

# PLC-undersökning

Mathias Nilsdorff

Examensarbete för Ingenjör (YH)-examen

El- och automationsteknik

2022 Vasa

## EXAMENSARBETE

Författare: Mathias Nilsdorff

Utbildning och ort: El- och automationsteknik, Vasa

Inriktning: Automationsteknik

Handledare: Joachim Böling

Titel: PLC-undersökning

---

Datum: 15.4.2022 Sidantal: 51

---

### Abstrakt

Detta examensarbete undersöker en potentiell ersättare för företaget WeTech Solutions Oy nuvarande PLC-leverantör samt behandlar skillnaderna mellan utvecklingsmiljöerna CODESYS och Sysmac Studio. Arbetet ger även läsaren en inblick i hur ett nytt system skulle kunna se ut och hur man gör för att flytta över ett projekt till en ny utvecklingsmiljö.

I den första delen av arbetet behandlas IEC 61131–3 standarden samt vad ett marincertifikat innebär. Efter detta introduceras CODESYS och Sysmac Studio där läsaren får en inblick i vad dessa två är.

Efter detta behandlas skillnaderna mellan CODESYS och Sysmac Studio där skillnaderna i versionskontroll, programmering, HMI-utveckling och simulering behandlas. Efter detta görs det en undersökning i hur man smidigast skulle flytta över ett projekt från Sysmac Studio till CODESYS.

Vidare undersöks nya potentiella leverantörer som skulle kunna ersätta den nuvarande leverantören Omron. Sedan presenteras lösningarna som de potentiella leverantörerna har skapat.

Slutligen presenteras ett resultat av några leverantörer som kan potentiellt ersätta den nuvarande leverantören och en diskussion hålls om hur arbetet utfördes och problem som uppstod i samband med arbetet.

---

Språk: svenska

Nyckelord: PLC, Sysmac Studio, CODESYS

# OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Mathias Nilsdorff

Koulutus ja paikkakunta: Sähkö- ja automaatiotekniikka, Vaasa

Suuntautumisvaihtoehto: Automaatiotekniikka

Ohjaaja: Joachim Böling

Nimike: PLC-tutkimus

---

Päivämäärä: 15.4.2022      Sivumäärä: 51

---

## Tiivistelmä

Tämä opinnäytetyö tutkii yrityksen WeTech Solutions Oy:n nykyisen PLC-toimittajan mahdollista korvaajaa ja käsittelee CODESYS- ja Sysmac Studio -kehitysympäristöjen välisiä eroja. Työ antaa lukijalle myös käsityksen siitä, miltä uusi järjestelmä voisi näyttää ja miten projekti siirretään uuteen kehitysympäristöön.

Työn ensimmäisessä osassa käsitellään IEC 61131-3 -standardia ja sitä, mitä merenkulkutodistus tarkoittaa, minkä jälkeen CODESYS ja Sysmac Studio esitellään ja lukija saa käsityksen siitä, mitä nämä ovat.

Tämän jälkeen käsitellään CODESYSin ja Sysmac Studion välisiä eroja, joissa tarkastellaan versiohallinnan, ohjelmoinnin, HMI-kehityksen ja simuloinnin eroja. Tämän jälkeen tutkitaan, miten projekti voidaan siirtää Sysmac Studiosta CODESYSiin mahdollisimman sujuvasti.

Lisäksi tutkitaan uusia mahdollisia toimittajia, jotka voisivat korvata nykyisen toimittajan Omronin. Toimittajat, jotka täyttivät kaikki WeTech Solutions Oy:n uudelle PLC:lle asettamat vaatimukset, esittävät uuden ratkaisun.

Lopuksi esitellään tulokset toimittajista, jotka voisivat korvata nykyisen toimittajan, ja keskustellaan työn suorittamisesta ja työn aikana ilmenneistä ongelmista.

---

Kieli: ruotsi

Avainsanat: PLC, Sysmac Studio, CODESYS

## **BACHELOR'S THESIS**

Author: Mathias Nilsdorff

Degree Programme: Electrical Engineering and Automation, Vaasa

Specialisation: Automation Technology

Supervisor(s): Joachim Böling

Title: PLC-study

---

Date: 15.4.2022    Number of pages: 51

---

### **Abstract**

This thesis examines a potential replacement for the company WeTech Solutions Oy current PLC supplier and addresses the differences between the development environments CODESYS and Sysmac Studio. The work also gives the reader an insight into what a new system might look like and how to go about moving a project to a new development environment.

The first part of the paper deals with the IEC 61131-3 standard and what a marine certificate entails. After this, CODESYS and Sysmac Studio are introduced and the reader is given an insight into what these two are.

This is followed by a discussion of the differences between CODESYS and Sysmac Studio where the differences in version control, programming, HMI development, and simulation are discussed. After this, an investigation is made into how to move a project smoothly from Sysmac Studio to CODESYS.

Furthermore, new potential suppliers that could replace the current supplier Omron are discussed. The suppliers who met all the points that WeTech Solutions Oy had for a new PLC will then present a new solution.

Finally, the results of suppliers that can replace the current supplier are presented and a discussion is held on how the work was carried out and problems that arose during the work.

---

Language: Swedish

Key words: PLC, Sysmac Studio, CODESYS

## Innehållsförteckning

1	Inledning .....	1
2	WeTech Solutions Oy .....	1
3	Krav för en ny PLC .....	2
3.1	Nuvarande system .....	2
3.2	Krav på ett nytt system.....	3
4	Marincertifikat.....	4
5	IEC 61131-3 .....	7
6	Utvecklingsmiljöer .....	8
6.1	CODESYS .....	9
6.2	Sysmac Studio .....	9
7	Skillnader mellan utvecklingsmiljöer.....	10
7.1	Programmering.....	10
7.2	Versionskontroll .....	11
7.2.1	Sysmac Studios versionskontrollsfunktioner .....	12
7.2.2	CODESYS versionskontrollsfunktioner (CODESYS Store SVN, u.å) .....	13
7.2.3	Praktisk test med CODESYS versionskontroll .....	14
7.2.4	SVN (Apache Subversion).....	16
7.2.5	GIT.....	18
7.2.6	Testresultat.....	18
7.2.7	Sammanfattning av skillnaderna mellan Sysmac Studio och CODESYS versionskontroll.....	19
7.3	HMI-utveckling.....	20
7.3.1	HMI-utveckling i CODESYS.....	20
7.3.2	HMI-utveckling i Sysmac Studio .....	21
7.3.3	WebVisu och TargetVisu .....	22
7.4	Simulering .....	23
7.4.1	POU-simulering.....	23
7.4.2	I/O-simulering.....	24
7.4.3	HMI-simulering .....	26
8	Överföring av ett Sysmac Studio projekt till CODESYS .....	27
8.1	PLCopen.....	27
8.2	Aktivering av XML-export i Sysmac Studio .....	28
8.3	Potentiella problem.....	29
8.4	XML-import/export för framtida användning.....	29
9	PLC-tillverkare som uppfyller kraven .....	29
9.1	Tillverkare som uppfyllde kraven.....	30
9.1.1	Kraven som skickades.....	31

9.1.2	Omrons system som referens .....	32
9.1.3	Beijer Electronics lösning .....	33
9.1.4	WAGOs lösning .....	36
9.1.5	Schneider Electronics lösning .....	40
9.1.6	ABB:s lösning .....	42
9.1.7	Phoenix Contacts lösning .....	44
9.2	Sammanfattning av alla offerter .....	46
9.3	Resultat av kartläggningen av leverantörer .....	47
10	Diskussion .....	48
11	Källförteckning .....	49

## Ordförklaringar

POU	Program Organization Unit
I/O	Input och Output dvs ingående och utgående kommunikation.
PLC	Programmable Logical Controller
Hot swapping	Byte av hårdvara när systemet är aktivt.
Runtime	Ett program som motsvarar hur en PLC eller en HMI körs. Används i en PC för att simulera dessa två enheter.

