der understøtter en løsning med flere nødstop, og hvor det løbende overvåges, og nødstoppet fortsat virker. Der vælges derfor PILZ X3 751103 sikkerhedsrelæ med 2-kanals overvågning. Prisen er 2.000 kr. per stk.

Motorværn

Siemens TIA Selection Tool giver, som vist på nedenstående figur, mulighed for at vælge motorværn. Der antages at motorerne starter direkte (D start).

Figur 3. TIA Selection Tool Motorværn



5.4.2. EI-diagram

Se SEE Electrical filen i bilag.

5.5 Funktionsbeskrivelse

Maskinen rengør gennem forskyl, hovedvask og efterskyl. Tiden til forskyl, hovedvask og efterskyl kan justeres på HMI.

Maskinen kan betjenes både fra S1/S2 knapperne på tavlen og START/STOP på HMI-skærmen. På tavlen sidder driftslyset P1, der er tændt når systemet er i drift, og stoplyset P2. Der er en tæller på HMI, der viser hvor mange kar maskinen har vasket. Denne tæller kan nulstilles på HMI.

Programmet startes ved at der trykkes på trykknappen S1 på tavlen eller på START på HMI. B2, B3 og B4-sensorerne sikrer, at systemet kun kan aktiveres hvis alle tre stationer er fri dvs. at karrene er fjernet fra transportbåndene.

De tre stationer kan arbejde parallelt, så der er tre kar i drift på samme tid – ét i forskyl, ét i hovedvask og ét i efterskyl. Når et kar flytter fra en station til den næste, tjekker systemet, om den næste station er ledig så karrene ikke kolliderer. Hvis den næste station er optaget, sættes karret i venteposition, indtil der er plads.

Vand fyldes op via MV2, indtil den digitale niveauføler viser True som udtryk for at der er tilstrækkeligt med vand. Vandet opvarmes til 60°C via varmeelementet EB1. Når denne temperatur er nået, sender den digitale termostat B8 et True signal.

Det første kar placeres ved starten af Transportbåndet M1 og registreres af sensoren B1. Karret transporteres til forskylsstationen, når et False-signal fra sensoren B2 viser,

at denne station er ledig. Hvis forskylsstationen ikke er ledig, forbliver karret i venteposition indtil det kan overføres uden kollision.

Transportbåndet M1 stopper, når karret er placeret korrekt i forskyl. Herefter foretages en forskylning med magnetventilen MV1. Derefter kontrolleres det, om hovedvaskeren er fri, og hvis den er det flyttes karret, ellers forbliver det i venteposition.

Indgangslågen YS1 til hovedvaskeren åbnes og transportbåndet M1 kører karret ind. Når karret er korrekt placeret, lukkes YS1 og M1 stopper.

Den roterende vaskearm M4 og pumpen M5 aktiveres. Når den induktive sensor B5 registrerer et True-signal, føres vaskearmen tilbage til den korrekte position, hvorved hovedvasken er gennemført. Karret placeres derefter i venteposition, indtil efterskylsstationen er fri, hvilket markeres med et False-signal fra sensoren B4.

Udgangslågen YS2 åbnes for at lade karret komme ud hovedvaskeren ved hjælp af Transportbåndet M2. Når karret er korrekt placeret, giver B4 et True-signal og YS2 lukkes. Derefter udføres en efterskylning ved ventilen MV3.

Når efterskylningen er færdig, kører transportbåndet M3 karret ud. Når sensoren B4 giver False-signal, stopper transportbåndet M3 og tælleren på HMI forøges med én.

Når der trykkes på S2 eller STOP på HMI, stoppes systemet og YS1 og YS2 åbnes straks. Derefter skal alle kar fjernes manuelt fra transportbåndene. Projektdeltageren har studeret karvasker Youtube video udviklet af SEMI STAAL¹³, hvor det ses at karrene er så lette, at de godt kan fjernes manuelt. En løsning med fuldt stop vil også altid være sikrere.

¹³ <https://semistaal.com/karvasker/> Besøgt d. 11/11

Derfor er denne løsning valgt, fremfor en løsning hvor karrene ved stop fortsætter på transportbåndet. Systemet kan kun startes igen ved at placere et nyt kar ved B1 og trykke på S1 på tavlen eller HMI.

5.6 Brugsanvisning

Det er en forudsætning for CE-mærkning, at løsningen skal have en brugsanvisning, der er udført i overensstemmelse med maskindirektivet 1.7.4.2. og Dansk standard DS/EN ISO 20607.2019. Her er et uddrag af brugsanvisning.

5.6.1. Advarsel og sikkerhedssymboler

Se Bilag 10.

5.6.2. Maskinens tilsigtede brug

Maskinens formål er rengøring af slagterikar, der anvendes i fødevareproduktion. Maskinen må kun bruges til det tilsigtede formål.

5.6.3. Opstilling af maskinen

Maskinens skal fastgøres i gulvet, og opstillingen skal kontrolleres af en autoriseret tekniker.

5.6.4. Elektriske Specifikationer

Tilslutning 3x400VAC, N, PE, 50HZ

5.6.5. Sikker anvendelse af maskinen

Maskinen er beregnet til professionelt brug og skal betjenes af autoriseret personale, der er blevet oplært i dens anvendelse og sikkerhedsanvisninger.

Følgende værnemidler er påbudt: sikkerhedssko, sikkerhedsdragter, beskyttelsesbriller samt åndedrætsværn mod dampe.

Maskinen har nødstop. Sørg for at Nødstop er tilgængeligt under maskinens brug.

5.6.6. Funktionsbeskrivelse

Se afsnit 5.5

5.6.7 Betjening af maskinen

- **Forberedelse**
Kontrollér maskinens tilstand for synlige skader. Sørg for, at maskinen er korrekt tilsluttet strøm og vand. Indstil tid til forskyl, hovedvask og efterskyl i sekunder.
- **Drift (P1-indikatoren lyser grønt)**
Placer karret på transportbåndet. Start maskinen ved at trykke på Start-knappen. De små indikatorlys angiver de delprocesser, der er i gang.
- **Efter brug**
- luk for maskinen og afbryd strømforsyningen.

5.6.8. Vedligeholdelse

- **Dagligt:** Kontrollér for synlige tegn på slid eller skader.
- **Månedligt:** Rengør maskinen indvendigt og udvendigt. Kontrollér alle tilslutninger og slanger for lækager. Test nødstopfunktionen.
- **Årligt:** Maskinen serviceres af en autoriseret tekniker.

5.6.9. Fejlfinding

Tabel 8. Fejlfinding

Problem	Mulig årsag	Løsning
Maskinen starter ikke	Strømforsyningen mangler	Kontrollér stik og kabler eller placer et kar på transportbåndet
Maskinen starter ikke	Der er ikke placeret et kar på transportbåndet	Placer et kar på transportbåndet
Maskinen starter ikke	Nødstop er aktiveret	Nulstil sikkerhedsrelæet
Utilstrækkelig rengøring af kar	For kort tidsindstilling	Justér tidsindstillingen
Vandlækage	Løs forbindelse	Spænd tilslutningerne

5.6.10. Bortskaffelse

Maskinen skal bortskaffes i overensstemmelse med reglerne for elektrisk og elektronisk udstyr. Kontakt din leverandør for yderligere vejledning.

5.6.11. Garanti og ansvarsfraskrivelse

Der ydes garanti mod fabrikationsfejl i 5 år efter købet. Denne garanti omfatter ikke tab som følge af forkert brug af maskinen eller manglende vedligehold.

6. Implementeringsfasen og test af produkt

I denne fase anvendes den indsamlede information til at udvikle PLC- og HMI-kode, der automatiserer karvaskeren.

6.1. High-level design af PLC-programmet

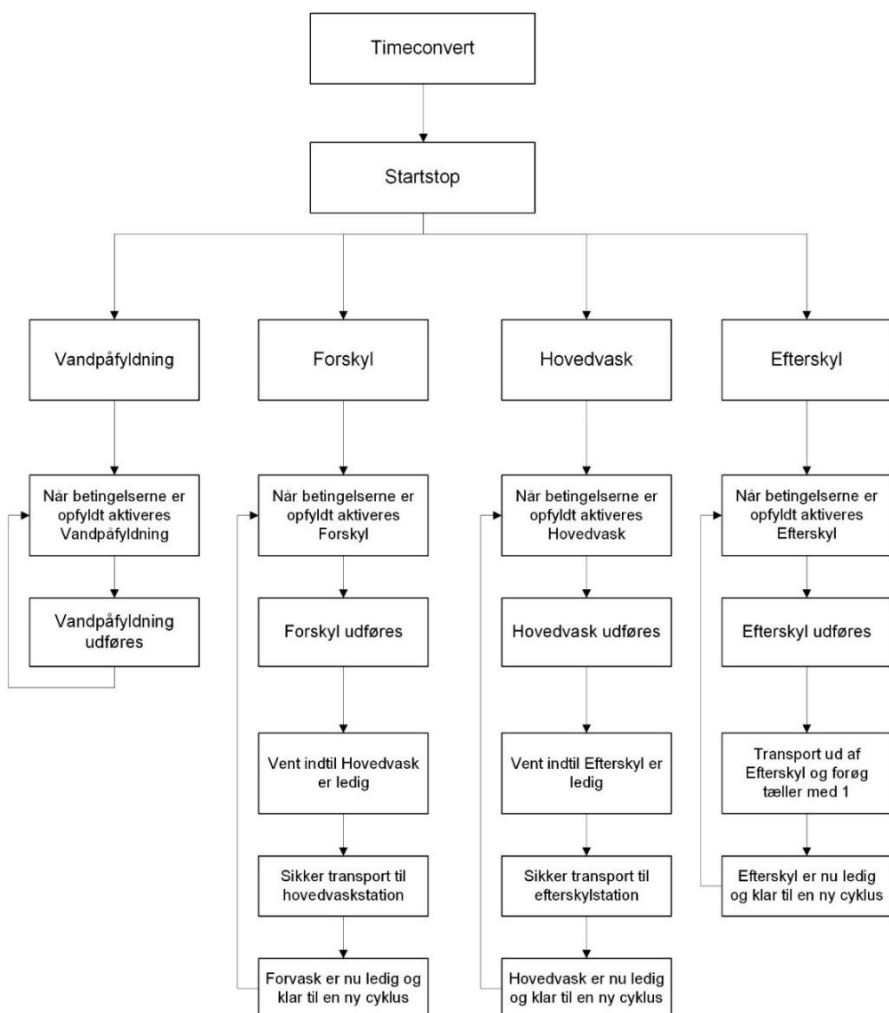
Programdesignet omfatter 6 blokke: Start, Forskyl, Hovedvask, Efterskyl, Vandpåfyldning og Timerconvert. Tre af blokkene svarer således til de tre delprocesser, mens de tre andre blokke er hjælpeprocesser. Startstop sender start- og stopsignaler, Vandpåfyldning kontrollerer at der er tilstrækkeligt vand på maskinen før hovedvasken indledes, og Timerconvert konverterer tid fra sekunder til millisekunder. Figuren viser hvordan blokkene aktiveres når et enkelt kar føres gennem maskinen.

De tre stationer kan arbejde parallelt, så maskinen kan behandle flere kar ad gangen. Hver af de fem blokke aktiveres, når de logiske betingelser herfor er opfyldt, og hver blok kan køre kontinuert. Ud fra dette kan løsningen designes. De enkelte blokke og deres aktiveringsbetingelser diskuteres nedenfor.

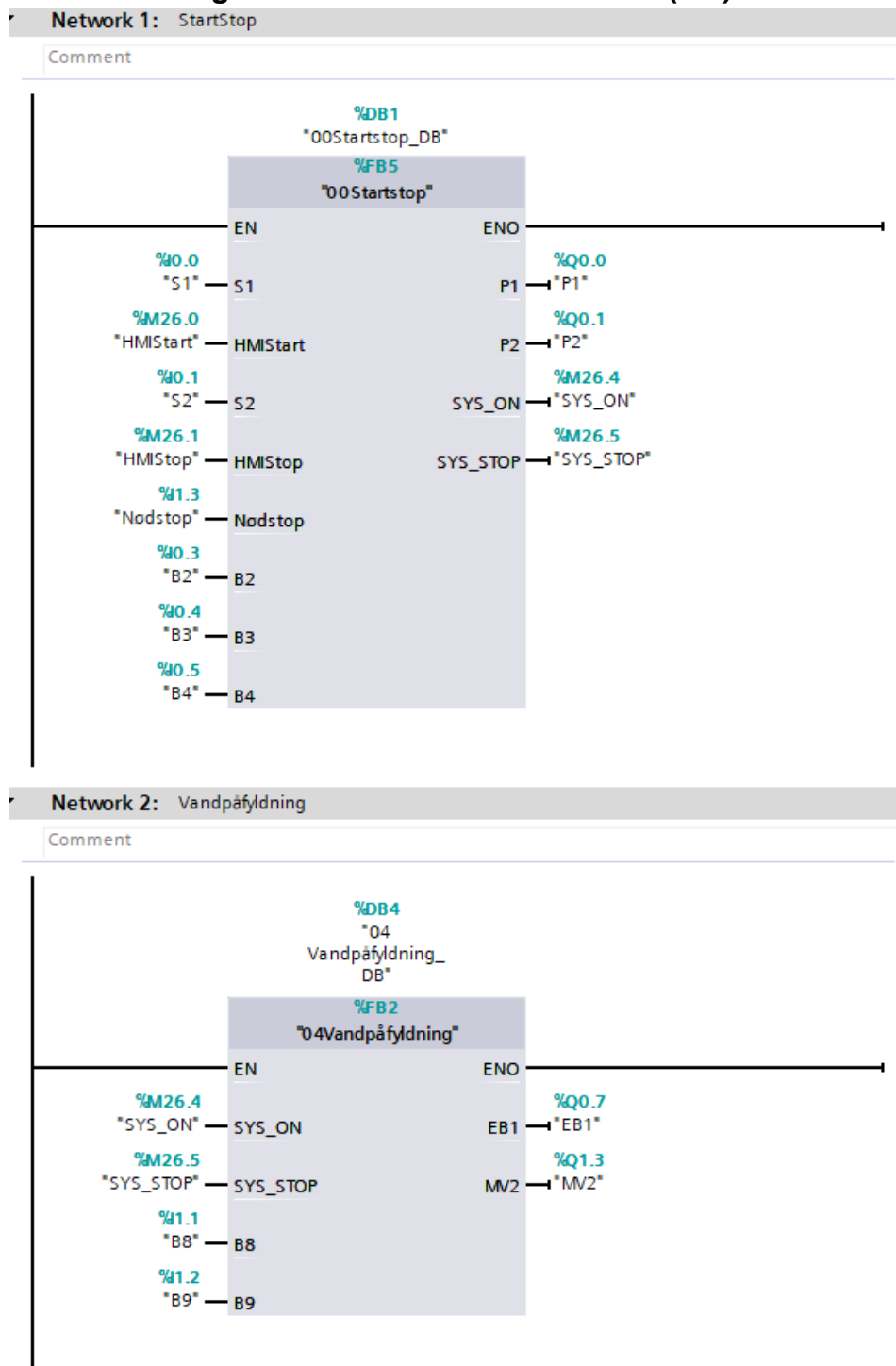
Figur 5. Sekvensdiagram for et enkelt kar

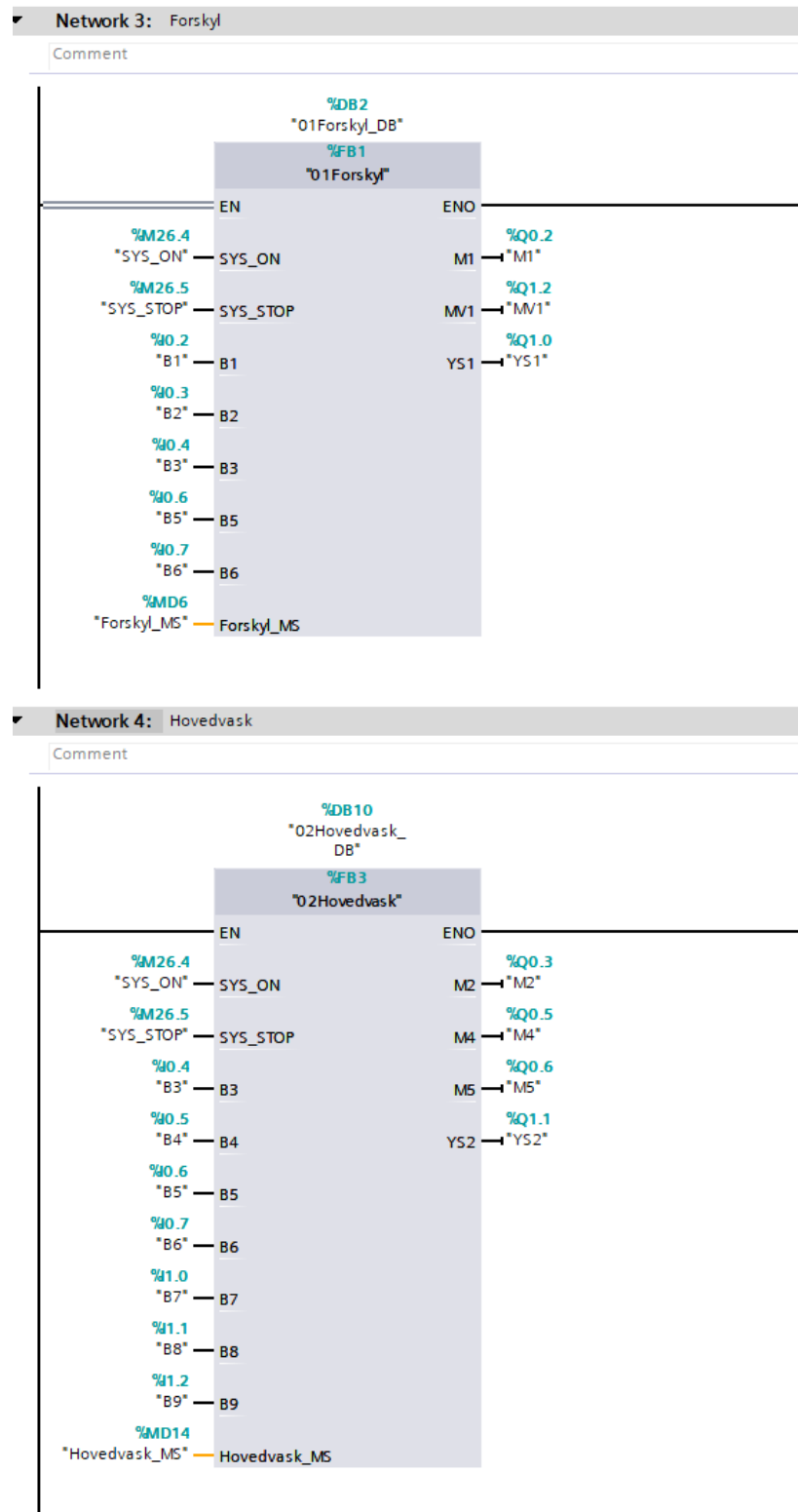


High-level design af PLC-programmet



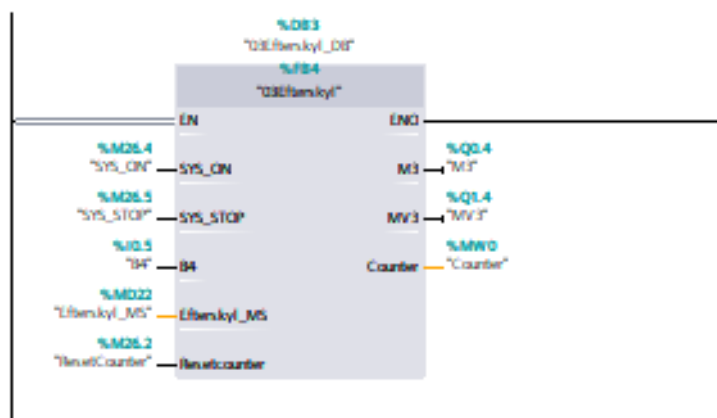
Figur 6. PLC-kode for Main Block (OB)





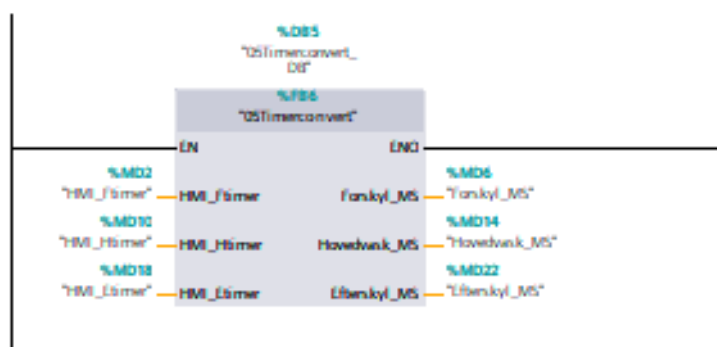
Network 5: Efterskyl

Comment



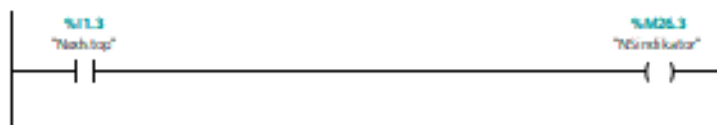
Network 6: TimeConvert

▼ Konverter sekunder til millisekunder



Network 7: Nodstopsindikator for HMI

► Når Nodstop er aktiveret lyser nødstopindikat...