## 1 Inledning

I detta arbete görs en noggrann undersökning om det finns en potentiell ersättare för företaget WeTech Solutions Oy nuvarande PLC-enheter. Undersökningens mål är att hitta flera potentiella ersättare för att kunna skapa en miljö där WeTech Solutions inte är beroende av en PLC-tillverkare, utan att kunna använda sig av flera PLC-tillverkare om leverans av hårdvara eller andra problem förekommer. Detta vill man uppnå genom att använda sig av utvecklingsmiljön CODESYS och endast PLC-tillverkare som använder sig av CODESYS. Faktorer som kommer att behandlas är ett flertal olika vilka Wetech Solutions själv har valt som viktiga punkter som en ersättande PLC bör ha. Det kommer sedan att presenteras ett antal PLC-enheter som uppfyller de krav som WeTech Solutions satt, och efter det görs en elimineringsprocess för att se vilken PLC som kommer att fungera som huvudersättare, medan resten kommer att användas som sekundära ersättare om inte den huvudsakliga PLC-tillverkaren kan leverera produkten inom en viss tidsram eller andra problem förekommer.

## 2 WeTech Solutions Oy

Wetech Solutions Oy är ett företag som skapar lösningar för frekvensomriktare, permanentmagnetteknologi, DC-länkkraftdistribution och dedikerade energihanterings-system inom marine och byggindustrin.

Främst skapar de lösningar inom marine branschen, där de skapar lösningar för tvåtakts och fyrtaktsmotorer, med många olika lösningar för energibesparing. Detta utförs genom att utnyttja en axelgenerator som drivs av fartygets motor. Detta försörjer fartyget med el så att dieselgeneratorerna som vanligtvis fungerar som den huvudsakliga strömförsörjningen kan ha en lägre last eller helt och hållet vara avstängda.

Det finns även andra lösningar som WeTech Solutions erbjuder för att minska på driftskostnader för fartyg. (WeTech Solutions, u.å).

Solution Five	WE Drive™	Shaft Generator Motor	Hybrid Machinery	Ship wide DC Bus Power Distribution
Solution Four	WE Drive™	Shaft Generator Motor	Hybrid Machinery	DC-link Power Distribution
Solution Three	WE Drive™	Shaft Generator Motor	Boost Mode	
Solution Two	WE Drive™	Shaft Generator Motor	Take Me Home	
Solution One	WE Drive™	Shaft Generator Motor		ENERGY EFFICIENCY
Economical Operations		Hybrid Machinery	Efficient Power Distribution	Hybrid DC Machinery

Figur 1. WeTech Solutions Oy tjänster. (WeTech Solutions, u.å).

### 3 Krav för en ny PLC

För tillfället använder WeTech Solutions sig av Omron produkter huvudsakligen serierna Nj och Nx, dessa serier är begränsade till utvecklingsmiljön Sysmac Studio. Detta betyder att användarna är begränsad att endast använda Omrons utvecklingsmiljö, vilket medför att ingen flexibilitet för användning av annan hårdvara finns.

#### 3.1 Nuvarande system

Nj-301 och Nj-501 är de processorer som används mest i projekt inom WeTech Solutions. Nj-301 är den vanligaste och om mer prestanda krävs används Nj-501. NX-serien är inte i lika stor användning men förekommer om projektet inte kräver höga hastigheter på CPU eller när det är fråga om ett mindre projekt.

HMI-serien som används är NA-serien, som är Omrons HMI-serie med marincertifikat. Dessa kommer i storlekarna 7", 9", 12,1" och 15,4" här skulle även WeTech Solutions önska att möjligheten till större storlekar var en möjlighet.

Dessa har I/O-kort som medföljer baserat på PLC-serie som valts.



Figur 2. Omrons NA-HMI. (Omron IA, u.å.a).



Figur 3. Omron Nj 301. (Omron, u.å).



Figur 4. Omron Nj 501. (Omron IA, u.å.b).



Figur 5. Omron NX 102. (Omron IA, u.å.c).

### 3.2 Krav på ett nytt system

De gamla PLC-serierna når inte upp till WeTechs önskade nivå med bland annat funktioner som CPU-redundans, hårdvaruflexibilitet, hastigheter och versionskontroll. Dessa krav måste uppfyllas till en viss nivå för att en ersättning av det gamla systemet skall anses vara värt.

Det skall även noteras att alla produkter måste ha ett marincertifikat där certifikatet från DNV (Det Norske Veritas) är ett minimikrav men helst skall det finnas fler marincertifikat om möjligt.

Det nya systemet bör även kunna använda sig av utvecklingsmiljön CODESYS. Detta för att kunna skapa ett flexibelt system där WeTech Solutions inte är lika låst till en PLC-

tillverkare. Det måste även finnas en möjlighet att kunna importera/exportera XML-filer mellan SYSMAC Studio och CODESYS för att underlätta överflyttning av gamla projekt.

Det har även poängterats från Wetech Solutions att användning av en versionskontroll inte är möjligt med Sysmac Studio på grund av lösenordsskyddet som inte fungerar på POU (Program Organization Unit).

## 4 Marincertifikat

Produkterna bör ha marincertifikat eftersom de flesta projekt WeTech Solutions utför är till större fartyg, till vilka det krävs marincertifikat.

Ett marincertifikat är ett certifikat som kan ges till produkter som uppfyller alla säkerhetskrav som anses behövas till sjöss. Eftersom det finns massor med olika marina certifikat så skiljer sig reglerna och kraven för att få ett marincertifikat. Reglerna skiljer sig även beroende på skeppets storlek och var någonstans det funktionerar. Dessa tester avgör i vilka områden temperaturen, vibrationen, fuktigheten och IP-skyddet skall ligga inom. (DNV GL, 2015).

Som exempel: För att uppnå kraven för ett DNV-certifikat skall produkten uppnå krav inom klasser som sträcker sig från A till D. Dessa klasser placeras sedan på olika utrymmen produkten kan användas inom. (DNV GL, 2015).

Figur 6 till figur 9 kan man se vilka klasser som skall uppfyllas inom vilka områden. Dessa test skall utföras med en övervakare som har godkänts från DNV. (DNV GL, 2015).

Column I		Column II				
Parameters	Location within main area	MAIN AREAS ON BOARD				
		Machinery spaces	Control room, accommodation	Bridge	Pump room, holds, rooms with no heating	Open deck
Temperature	Inside cubicles, desks, consoles, etc. with temperature rise of 5°C or more	B	B	B	D	D
	All other locations	A	A	A	C	D
Humidity	Locations where special precautions are taken to avoid condensation	A	A	A	A	A
	All other locations	B	B	B	B	B
Vibration	On machinery such as internal combustion engines, compressors, pumps, including piping on such machinery	B	—	—	B	B
	Masts	—	—	—	—	C
	All other locations	A	A	A	A	A
EMC electro-magnetic compatibility	All locations within specified main areas	A	A	B	A	B
Enclosure	Submerged application	D	—	—	D	D
	Below floor plates in engine room	C	—	—	—	—
	All other locations	B	A	A	B	C

Figur 6. DNV klasskrav. (DNV GL, 2015).