6.2. I/O liste for PLC

Tabel 9. I/O liste for PLC

Navne	Data Type	Logisk adresse	Beskrivelse
S1	Bool	%I0.0	Start trykknapp
S2	Bool	%I0.1	Stop trykknapp
B1	Bool	%I0.2	Sensor ved indgang
B2	Bool	%I0.3	Sensoren ved forskylsstation
B3	Bool	%I0.4	Hovedvasksensor
B4	Bool	%I0.5	Sensoren ved efterskylstation
B5	Bool	%I0.6	Sensoren for vaskearmsposition
B6	Bool	%I0.7	Induktiv sensor for indgangslåg
B7	Bool	%I1.0	Induktiv sensor for udgangslåg
B8	Bool	%I1.1	Digital termostat
B9	Bool	%I1.2	Digital niveauføler
Nødstop	Bool	%I1.3	Nødstop Inputsignal
P1	Bool	%Q0.0	Driftslys
P2	Bool	%Q0.1	Stoplys
M1	Bool	%Q0.2	Indløb transportbånd
M2	Bool	%Q0.3	Hovedvask transportbånd
M3	Bool	%Q0.4	Udløb transportbånd
M4	Bool	%Q0.5	Vaskearmsmotor
M5	Bool	%Q0.6	Vaskearmspumpe
EB1	Bool	%Q0.7	Varmelegeme
YS1	Bool	%Q1.0	Indgangslåge
YS2	Bool	%Q1.1	Udgangslåge
MV1	Bool	%Q1.2	Forskylsventil
MV2	Bool	%Q1.3	Vandpåfyldning
MV3	Bool	%Q1.4	Efterskylsventil
Counter	Int	%MW0	Tæller
HMI_Ftimer	Time	%MD2	ForskylsInput fra HMI
Forskyl_MS	Time	%MD6	Forskyl i ms
HMI_Htimer	Time	%MD10	Hovedvaskinput fra HMI
Hovedvask_MS	Time	%MD14	Hovedvask i ms
HMI_Etimer	Time	%MD18	Efterskylsinput fra HMI
Efterskyl_MS	Time	%MD22	Efterskyl i ms
HMIStart	Bool	%M26.0	Start på HMI
HMIStop	Bool	%M26.1	Stop på HMI
ResetCounter	Bool	%M26.2	ResetCounter
NSindikator	Bool	%M26.3	Nødstopindikator HMI
SYS_ON	Bool	%M26.4	Driftssignal

SYS_STOP	Bool	%M26.5	Stopsignal
----------	------	--------	------------

6.3. Timeconvert

Blokken foretager en matematisk beregning, der konverterer tid fra sekunder til millisekunder. Input er i sekunder, og output er i millisekunder. Output bruges til timere for forskyl, hovedvask og efterskyl.

Figur 7. PLC-kode for Timeconvert

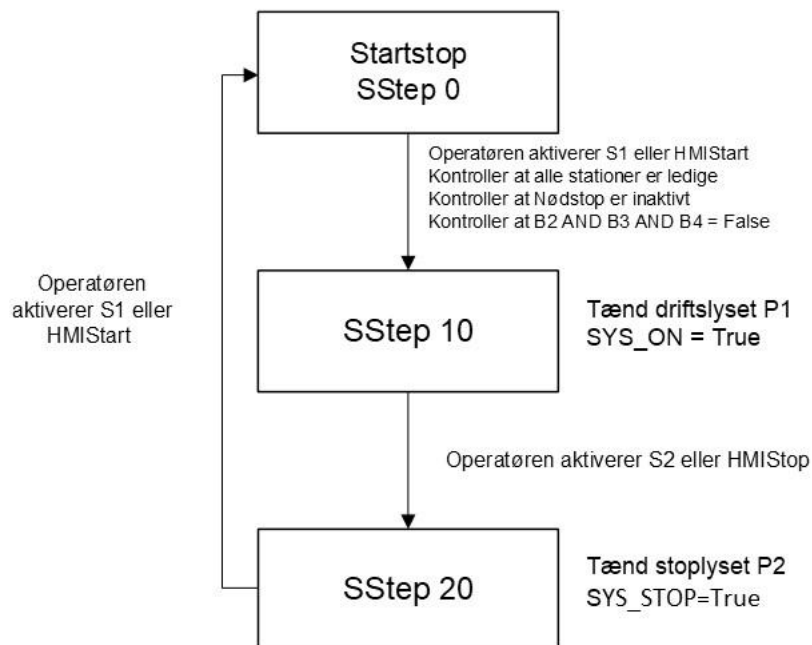


6.4.Startstop

Når operatøren aktiverer S1 kontrollerer Startstop om betingelserne for systemstart er opfyldt og sender i givet fald driftssignalet. Når operatøren aktiverer S2 sendes stopsignalet.

6.4.1. Sekvensdiagram for Startstop

Figur 8. Sekvensdiagram for Startstop



6.4.2. Procesbeskrivelse for Startstop

Step 0: Systemet starter

Operatøren aktiverer S1 eller HMISart. Det kontrolleres, at alle stationer er ledige og at nødstop er inaktivt.

Step 10: Driftssignalet aktiveres

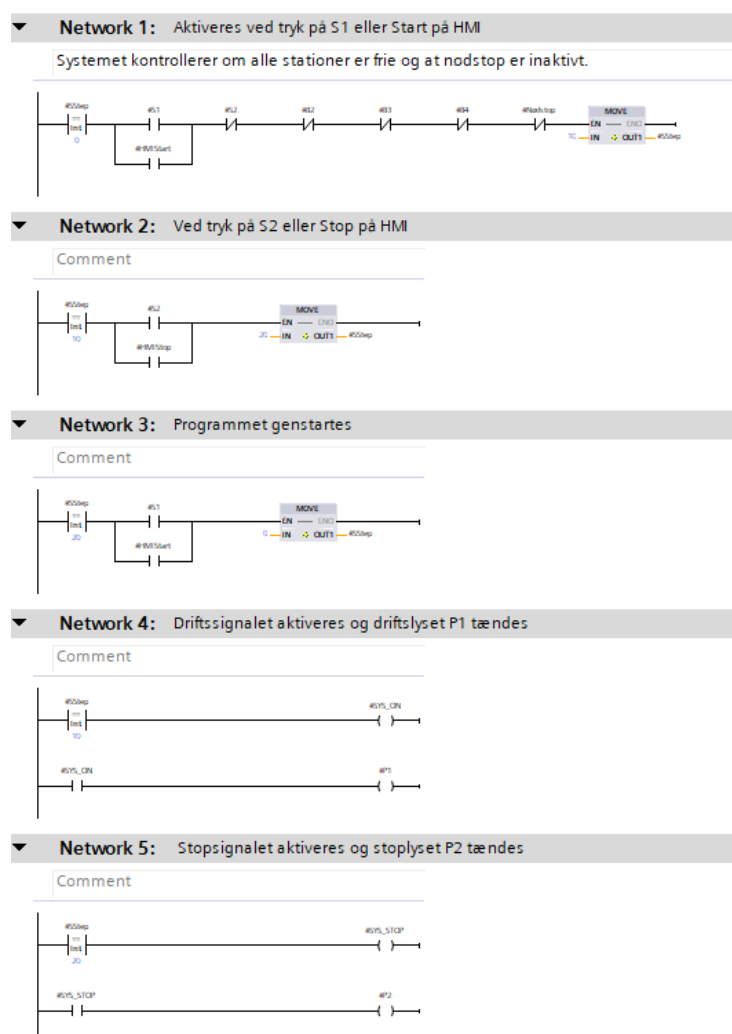
P1 tændes. P1 = True sender et driftssignal til Vandpåfyldning, Forskyl, Hovedvask og Efterskyl.

Step 20: Stopsignalet aktiveres

Når operatøren aktiverer S2 eller HMIStop aktiveres stopsignalet til Vandpåfyldning, Forskyl, Hovedvask og Efterskyl. Når operatøren efterfølgende aktiverer S1 eller HMIStart går systemet tilbage til Step 0.

6.4.3. PLC-kode

Figur 9. PLC-kode for Startstop

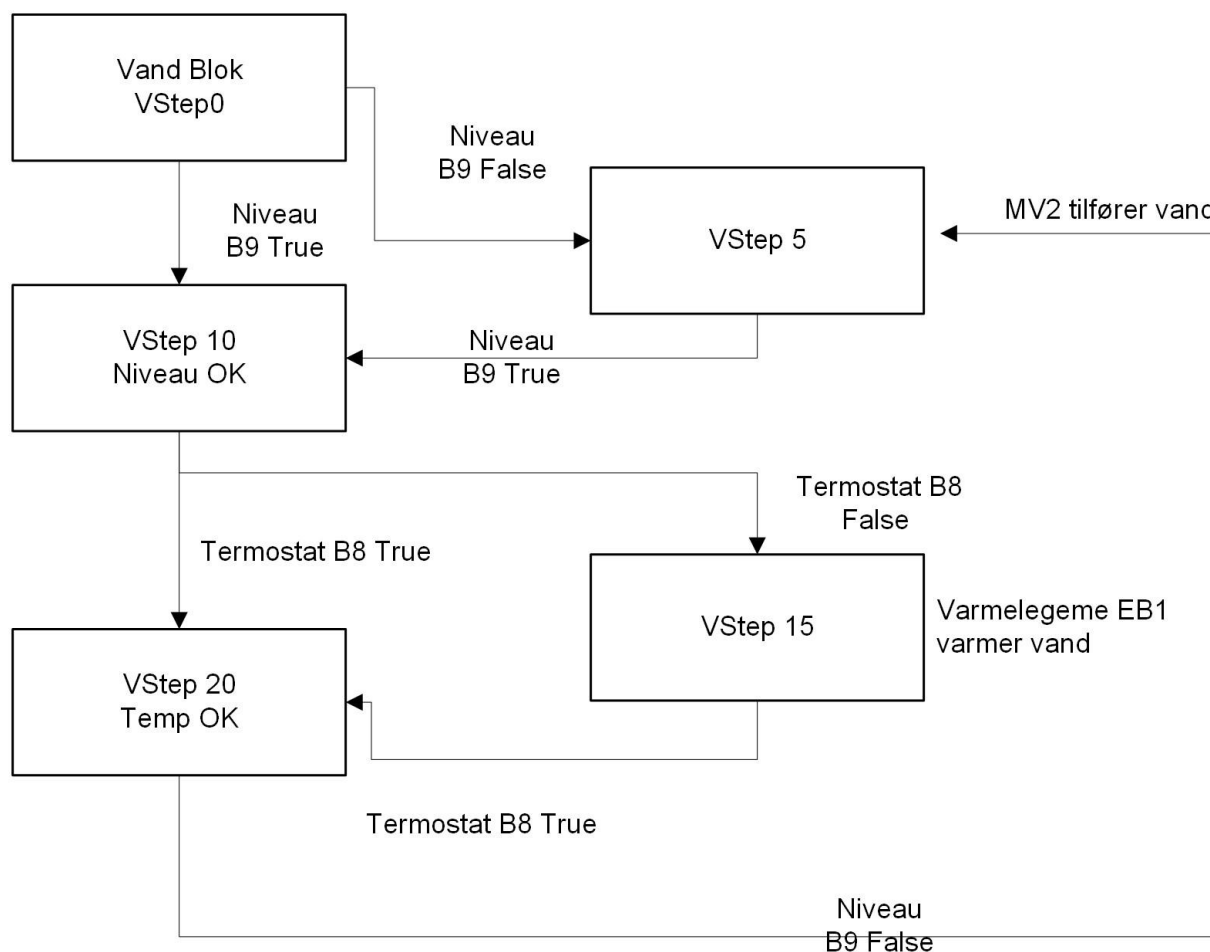


6.5. Vandpåfyldning

Denne delproces kontrollerer vandniveauet og fylder vand på via ventilen MV2, hvis vandniveauet er for lavt. Delprocessen kontrollerer også vandtemperaturen og aktiverer varmelegemet EB1, hvis vandtemperaturen er for lav. Systemet tilpasser sig altså dynamisk for at sikre korrekt vandniveau og -temperatur.

6.5.1. Sekvensdiagram

Figur 10. Sekvensdiagram for Vandpåfyldning



6.5.2. Procesbeskrivelse

Step 0: Vandstanden kontrolleres

Hvis systemet starter i en tilstand, hvor niveauet er for lavt (B9 = False), udløser dette overgangen til Step5. Her aktiveres MV2 for at tilføre vand. Hvis B9 = True, går systemet direkte til Step10.

Step 5: MV2 tilfører vand indtil vandstanden når det ønskede niveau udtrykt ved B9 = True.

Step10: Niveauet er korrekt

Det bekræftes, at niveauet er korrekt udtrykt ved B9 = True. Herefter kontrolleres temperaturen ved brug af B8. Hvis vandet ikke er varmt nok, udtrykt ved B8 = False, gås til Step15. Hvis det modsatte er tilfældet gås til Step20.

Step15: Varmelegeme EB1 varmer vand

EB1 aktiveres for at opvarme vandet indtil temperaturen når det ønskede niveau udtrykt ved B8 = True.

Step 20: Temperaturen er korrekt

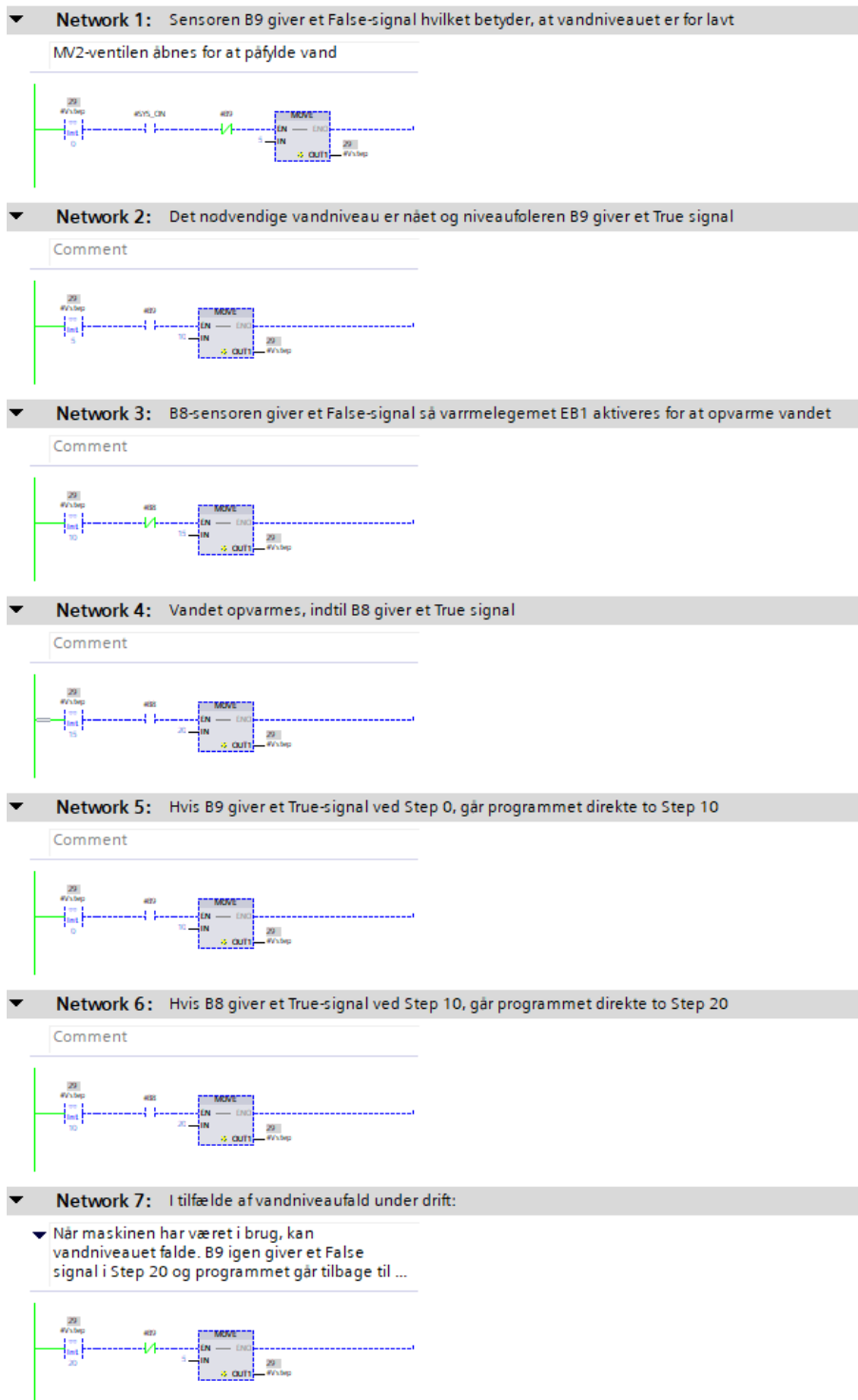
Det bekræftes, at temperaturen er korrekt udtrykt ved B8 = True. Vandstanden og temperaturen er nu begge i orden. Hvis niveauet efterfølgende falder (Niveau B9 = False), vender systemet tilbage til Step5 for at fylde vand op igen.

Step 29: Når stopsignalet er aktiveret

Systemet går til Step 29, stopper EB1 og MV2. Når der igen er driftssignal, går systemet til Step 0.

6.5.3. PLC-kode

Figur 11. PLC-kode for Vandpåfyldning



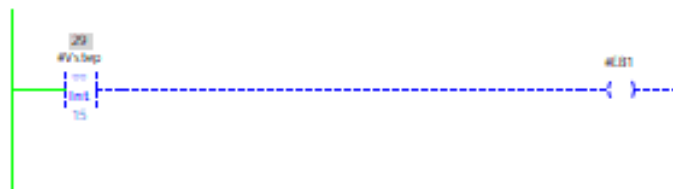
▼ Network 8: Vandpåfyldning ved MV2 ved Step 5

Comment



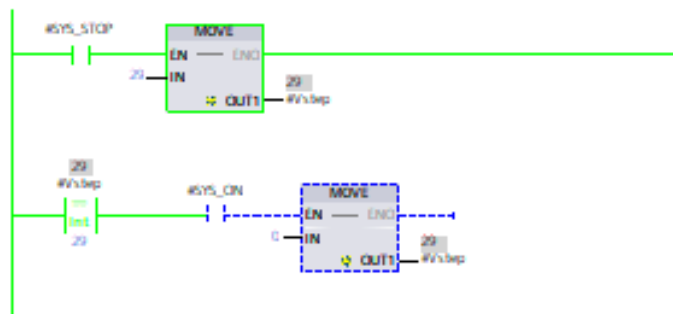
▼ Network 9: EB1 varmer vand op ved Step 15