Parameters	Class	Location	Minimum equipment specification	Minimum test level
Temperature	A	Machinery spaces, control rooms, accommodation, bridge	Ambient temperatures: 0°C to +45°C	Test Sec.3 [7] at 55°C. Not required if cyclic damp heat test Sec.3 [8.3] is performed
	B	Inside cubicles, desks, etc. with temperature rise of 5°C or more	Ambient temperatures: 0°C to +55°C	Test Sec.3 [7] at 70°C.
	C	Pump rooms, holds, rooms with no heating	Ambient temperatures: -25°C to +45°C	Test Sec.3 [7] at 55°C and test Sec.3 [9] at -25°C.
	D	Open deck, masts	Ambient temperatures: -25°C to +55°C	Test Sec.3 [7] at 70°C and test Sec.3 [9] at -25°C.

Figur 7. DNV klasskrav. (DNV GL, 2015).

Parameters	Class	Location	Minimum equipment specification	Minimum test level	
Humidity	A	Locations where special precautions are taken to avoid condensation	Relative humidity up to 96 % at all relevant temperatures.	Test Sec.3 [8.2] (no condensation)	
	B	All other locations	Relative humidity up to 100 % at all relevant temperatures	Test Sec.3 [8.3] (condensation)	
Vibration	A	On bulkheads, beams, deck, bridge	Frequency range: 2 <sup>+1</sup> <sub>-0</sub> –13.2 Hz, Amplitude: 1.0 mm (peak value) Frequency range: 13.2–100 Hz, Acceleration amplitude: 0.7 g	Test Sec.3 [6.2] or Test Sec.3 [6.3] depending on available test equipment	
	B	On machinery such as internal combustion engines, compressors, pumps, including piping on such machinery	Frequency range: 2 <sup>+1</sup> <sub>-0</sub> –25 Hz, Amplitude: 1.6 mm (peak value) Frequency range: 25–100 Hz, Acceleration amplitude: 4.0 g Frequency range: 40– 2000 Hz, acceleration 10.0g, duration 90 minutes at 600°C, only for equipment installed on the exhaust gas pipes of diesel engines.	Test Sec.3 [6.2]	
	C	Masts	Frequency range: 2 <sup>+1</sup> <sub>-0</sub> –15 Hz, Amplitude: 2.5 mm (peak value) Frequency range: 15–50 Hz, Acceleration amplitude: 2.3 g		
EMC	A	All locations except bridge and open deck	Immunity	Reference specifications:	
				Conducted low frequency	Test Sec.3 [14.4]
				Electrical fast transient/burst	Test Sec.3 [14.5]
				Electrical slow transient surge	Test Sec.3 [14.6]
				Conducted radio frequency	Test Sec.3 [14.7] – Table 22
				Radiated electromagnetic field	Test Sec.3 [14.8]
	Emission	Radiated	Test Sec.3 [14.10] – Sec.3 [14.11]		
		Conducted	Test Sec.3 [14.10] – Sec.3 [14.12]		
	B	All locations including bridge and open deck	Immunity	Conducted low frequency	Test Sec.3 [14.4]
				Electrical fast transient/burst	Test Sec.3 [14.5]

Figur 8. DNV klasskrav. (DNV GL, 2015).

Parameters	Class	Location	Minimum equipment specification	Minimum test level	
			Immunity	Electrical slow transient/surge	Test Sec.3 [14.6]
				Conducted radio frequency	Test Sec.3 [14.7] – Table 22/Table 23
				Radiated electromagnetic field	Test Sec.3 [14.8]
				Electrostatic discharge	Test Sec.3 [14.9]
			Emission	Radiated	Test Sec.3 [14.10] – Sec.3 [14.11]
				Conducted	Test Sec.3 [14.10] – Sec.3 [14.12]
Enclosure	A	Control rooms, accommodation, bridge	IP 20	Test IEC Pub. no. 60529	
	B	Engine room	IP 44		
	C	Open deck, masts, below floor plates in engine room	IP 56	Salt Mist Test Sec.3 [10]. and	
	D	Submerged application, bilges	IP 68	Test IEC Pub. no. 60529	

Figur 9. DNV klasskrav. (DNV GL, 2015).

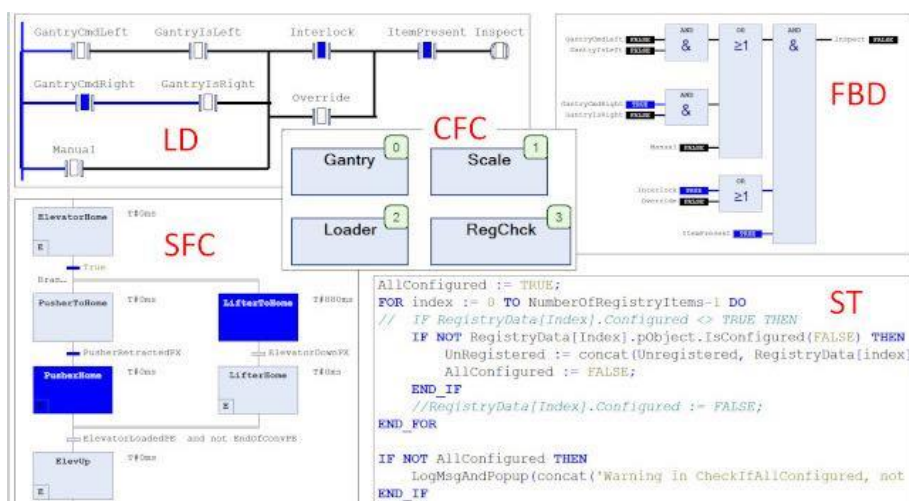
De flesta större länder har egna stiftelser eller företag som kan bidra med marincertifikat, som till exempel DNV (Det Norske Veritas), ABS (American Bureau of Shipping), CCS (China Classification Society) och många andra. De flesta av dessa hör även till den internationella organisationen IACS (International Association of Classification Societies) vilket är en internationell organisation som arbetar med att göra säkerheten inom marinbranschen bättre. (IACS, u.å).

## 5 IEC 61131-3

IEC 61131-3 (International Electrotechnical Commission) fungerar som standarden inom PLC-programmering, IEC 61131-3 skapades 1993. Det tog inte länge före den ansågs som den internationella standarden inom PLC-programmering. (PLCopen IEC 61131-3 standard, u.å).

Eftersom alla stora PLC-tillverkare använder sig av IEC 61131-3 skiljer sig programmeringen minimalt mellan dessa, vilket underlättar bytet av utvecklingsmiljöer eftersom användaren inte behöver lära sig ett nytt programmeringsspråk. (PLCopen IEC 61131-3 standard, u.å).

IEC 61131-3 bygger på fem olika programmeringsspråk, två textbaserade språk, Instruction List och Structured Text och tre grafiska språk, Ladder Diagram, Function Block Diagram och Sequential Function Chart. (PLCopen IEC 61131-3, 2013).



Figur 10. Exempel på IEC 61131-3 programmeringsspråk. (Pratt, 2020).