Comment



▼ Network 10: Ved stop

Comment

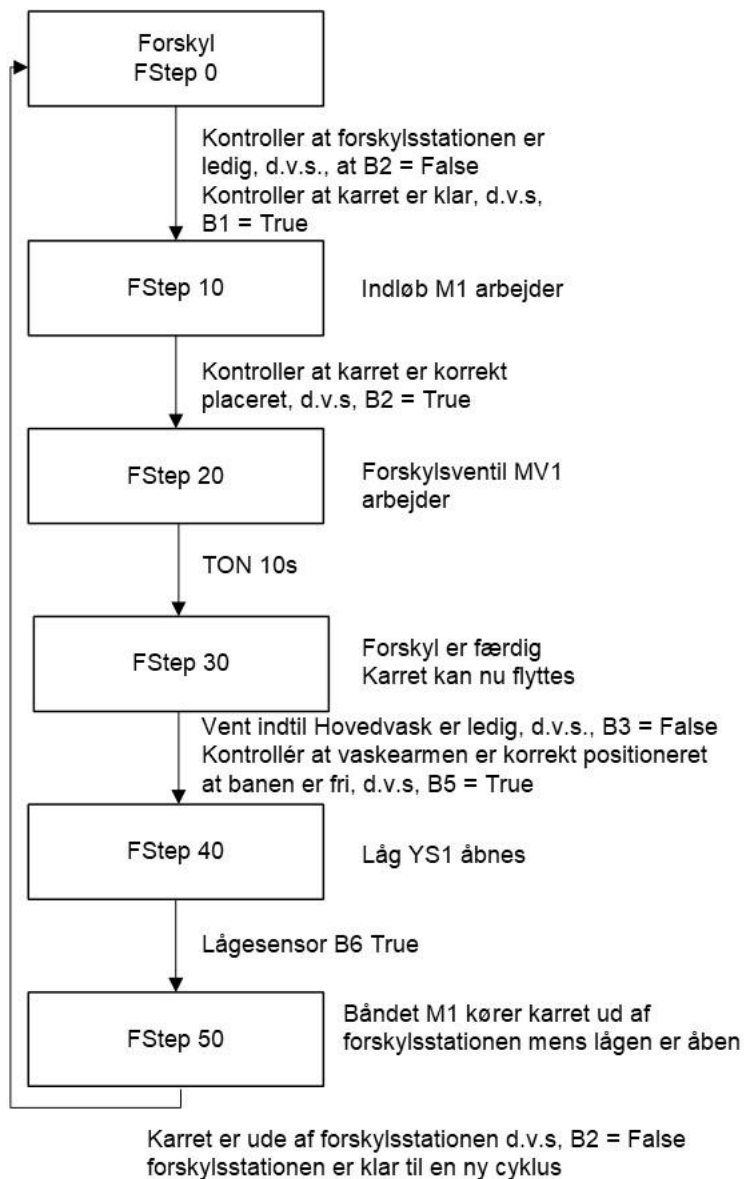


6.6. Forskyl

Forskyl sikrer, at karret gennemgår en forskylning og at det først flyttes til hovedvaskstationen, når denne er ledig.

6.6.1. Sekvensdiagram

Figur 12. Sekvensdiagram for Forskyl



6.6.2. Procesbeskrivelse

Step 0:

Når driftssignalet er True, kontrolleres det først om forskylsstationen er fri (B2 = False) og om karret er klar til behandling (B1 = True).

Step 10:

Hvis betingelserne i Step 0 er opfyldt, flytter M1 karret ind i forskylsstationen indtil B2 bekræfter at karret er korrekt placeret (B2 = True).

Step 20:

Når karret er korrekt placeret udføres forskyl. MV1 aktiveres og kører det antal millisekunder, der er fastsat i Forskyl_MSr

Step 30:

Det kontrolleres, om hovedvaskstationen er fri (B3 = False), at vaskearmen er korrekt placeret og at båndet er frit (B5 = True). Hvis hovedvaskstationen er optaget, venter karret på forskylsstationen, indtil det kan flyttes sikkert.

Step 40:

YS1 åbnes, så karret kan transporteres videre.

Step 50:

Lågesensor B6 registrerer, at lågen er helt åben (B6 = True). M1 flytter karret ind i hovedvaskeren. Når B2 registrerer, at karret er ud af forskylsstationen (B2 = False) lukkes YS1. Forskylsstationen er derefter fri og klar til at starte en ny cyklus.

Step 59:

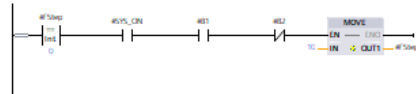
Når stopsignalet er aktiveret går programmet til Step 59 og åbner YS1 så karret i hovedvaskeren kan blive fjernet.

6.6.3. PLC-kode

Figur 13. PLC-kode for Forskyl

▼ **Network 1:** Step 0: Start. Kontroller at der er nyt kar (B1 rising edge) og ledig plads på forskylsstation (B2 = False)

▼ Hvis stationen er optaget, venter karret, indtil der er ledi...



▼ **Network 2:** Step10: Transport til forskylsstation

▼ Transportbåndet M1 kører karret frem, indtil det er korrekt placeret (B2 = True)



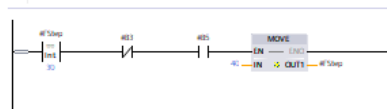
▼ **Network 3:** Step 20:Forskyl i gang

Ventilen MV1 aktiveres og skyller karret i 10 sekunder



▼ **Network 4:** Step 30: Forberedelse af flyt af karret til hovedvaskstationen

...



▼ **Network 5:** Step 40: Indgang til hovedvaskstationen

▼ Kontroller at lågen Y51 er åben (B6 = True), hvorefter karret kan køres ind i hovedvaskstationen

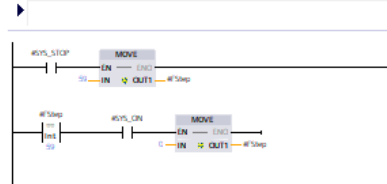


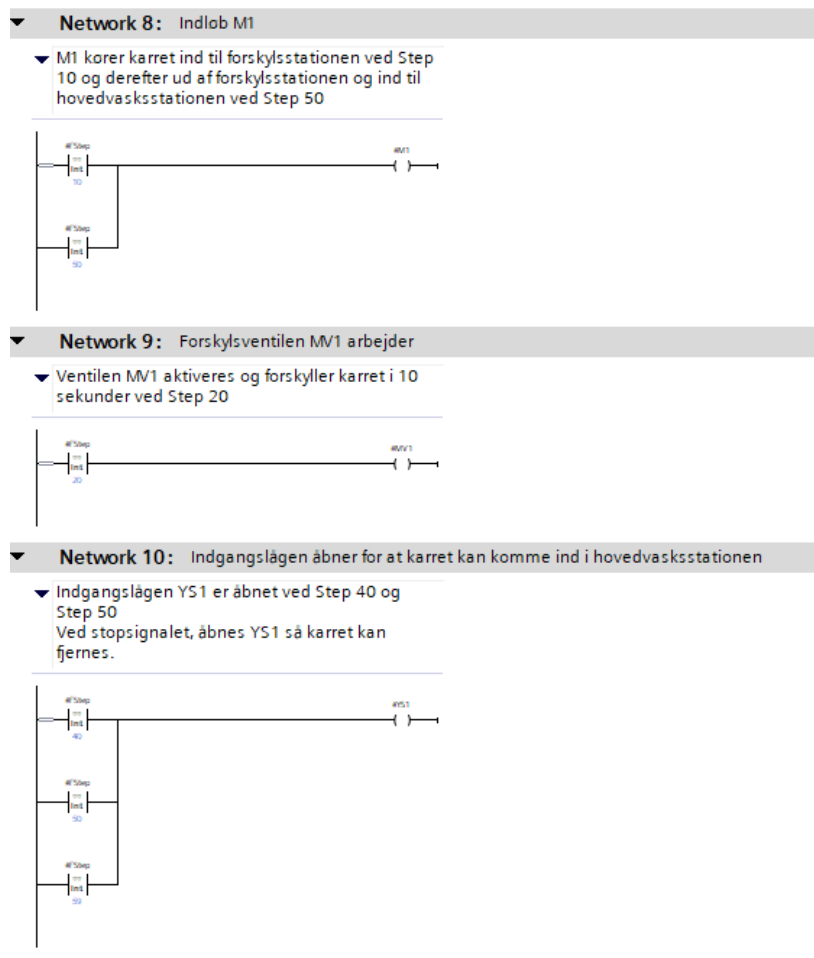
▼ **Network 6:** Step 50: Flytning til hovedvaskeren

▼ Transportbåndet M1 flytter karret ind i hovedvaskeren indtil B2=False.
Forskylsstationen er nu klar til en ny cyklus.



▼ **Network 7:** Ved stop



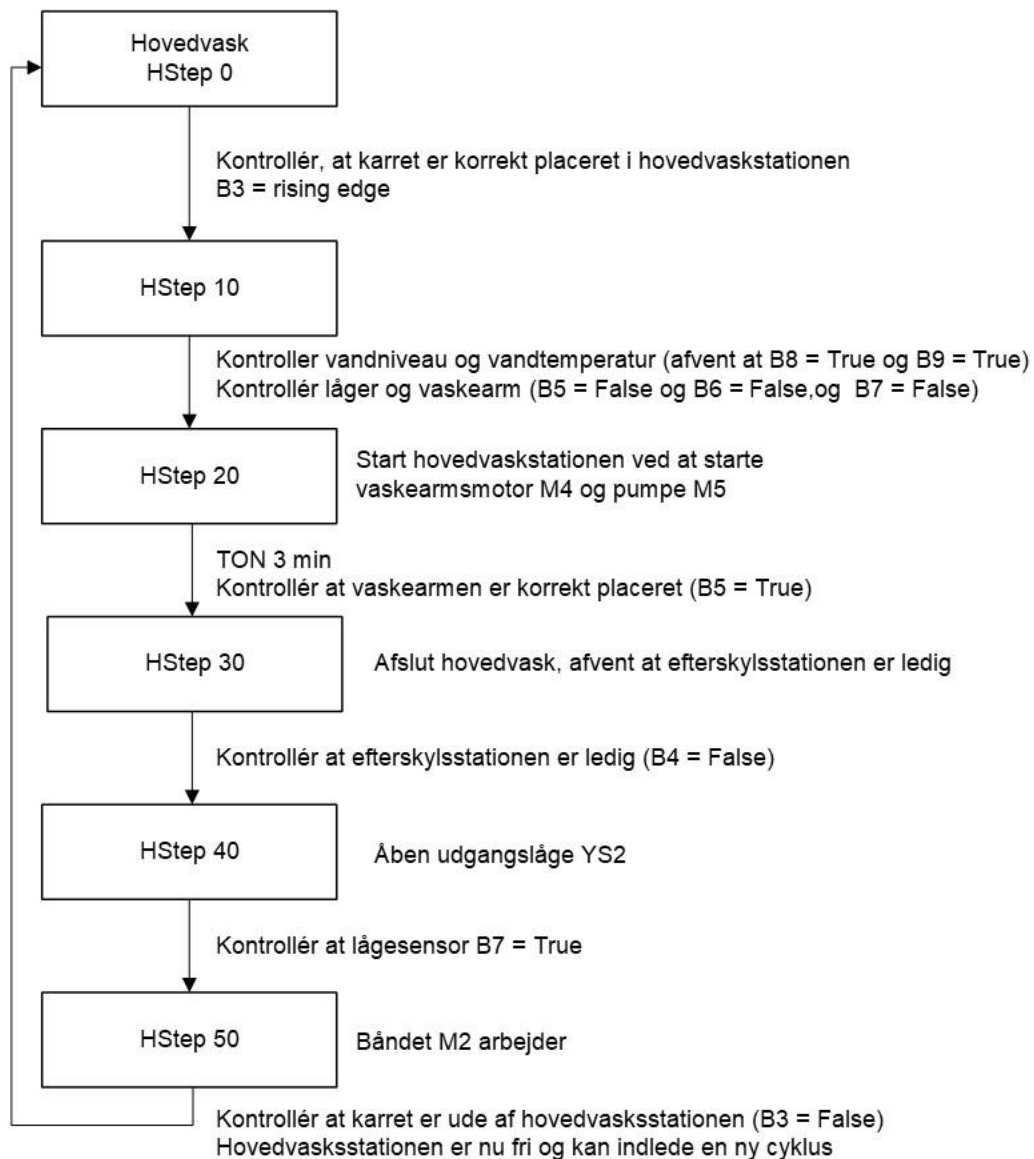


6.7 Hovedvask

Hovedvask sikrer, at karret gennemgår en hovedvask og det først bliver flyttet til efterskylsstationen, når denne er fri.

6.7.1. Sekvensdiagram

Figur 14. Sekvensdiagram for Hovedvask



6.7.2. Procesbeskrivelse

Step 0:

Hovedvask aktiveres når driftssignalet er True og når karrets position er korrekt, det vil sige at B3 = rising edge.

Step 10:

Hvis vandniveauet og temperaturen er ikke passende, venter karret indtil korrekt niveau og temperatur opnås (B8 = True og B9 = True). Det kontrolleres at lågerne er lukkede (B6 = False og B7 = False). Det kontrolleres at lågerne er lukkede (B6 = False og B7 = False). Det kontrolleres at vaskearmen er korrekt placeret (B5 = True). Herefter kan hovedvasken indledes.

Step 20:

Vaskearmsmotoren M4 og pumpen M5 arbejder i Hovedvask_MS, den tid, der er valgt af brugeren. B5 bekræfter, at vaskearmen er tilbage i korrekt position (B5 = True).

Step 30:

Hovedvask afsluttes. Karret venter, indtil efterskylsstationen er fri (B4 = False).

Step 40:

Når der er plads i efterskylsstationen (B4 = False), åbnes YS2.

Step 50:

Det kontrolleres, at YS2 er åben (B7 = True). M2 kører, indtil karret er ude af hovedvaskstationen, og B3 registreres som False. YS2 lukkes. Hovedvaskstationen er nu ledig og klar til at starte en ny cyklus med et nyt kar.

Step 59:

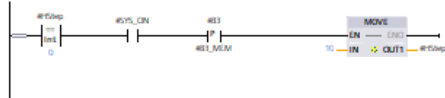
Ved stopsignalet går systemet til Step 59 og åbner YS2 så karret i hovedvaskeren kan fjernes.

6.7.3. PLC-kode

Figur 15. PLC-kode for Hovedvask

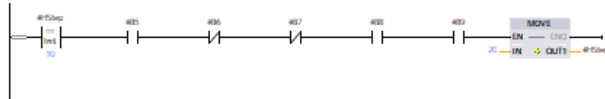
Network 1: Step 0: Hovedvask aktiveres

Registrer karrets position ved B3 rising edge



Network 2: Step 10: Der udføres kontrol af vandniveau, temperatur, lågernes position vaskearmens position.

- Hvis vandniveauet og temperaturen er ikke korrekt, afventer karret korrekte niveauer (B8 = True og B9 = True) .Lågerne er lukkede når B6 = False og B7 = False. Vaskearmen er korrekt placeret når B5= True.



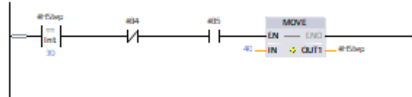
Network 3: Step 20: Vaskearmsmotor M4 og pumpen M5 arbejder i Hovedvask_MS millisekunder.

Comment



Network 4: Step 30: Hovedvask afsluttes

...

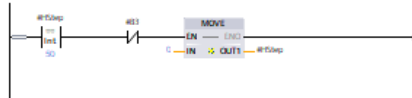


Network 5: Step 40: Når låget er åbent , registreres lågesensor B7 = True

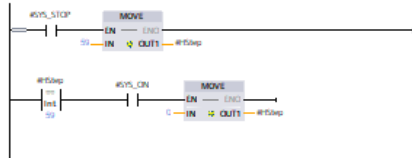
- Transportbånd M2 og M3 kører, så karret flyttes ud af hovedvaskstationen.

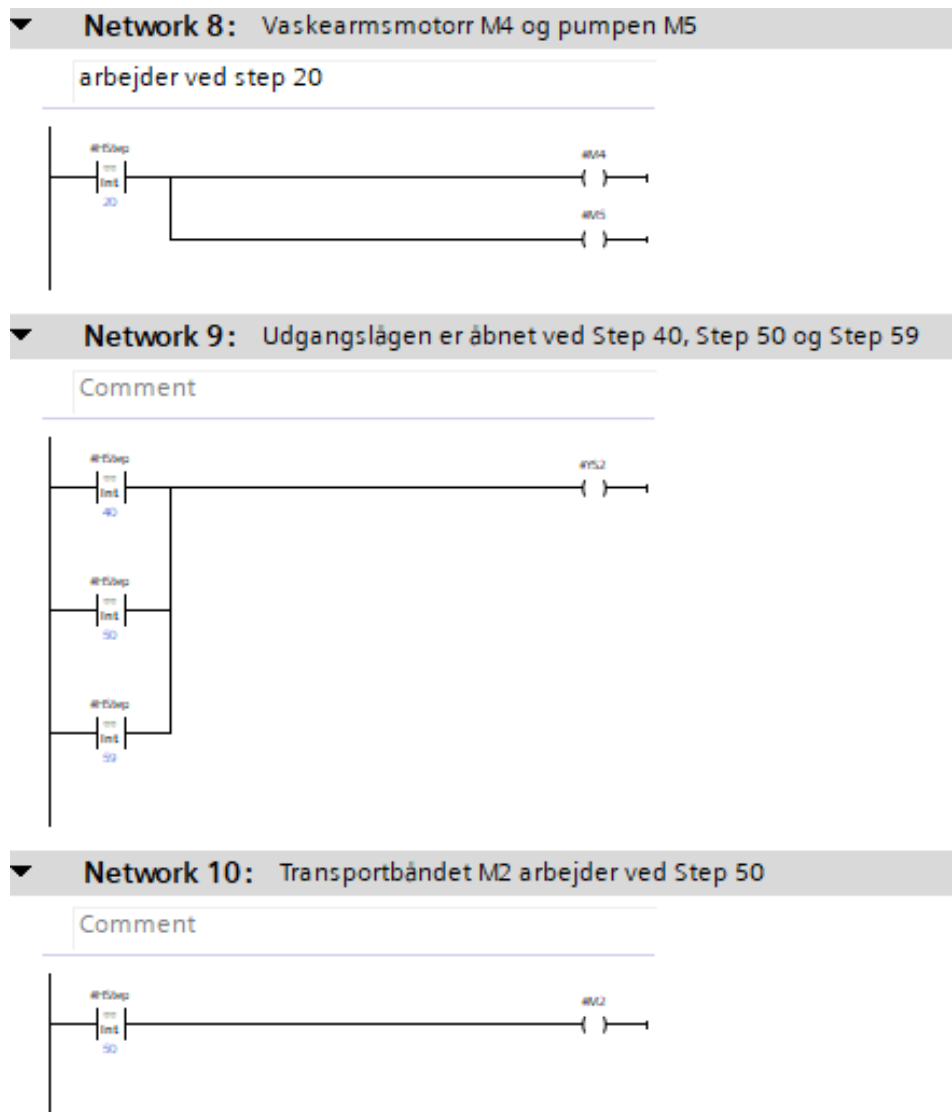


Network 6: Step 50: Karret er ude af hovedvaskstationen, Hovedvask afsluttes og en ny cyklus med et nyt kar:



Network 7: Ved stop



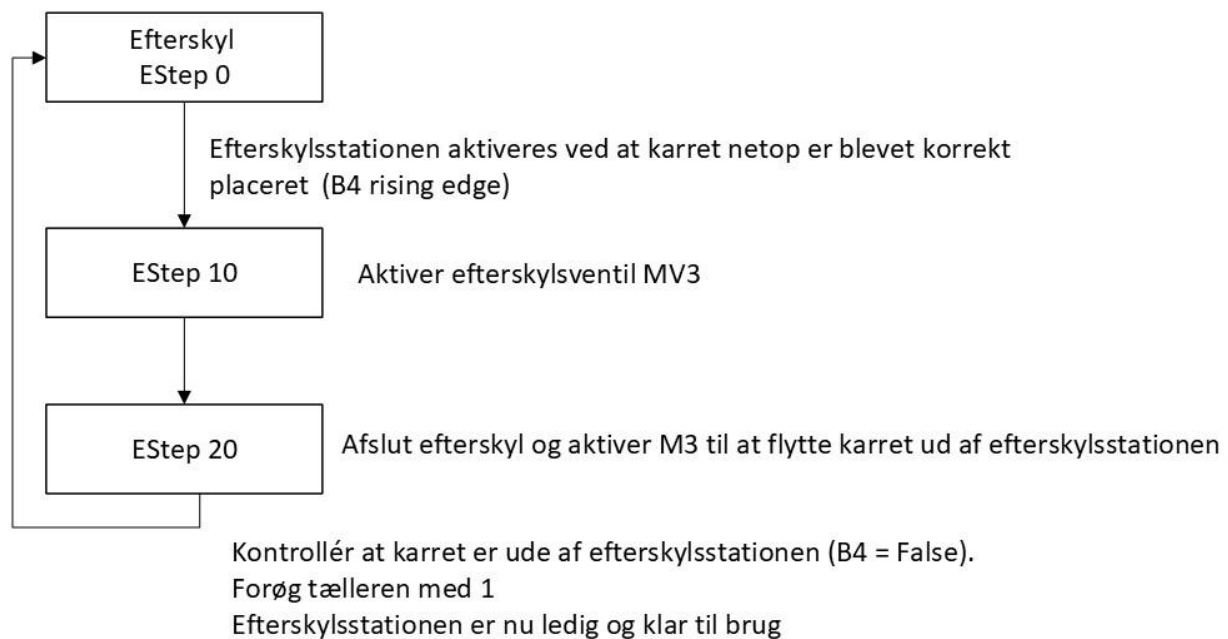


6.8 Efterskyl

Blokken udfører efterskyl, hvorefter karret transporteres ud af systemet og tælleren forøges med 1.