Uppbyggnaden av ett program med IEC 61131-3 bygger på POU (Program Organization Units). Dessa fungerar som lokala program som körs inom processorn, vilket betyder att alla program körs individuellt. Data kan bytas mellan olika program men det sker dock inte automatiskt och användaren måste själv skapa en kommunikation mellan programmen. (PLCopen how to recognize IEC 61131-3 programming system, u.å)

Det används även funktioner och funktions block när man skapar ett program med IEC 61131-3, båda två fungerar som POU men skillnaden är att en funktion kallas direkt med sitt namn och inte genom en instans och den kan även användas som en operand i andra

uttryck. Medan ett funktions block måste kallas på genom en instans. (Differences Between a Function and a Function Block, u.å)

I detta exempel ser man hur ett funktionsblock används i ett program där variablerna från programmet skickas till funktions blocket och används där.

```

1  PROGRAM MyProgram_ST
2  VAR
3      Timer_ON: TON; // Function Block Instance
4      Timer_RunCd: BOOL;
5      Timer_PresetValue: TIME := T#5S;
6      Timer_Output: BOOL;
7      Timer_ElapsedTime: TIME;
8  END_VAR

1  Timer_ON(
2      IN:=Timer_RunCd,
3      PT:=Timer_PresetValue,
4      Q=>Timer_Output,
5      ET=>Timer_ElapsedTime);

```

Figur 11. Funktionsblock exempel. (Differences Between a Function and a Function Block, u.å).

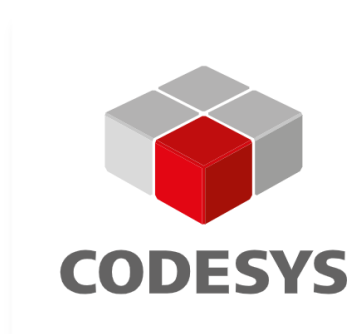
## 6 Utvecklingsmiljöer

De två utvecklingsmiljöer som nämns i detta arbete är Sysmac Studio och CODESYS. Sysmac Studio är Omrons utvecklingsmiljö för deras PLC-enheter och är enbart menade för Omrons hårdvara. CODESYS är en utvecklingsmiljö som är utvecklad av CODESYS group och använder sig av öppen källkod. Detta betyder att flertal PLC-tillverkare använder sig av CODESYS eller har skapat en egen version av CODESYS.



Figur 12. Sysmac Studio logo.

(Omron Sysmac Studio, u.å).



Figur 13. CODESYS Logo.

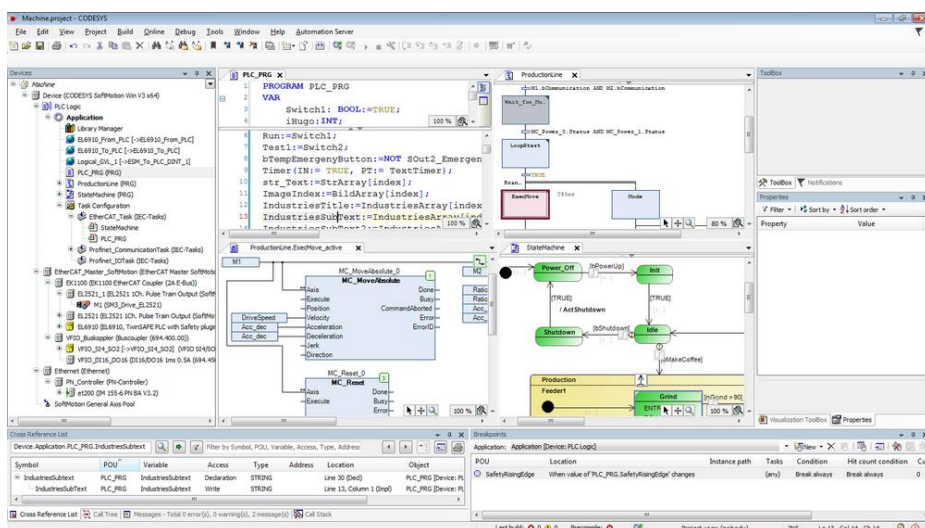
(CODESYS, u.å).

## 6.1 CODESYS

CODESYS är skapat av företaget CODESYS Group som är baserade i Tyskland, CODESYS är skapat med öppen källkod vilket betyder att hårdvarutillverkare kan använda sig av CODESYS eller bygga en egen utvecklingsmiljö med CODESYS som bas. (CODESYS System, u.å).

Den nuvarande versionen 3.5 är den senaste versionen som släppts av CODESYS Group och är även den versionen de flesta hårdvarutillverkare har valt att arbeta med. Vissa tillverkare har valt att fortsätta med versionen 2.3 som är den föregående versionen av CODESYS. (CODESYS, u.å).

CODESYS är baserat på programmeringsstandarden IEC 61131–3 dvs (FBD, LD, IL\*, ST och SFC) används för programmeringen. (CODESYS, u.å).

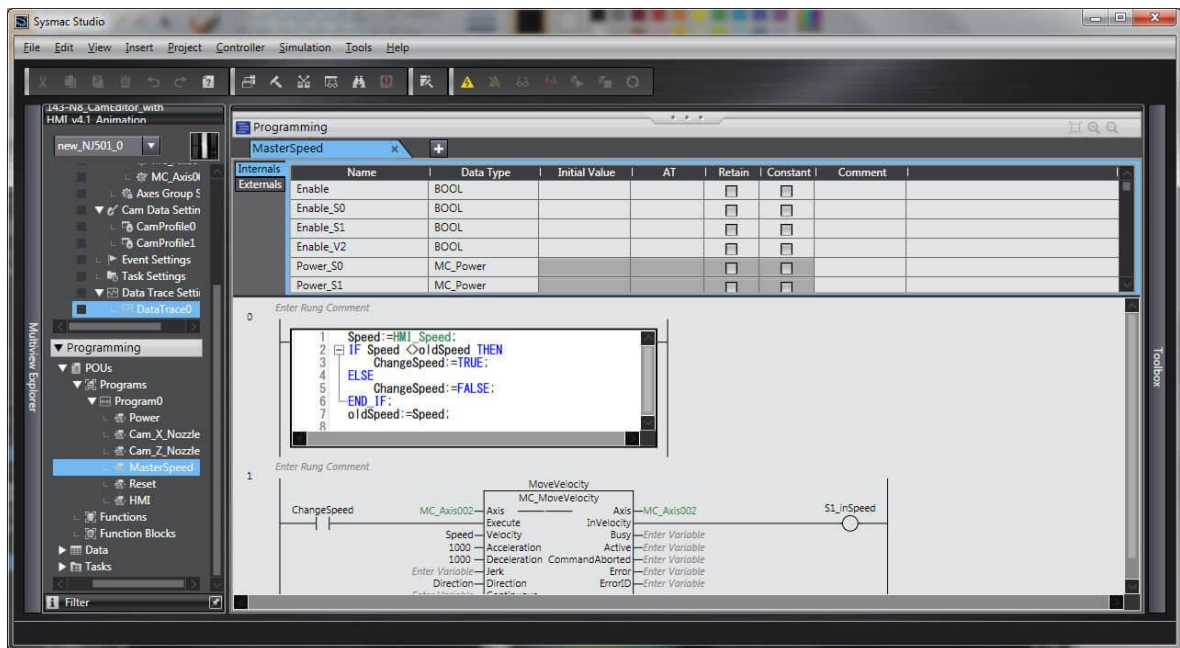


Figur 14. CODESYS-utvecklingsmiljö. (CODESYS Store, u.å).

## 6.2 Sysmac Studio

Sysmac Studio är utvecklat av företaget Omron i Japan. Sysmac Studio är baserat på programmeringsstandarden IEC 61131–3 vilket betyder att programmeringsspråken FBD, LD, IL\*, ST och SFC används för att programmera i Sysmac Studio. (Omron Automation, u.å).

Sysmac Studio används för alla Omrons PLC-serier det vill säga Nj 301, Nj 501, NX100 och så vidare. (Omron Automation, u.å).



Figur 15. Sysmac Studio utvecklingsmiljö. (Omron Sysmac Studio, u.å).

## 7 Skillnader mellan utvecklingsmiljöer

Det finns en hel del skillnader mellan CODESYS och Sysmac Studio när det kommer till de visuella skillnaderna. För att programmera PLC-hårdvara är de relativt lika eftersom båda är baserade på IEC 61131–3 standarden, CODESYS har dock mer flexibilitet med funktioner eftersom det är öppen källkod och användaren har möjlighet att ladda ner tilläggs paket som tredje parter har skapat.

Projekten som skapas i CODESYS har även mer flexibilitet att användas med fler PLC-tillverkare eftersom utvecklingsmiljön används av flera PLC-tillverkare, Sysmac Studio är låst till enbart Omrons produkter.

### 7.1 Programmering

Både Sysmac Studio och CODESYS använder sig av industristandarden IEC 61131–3 vilket betyder att programmeringen i bägge utvecklingsmiljöerna är nästan identiska. Båda utvecklingsmiljöerna använder två textbaserade språk Instruction List och Structured Text, tre grafiska språk Ladder Diagram, Function Block Diagram och slutligen Sequential Function Chart.

Båda programmen erbjuder även användning av OOP (Object Oriented Programming). CODESYS erbjuder också OOIP (Object Oriented Industrial Programming) vilket används för att förenkla programmen så att användarna skall ha det lättare att använda slutprodukten.

Skapande av data typer som variabler, enumerationer osv. skiljer sig från utvecklingsmiljöerna där CODESYS använder sig av ett textbaserat system för att skapa data typerna medan Sysmac Studio använder sig av en lista med kolumner för att skapa data typerna.

## 7.2 Versionskontroll

En versionskontroll används för att spåra och hantera ändringar i ett projekt. Detta används för att underlätta arbetet i ett större team. (Gitlab version control, u.å).

Genom att använda versionskontroller undviker man att skada koden eller skapa konflikter inom programmet eftersom man alltid kan gå tillbaka till en äldre version av projektet/programmet. Man kan även se vem som har gjort en ändring i ett projekt för att lätt kunna samarbeta och dela upp arbeten inom ett större projekt. (Gitlab version control, u.å).

Beroende på vilka behov ett team har för ett projekt kan versionskontroll vara lokal, centraliserad eller distribuerad. Använder man sig av en lokal versionskontroll sparas alla filer lokalt på systemet medan ett centraliserat system sparar ändringarna på en ensam server. Ett distribuerat system klonar en fjärr förvaring och använder sig av flera servrar för att underlätta ett större projekt, om arbetet sträcker sig över fler länder. (Gitlab version control, u.å).

För tillfället har WeTech Solutions ingen versionskontroll i användning pga. lösenordsskyddet för POUn fungerar inte om man vill använda versionskontroller i Sysmac Studio.

Eftersom WeTech Solutions växer snabbt och större projekt blir mer vanliga kommer en fungerande versionskontroll att vara ett måste i framtiden för att underlätta arbetet och kommunikationen inom organisationen.

Sysmac Studio erbjuder en versionskontroll som är baserad på GIT. Denna versionskontroll går dock inte att använda med krypteringsbehoven WeTech har. Detta problem förekommer även med CODESYS versionskontroll eftersom krypteringen är problematisk att överföra. Detta går att kringgå i CODESYS vilket förklaras senare i arbetet.

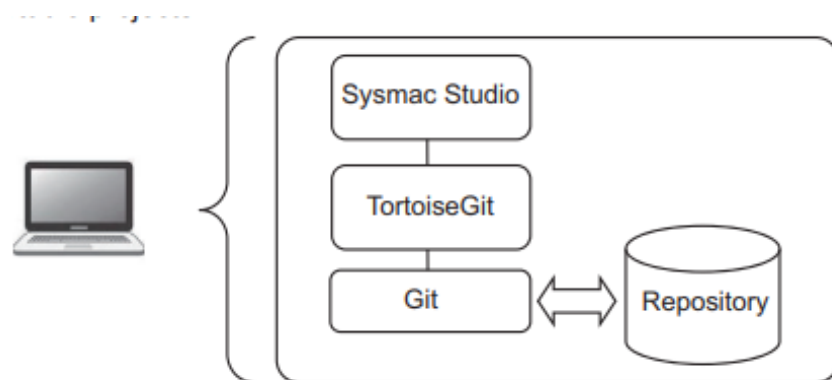
### 7.2.1 Sysmac Studios versionskontrollsfunktioner

- **Projekt registerhantering** (Sysmac Studio version control, 2020).

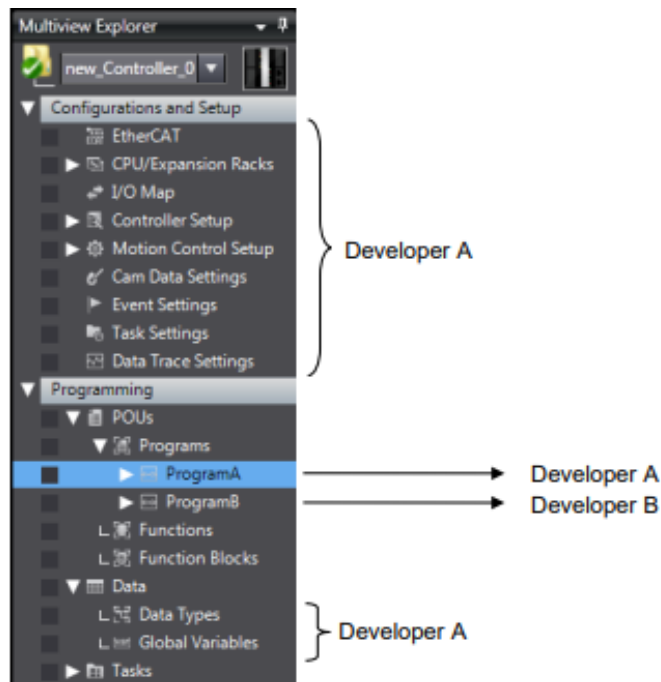
Denna funktion erbjuder möjligheten att skapa ett ändrings register där andra användare har möjlighet att se vad som har gjorts i projektet samt se vad som har ändrats med datum och tid.

- **Projektutveckling med flera utvecklare** (Sysmac Studio version control, 2020).

Denna funktion gör det möjligt för flera användare att arbeta på samma projekt med möjligheten att sammanfoga koden till ett enda projekt. För att undvika att flera användare sammanfogar koden tillika finns även möjligheten att välja vem som har rättighet att sammanfoga projektet.



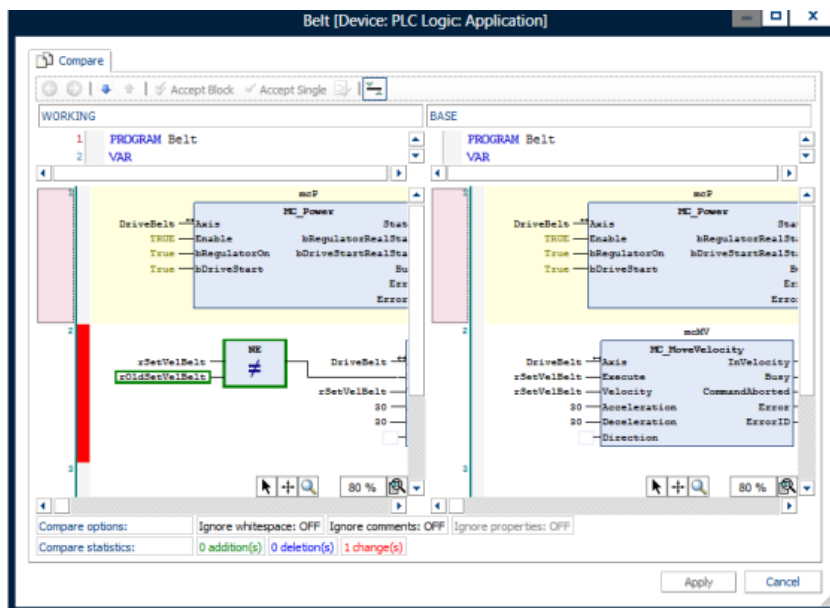
Figur 16. Ett projekt med versionskontroll. (Sysmac Studio version control, 2020).