6.8.1. Sekvensdiagram

Figur 16. Sekvensdiagram for Efterskyl



6.8.2. Procesbeskrivelse

Step 0:

Efterskyl aktiveres når driftssignalet er True og B4 er rising edge.

Step 10:

Efterskyl udføres. Ventilen MV3 aktiveres og arbejder i Efterskyl_MS, den tid, der er valgt af brugeren.

Step 20:

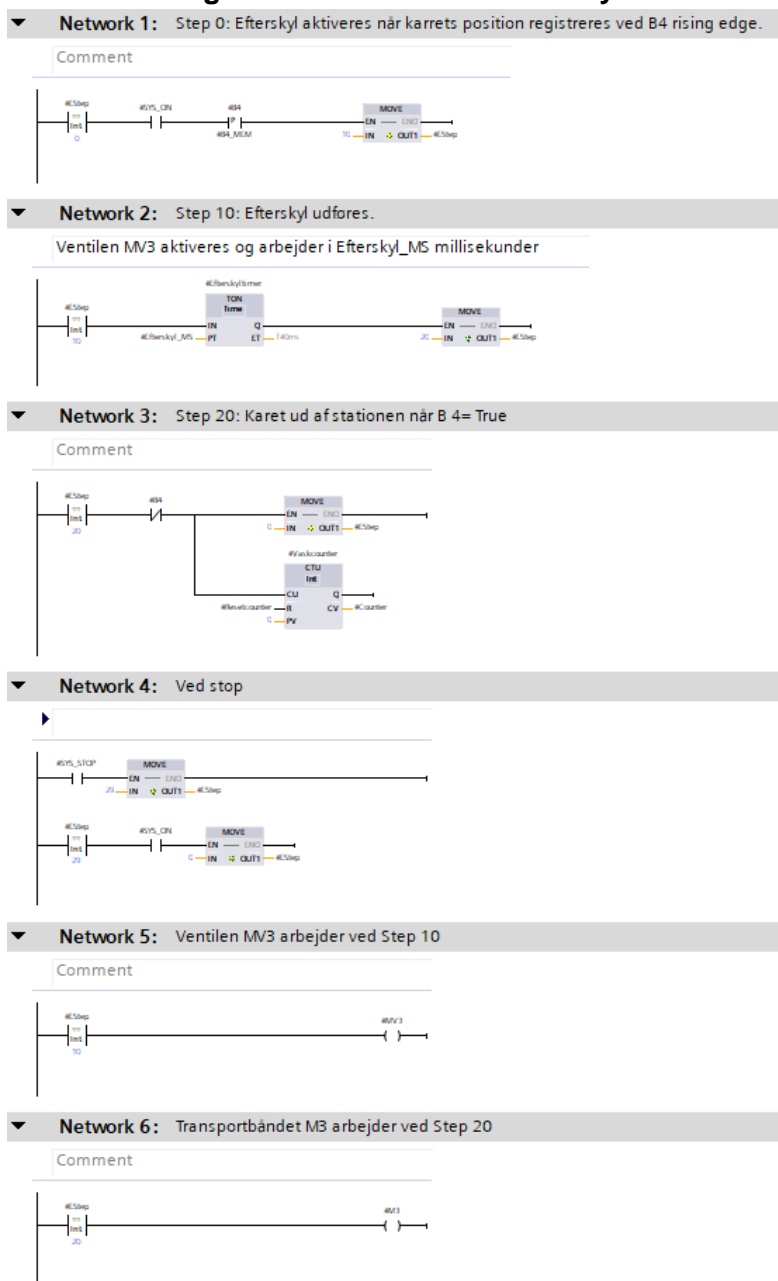
Når efterskyl er afsluttet flytter Transportbånd M3 karret ud af efterskylsstationen og B4 registreres som False. Herefter forøges Counter med 1. Efterskylsstationen er nu fri og klar til at starte en ny cyklus med et nyt kar.

Step 29:

Ved stopsignalet går systemet til Step 29, hvor stationen ikke arbejder indtil driftssignalet på ny aktiveres.

6.8.3. PLC-kode

Figur 17. PLC-kode for Efterskyl



6.9 HMI

Det er et krav fra kunden, at samtlige komponenter skal fremgå af HMI og ikke alene af kontrolltavlen. Tabellen viser de HMI-tags, der er input fra operatøren til PLC og de tags, der er output fra PLC til operatøren.

Tabel 10. HMI Tags & Code

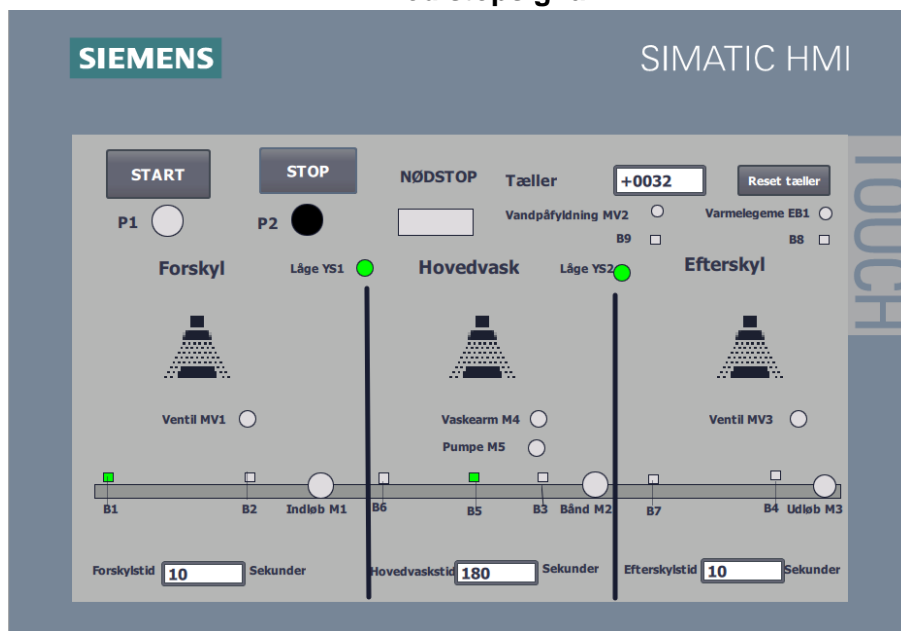
HMI Tag	PLC tag	DataType	Source comments	Acquisition cycle	Options	Column1	Koding
Input til PLC fra Operatør							
Start	StartHMI	Bool	Start	100ms	Elements-Button	Events	Press- Setbit: Start, Restbit: Stop
Stop	StopHMI	Bool	Stop	100ms	Elements-Button	Events	Press - Setbit: Stop, Restbit: Start
ResetCounter	ResetCounter	Bool	Reset counter	100ms	Elements-Button	Events	Press - Setbit: Resetcounter, Release- Resetbit: Resetcounter
Forskylstimer	HMI_Ftimer	Time	Indstil forskylstid i sekunder	100ms	Elements-Input Field	Properties	Decimal: 0, Format Pattern: s999
Hovedvaskstimer	HMI_Htimer	Time	Indstil hovedvasktid i sekunder	100ms	Elements-Input Field	Properties	Decimal: 0, Format Pattern: s999
Efterskylstimer	HMI_Etimer	Time	Indstil efterskylstid i sekunder	100ms	Elements-Input Field	Properties	Decimal: 0, Format Pattern: s999
Output fra PLC							
Counter	Counter	Int		100ms	Elements-Output Field	Properties	Decimal: 0, Format Pattern: s9999
P1	P1	Bool	Driftslys	100ms	Basic Objects	Animations	Color= Green while Tag value= 1
P2	P2	Bool	Stoplys	100ms	Basic Objects	Animations	Color= Black while Tag value= 1
Nødstop indikator	NSindikator	Bool	Nødstop fra sikkerhedsrelæ	100ms	Basic Objects	Animations	Color= Red while Tag value= 1
M1	M1	Bool	Indløb	100ms	Basic Objects	Animations	Color= Green while Tag value= 1
M2	M2	Bool	Hovedvasker transportbånd	100ms	Basic Objects	Animations	Color= Green while Tag value= 1
M3	M3	Bool	Udløb transportbånd	100ms	Basic Objects	Animations	Color= Green while Tag value= 1
M4	M4	Bool	Vaskearm	100ms	Basic Objects	Animations	Color= Green while Tag value= 1
M5	M5	Bool	Pumpe	100ms	Basic Objects	Animations	Color= Green while Tag value= 1
MV1	MV1	Bool	Forskylsventil	100ms	Basic Objects	Animations	Color= Green while Tag value= 1
MV2	MV2	Bool	Vandpåfyldning	100ms	Basic Objects	Animations	Color= Green while Tag value= 1
MV3	MV3	Bool	Efterskylsventil	100ms	Basic Objects	Animations	Color= Green while Tag value= 1
B1	B1	Bool	Sensor ved indgang	100ms	Basic Objects	Animations	Color= Green while Tag value= 1
B2	B2	Bool	Sensor ved forvask	100ms	Basic Objects	Animations	Color= Green while Tag value= 1
B3	B3	Bool	Sensor ved hovedvask	100ms	Basic Objects	Animations	Color= Green while Tag value= 1
B4	B4	Bool	Sensor ved efterskyl	100ms	Basic Objects	Animations	Color= Green while Tag value= 1
B5	B5	Bool	Sensor ved vaskearm	100ms	Basic Objects	Animations	Color= Green while Tag value= 1
B6	B6	Bool	Sensor ved indgangslåge	100ms	Basic Objects	Animations	Color= Green while Tag value= 1
B7	B7	Bool	Sensor ved udgangslåge	100ms	Basic Objects	Animations	Color= Green while Tag value= 1
B8	B8	Bool	Termostat	100ms	Basic Objects	Animations	Color= Green while Tag value= 1
B9	B9	Bool	Niveauføler	100ms	Basic Objects	Animations	Color= Green while Tag value= 1
YS1	YS1	Bool	Indgangslåge	100ms	Basic Objects	Animations	Color= Green while Tag value= 1
YS2	YS2	Bool	Udgangslåge	100ms	Basic Objects	Animations	Color= Green while Tag value= 1

Samtlige de definerede tags kan ses på HMI-interfacet, der er vist på figuren nedenfor. Indikatorerne viser, om en given komponent er aktiv (lyser) eller passiv (lyser ikke). P1-indikatoren lyser grønt, når driftssignalet er True. Der er en række mindre indikatorlys for hver delproces. P2-indikatoren er sort fremfor grå når Stop er aktiveret.