Figur 17. Exempel på ett projekt där arbeten har blivit fördelade. (Sysmac Studio version control, 2020).

## 7.2.2 CODESYS versionskontrollfunktioner (CODESYS Store SVN, u.å)

- Logg över ändringar
- Återställning utav gamla revideringar av ensamma filer
- Arkivering utav specifika revideringar av ett projekt
- Koordination av delad åtkomst för utvecklare
- Simultan utveckling av flera grenar utav ett projekt



Dialog for comparison of the current version with the base version of the project in the Subversion repository

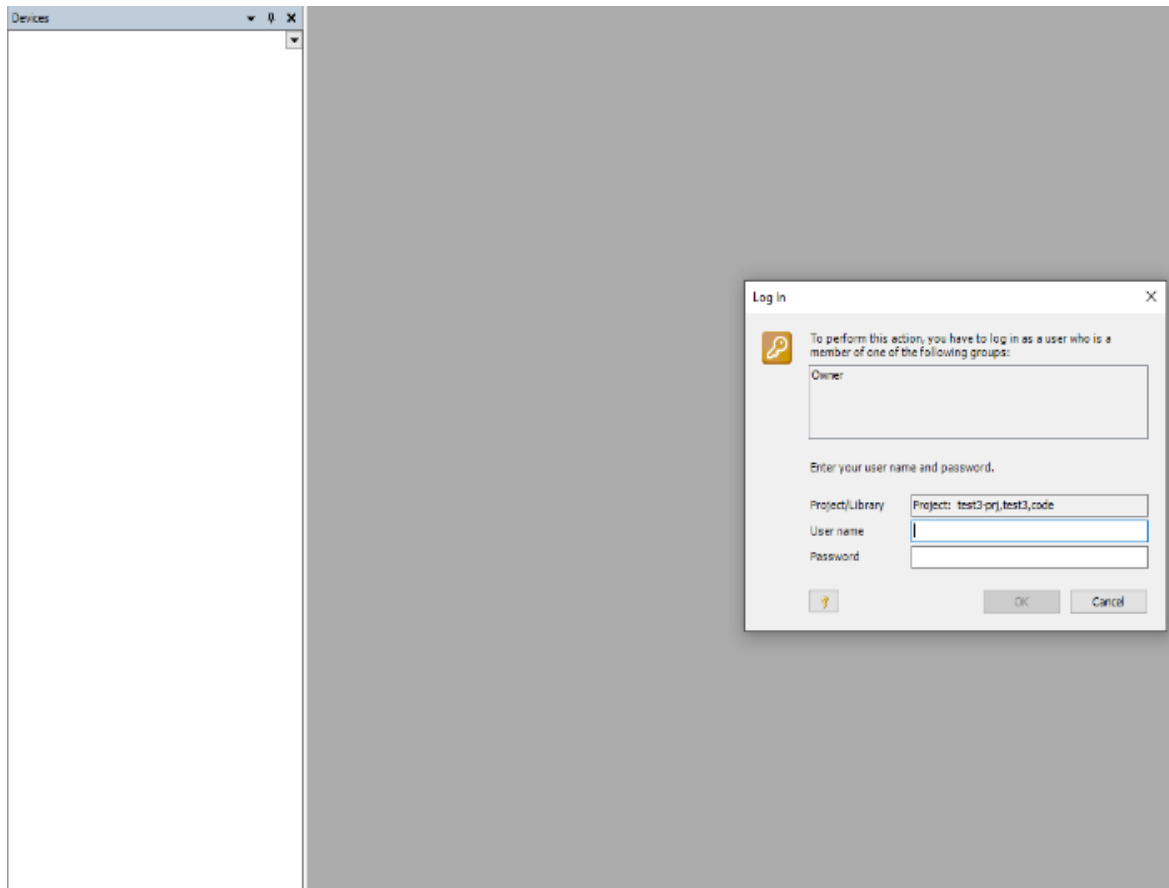
Figur 18. Praktiskt exempel av versionskontrollen i CODESYS. (CODESYS Store SVN, u.å).

### 7.2.3 Praktisk test med CODESYS versionskontroll

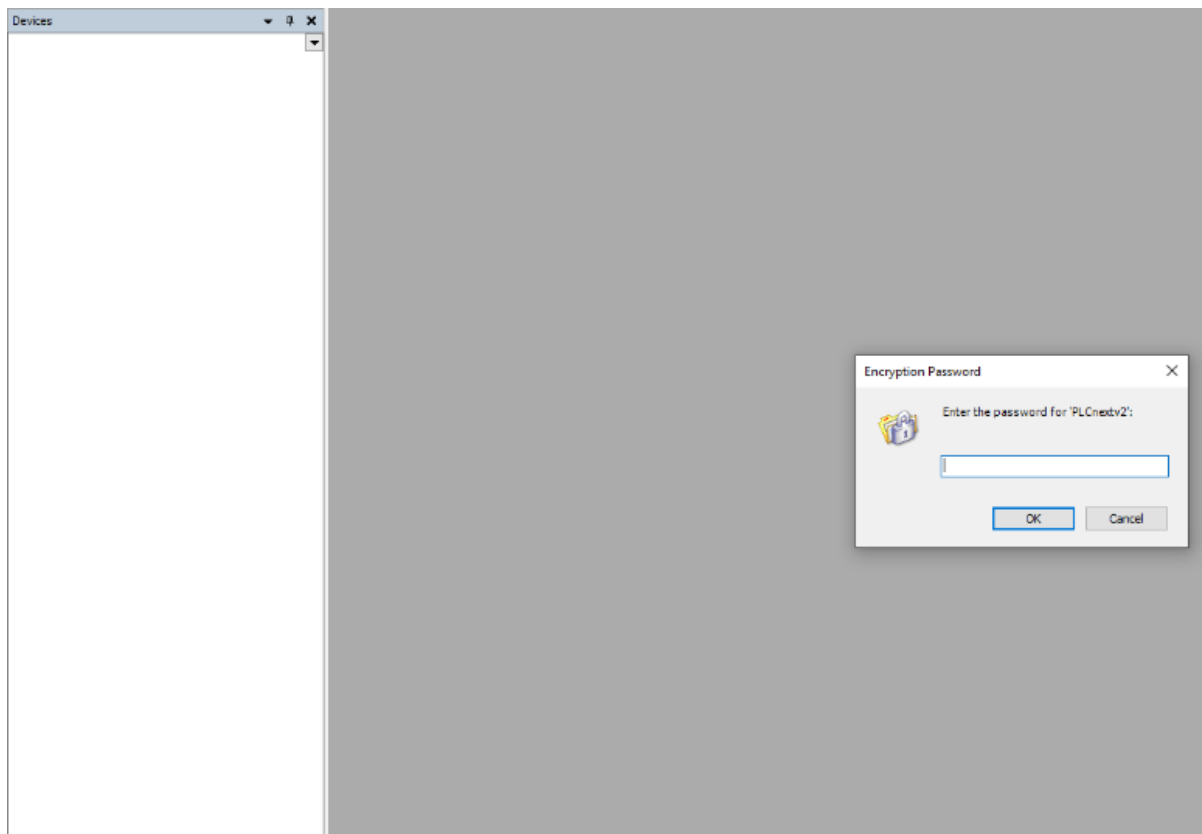
Eftersom det redan före arbetet påbörjats konstaterats att inte Sysmac Studios versionskontroll fungerade enligt WeTechs krav så gjordes det inga praktiska test med Sysmac Studio.