Figur 18. HMI ved driftssignal



HMI ved stopsignal



6.10 Test af produkt

Koden er testet i simulator, hvor det er bekræftet, at den fungerer som ønsket. Der er ikke foretaget test på en fysisk karvasker.

6.11 Projektlandskabet

Projektlandskabet¹⁴ er et middel til at skabe et præcist billede af projektets aktuelle tilstand og få denne til at give mening for projektdeltageren som eneste interne interessent.

Udgangssituationen i teamet var at MX Consulting var en start-up med en strategi om at lave automatiseringsløsninger. Projektets mål er at løse opgaven og skabe en tilstand, hvor start-upen kan få nye ordrer og hvor projektdeltageren oplever arbejdsglæde. Ressourcerne bestod i tid og energi og basistilstanden bar præg af at være ny studerende på KEA. Opgaverne løsningsdesign, kodning af PLC, design af HMI og udarbejdelse af dokumentation er blevet udført i tre iterationer:

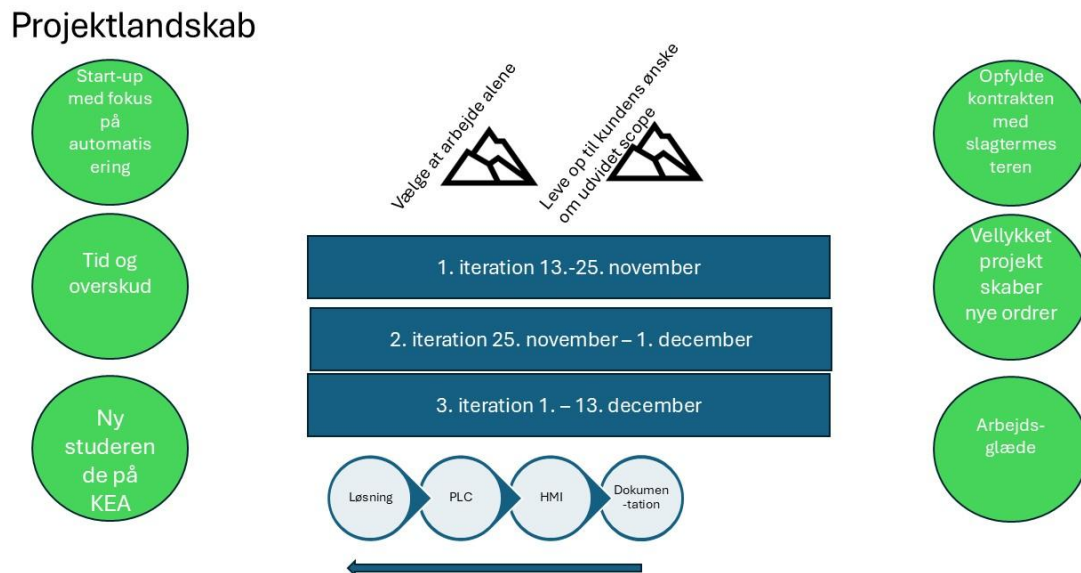
- 1. iteration (13.-25. november): Fokus på at lave et udkast uden mange detaljer.
- 2. iteration (25. november-1. december): Udkastet blev forbedret og tilpasset kravene i opgaven.
- 3. iteration (1.-13. december): Fokus på kvalitetssikring, der blev skrevet kommentarer i PLC-koden og denne blev gjort Library conformant.

Der var to udfordringer undervejs. Det var oprindeligt tanken at udarbejde projektet i en gruppe af 4 personer, men gruppen kunne ikke blive enige om gruppekontrakten, hvorfor projektdeltageren valgte at lave et individuelt projekt. Det gav bedre kontrol og indsigt, da projektdeltageren selv stod for hele projektet i stedet for kun dele af et større projekt. Den 15. november blev der holdt møde med Slagtermesteren der uddybede projektets krav, hvorefter løsningen skulle tilpasses.

¹⁴ Olsen og Lassen Projektledelse 2019

Hele dette forløb, fra målsætning over iterationer og udfordringer til opnåelse af målsætninger, er vist på projektlandskabet i Figur 19.

Figur 19. Projektlandskab



7. Evaluerings- og læringsfasen

7.1 Evaluering

Evalueringen sker i forhold til de tre mål:

1. Opfylde kontrakten med slagtermesteren
2. Skabe mulighed for nye forretninger
3. Arbejdsglæde

Der gennemføres en summativ evaluering, hvor det undersøges om aftalen er leveret, en formativ evaluering, hvor det undersøges om processen har været den rigtige, og en generativ evaluering, hvor det undersøges om det næste projekt bør ledes på en anden måde.

Tabel 11. Evaluering

Evalueringsform	Emne	Konklusion
Summativ evaluering	Blev opgaven leveret	Ja, det ses at løsningen har den ønskede funktionalitet
Formativ evaluering	Var processen den rigtige	Det valgtes at arbejde iterativt, og dette viste sig at være rigtigt, fordi kravene ændrede sig undervejs (møde 15. november 2024) og fordi anden iteration gjorde det muligt at forbedre det første udkast.
Generativ evaluering	Kan det gøres bedre næste gang	Der kunne have været afholdt flere kundemøder i løbet af processen, hvilket ville have givet en bedre forståelse af hvorvidt en pausefunktion og en stopfunktion ville skabe værdi.

De enkelte leverancer evalueres i nedenstående skema.

Tabel 12. Evaluering

	Inhold	Kvalitet	Tidsfaktor	Bemærkning
Opgavetekst	5	4	5	Lever op til krav og tid, kunne have været uddybet
PLC-programmering	5	5	5	Lever op til krav og tid
HMI-programmering	5	4	5	Lever op til krav og tid, meget enkelt brugerinterface
CE-mærkning, herunder brugsanvisning og overensstemmelses-erklæring	5	5	5	Lever op til krav og tid, brugsanvisningen er god og lever op til ønsket om at informere medarbejderne
Løsningsbeskrivelse	5	5	5	Lever op til krav og tid og til ønsket om at informere medarbejderne
Funktionsbeskrivelse	5	4	5	Lever op til krav og tid, enkel funktionsbeskrivelse
EI-dokumentation	5	4	5	Lever op til krav og tid, enkel dokumentation

7.2 Læring

De to første mål i afsnit 7.1. handler om at levere det, der blev aftalt, og skabe nye forretningsmuligheder. Det er mål, der følger et ydrestyret perspektiv. Det ser udefra på, om resultaterne blev opnået, og om der kom nye forretninger ud af det. Evalueringen

viser, at det var en god idé at arbejde iterativt, men at der kunne have været mere samarbejde og dialog med kunden.

Det sidste mål er, at deltageren skal føle arbejdsglæde. Det følger et indrestyret perspektiv. Det handler om hendes egen oplevelse og er mere personligt. En vigtig ting, hun har lært, er, at det giver meget glæde at arbejde i en start-up og i et miljø med fokus på innovation, som på KEA.

8. Perspektivering & Refleksion

8.1 Hvad gik godt og hvad gik mindre godt?

Det lykkedes at levere det aftalte leverance. Projektet var meget mere end bare kode, idet projektstyring og dokumentation tog en stor del af tiden.

8.2 Hvad skulle have været gjort anderledes?

Der har været to muligheder for at gøre tingene anderledes. Det ville have været godt med kundens feedback på udformningen af stop-funktionen. Det var ikke klart, om det var bedst med et fuldt stop af maskinen ved stop, eller om det var bedre at transportbåndet fortsatte med at transportere karrene til Sensor B1 eller B4. Ud fra et sikkerhedshensyn er det valgt, at maskinen stopper straks, og at karrene derefter fjernes fra transportbåndene.

Den anden mulighed er at en pausefunktion, der er forskellig fra stop. Når der trykkes på Pause på HMI, stopper driften af anlægget. Driften kan genstartes via S1 eller HMISTart uden karrene skal fjernes fra transportbåndene. Der er dog begrænset behov for en pauseknop, fordi en normal vaskecyklus kun tager 3-5 minutter. Samtidig øger pausefunktion kompleksiteten og kræver ekstra test uden nødvendigvis at øge

produktiviteten. Endelig er der ikke plads til at beskrive pausefunktionen i opgaven. MX Consulting har derfor udladt Pausefunktionen i hovedbesvarelsen men har udviklet PLC-kode og HMI-kode til en pausefunktion, der er vist i Bilag 11. Hvis feedback fra kunden viser behov, kan Bilag 11 bruges.

8.3 Var forløbet af projektstyringen en succes?

Valget af iterativ tilgang viste sig at være det rigtige, da det for eksempel var muligt at arbejde med Pause-funktionen til sidst i processen, hvor de andre leverancer var færdige.

8. 4 Hvad kan gøres anderledes eller bedre næste gang?

Det ville være godt med mere interaktion med kunden. Nye funktioner skaber kompleksitet og tager tid, og de skal kun med hvis de skaber værdi for kunden. Næste gang vil der derfor fra starten blive afholdt flere kundemøder.

9. Konklusion

Leverancerne lever op til kravene opgaven er gennemført inden deadline.

Litteraturliste

<https://semistaal.com/karvasker/> Besøgt d. 11/11

Niels Vestergaard Olsen, Susanne Mussmann Lassen, 2019, *Projektledelse*, Trojka

Asger Westh, Ansat stod inde i livsfarlig maskine på slagteri,

<https://fagbladet3f.dk/ansat-stod-inde-i-livsfarlig-maskine-paa-slagteri/> Besøgt 13/11