CODESYS har två olika versionskontrollsystem som kan användas, dessa två kommer i form av tilläggspaket och som kan laddas ner från CODESYS STORE. Dessa två är SVN och GIT där GIT är den nyare och den rekommenderade versionen.

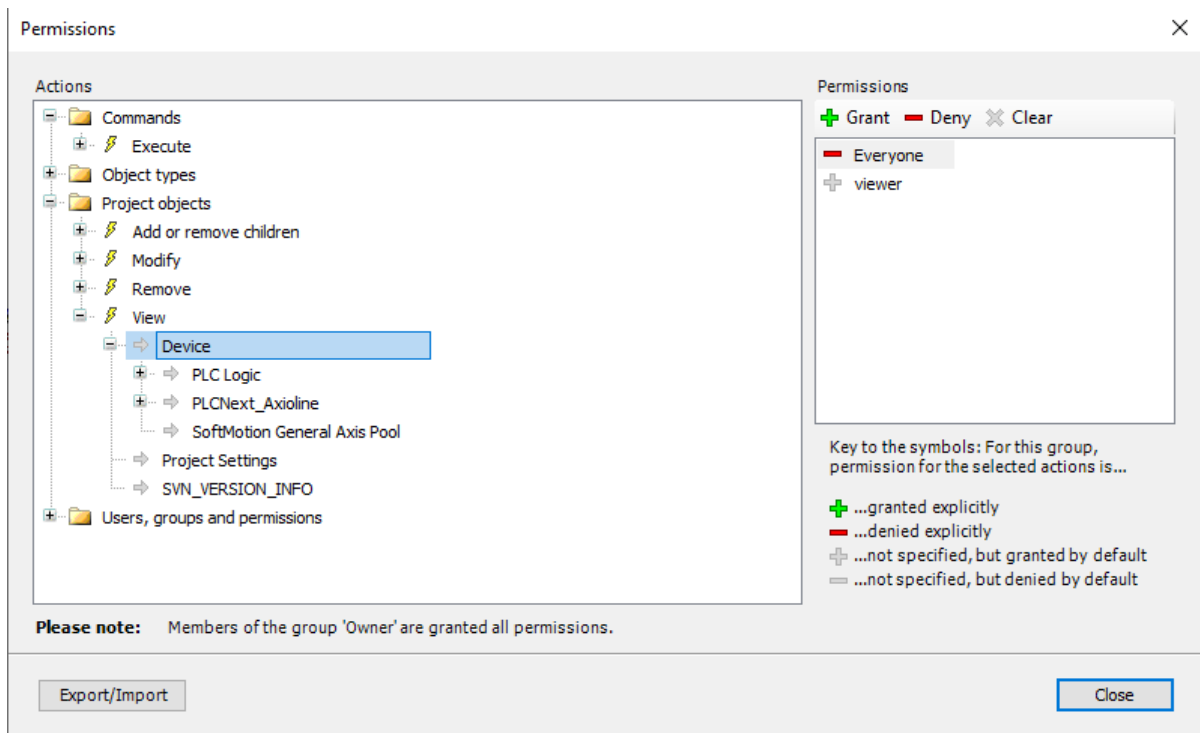
Problemet som förekom i Sysmac Studio och deras versionskontroll är att lösenorden för POU:n inte kan vara i användning om man ville använda versionskontrollen. Detta förekommer även i CODESYS men eftersom CODESYS kräver att man skall logga in som en användare för ett projekt kan man kringgå detta. Detta löses genom att använda sig av en standardanvändare (user: everyone) som alltid är inloggad när projektet öppnas. Man kan sedan ta bort rättigheterna för användare och gömma hela projektet för denna användare (user: everyone). Om användaren vill se projektet eller öppna en POU måste hen logga in på en ny profil med ett lösenord. Detta ger projektet ett lager till av säkerhet och man kan sedan skapa fler profiler baserat på åtkomsten man vill ge till användarna.



Figur 19. Bild över hur ett system skyddas med hjälp av user login.



Figur 20. Bild över ett system som skyddas med normal kryptering.



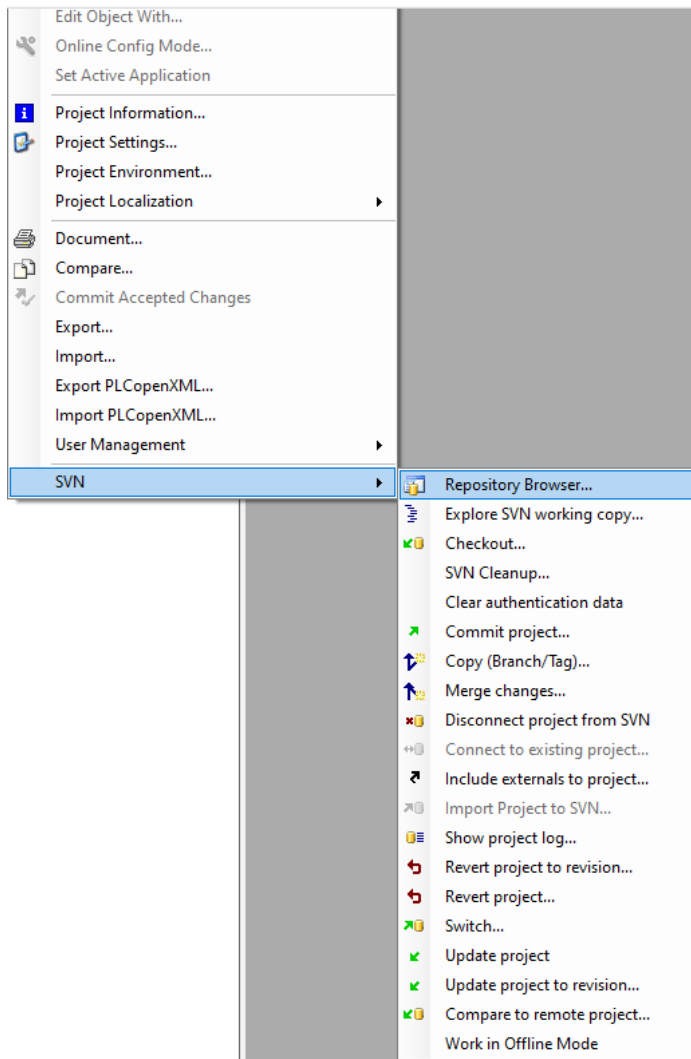
Figur 21. Inställningar för användarbehörigheter.

Vad detta innebär är att i stället för att ha ett fysiskt lösenord för projektet tvingar man användaren att logga in på en profil som har rättigheter att se och ändra på filer i projektet.

Detta test utfördes med både SVN och med GIT för att se om bägge systemen fungerade med användare profilerna, vilket de gjorde och testet lyckades.

#### 7.2.4 SVN (Apache Subversion)

Första testen utfördes med SVN, vilket har alla funktioner som en versionskontroll behöver det vill säga utcheckning, sammanfogning, återställning till en äldre version, projektlogg etcetera.



Figur 22. SVN meny i CODESYS.

För detta test användes fjärrförvaringen CForge vilket är en fjärrförvaring som CODESYS har skapat för SVN vilket också är deras rekommendation vid användning av SVN. Detta är dock frivilligt att använda och det finns flera alternativ för fjärrförvaringar än CForge.

Verktygen som behövdes i detta test var enligt följande:

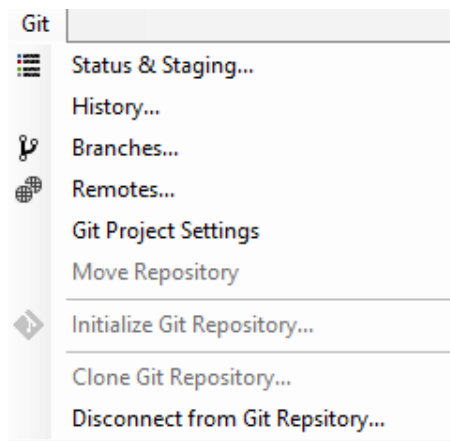
To make full use of the cforge functionality, you need:

- [CODESYS](#)
- [CODESYS SVN](#)
- [Tortoise SVN](#) (with installed commandline tools)

Figur 23. Nödvändiga tilläggspaket för att använda SVN. (CODESYS Cforge, u.å).

### 7.2.5 GIT

Det andra testet utfördes med GIT vilket är den nyare versionskontrollen som CODESYS har implementerat. När testet utfördes var GIT-versionskontroll endast några månader gammal, vilket kunde noteras med enstaka buggar och helt enkelt brist på funktioner. GIT har dock alla funktioner som en versionskontroll behöver och erbjuder samma möjligheter genom en annan fjärrförvaring.



Figur 24. GIT-meny i CODESYS.



Figur 25. GIT-verktygsfält.

### 7.2.6 Testresultat

Både Github och Gitlab användes i testet som fjärrförvaring. Github fungerade dock inte på grund av att det inte finns stöd för kontolösenord när man autentiserar Git-operationer, vilket i sin tur stoppar användning av en fjärrförvaring.

Syftet med dessa test var att se hur ett nytt system skulle fungera med en versionskontroll och om man kan kringgå problemet med lösenordskyddade projekt, testet lyckades med att kringgå problemet med skyddet för lösenordet som fanns i Sysmac Studio.

### 7.2.7 Sammanfattning av skillnaderna mellan Sysmac Studio och CODESYS versionskontroll

Både Sysmac Studio och CODESYS använder en tredje parts programvara för deras versionskontroll. Sysmac Studio använder GIT medan CODESYS använder både SVN och GIT.

Funktionsmässigt är både Sysmac Studio och CODESYS versionskontroll väldigt lika i och med att båda systemen är byggda med samma mål för projektet. Båda versionskontrollerna skapar en ny version om en ändring görs och bibehåller även den gamla versionen kvar för att man skall kunna gå tillbaka till en äldre version om det behövs. SVN skiljer sig visuellt från GIT med sin verktygs meny och har även andra namn på vissa funktioner, men funktionerna gör sist å slutligen samma sak.

WeTech Solutions har ingen versionskontroll i användning för tillfället pga. lösenordsskyddet som inte kan vara i kraft vid användning av Sysmac Studios versionskontroll GIT, CODESYS erbjuder två olika alternativ till en versionskontroll där även man kan hantera ett lösenords skyddat projekt.



Figur 26. SVN-logo. (Logo wine, u.å).



Figur 27. GIT-logo. (Logowik, u.å).

## 7.3 HMI-utveckling

HMI-utvecklingen för båda utvecklingsmiljöerna är väldigt lika, båda erbjuder ett brett utbud av verktyg för att forma HMI-gränssnittet enligt användarens behov.

### 7.3.1 HMI-utveckling i CODESYS

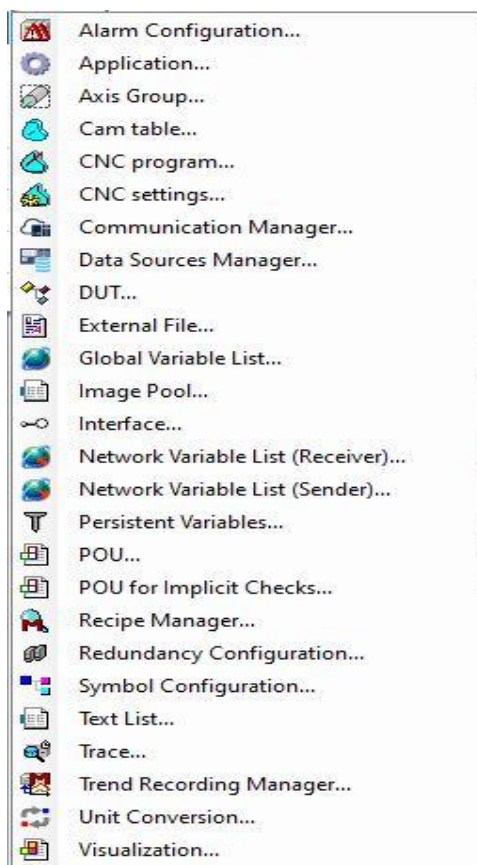
CODESYS däremot kräver att användaren använder sig av två olika tilläggspaket för att kunna utveckla och simulera ett användargränssnitt. För att utveckla en HMI krävs tilläggspaketet (CODESYS visualization) där skapas själva programmet som körs på en HMI. För att testa självaste programmet virtuellt måste användaren även använda tilläggspaketet (CODESYS HMI SL) som både har en gratisversion och en betalversion. Gratis versionen låter användaren endast köra simuleringen i två timmar efter det måste HMI SL startas om, detta är för att undvika att gratis versionen skall användas kommersiellt. (CODESYS Store HMI SL, u.å). (CODESYS visualization, u.å).



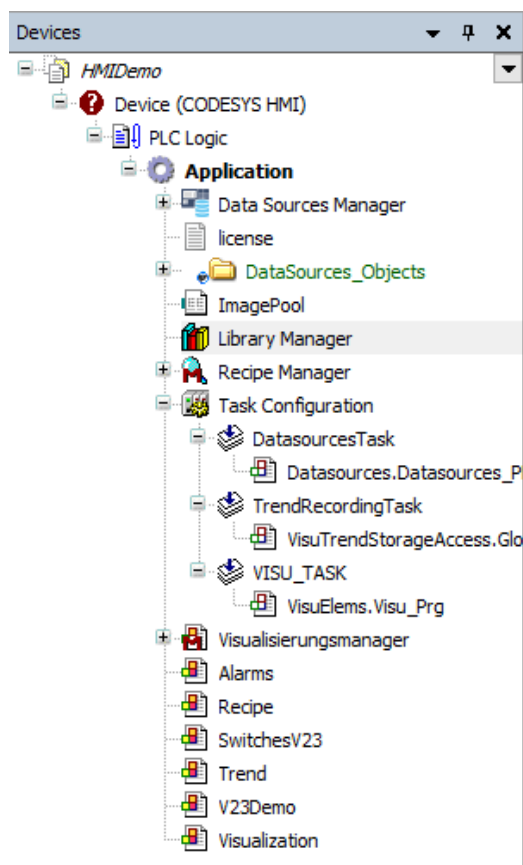
Figur 28. Ett nytt HMI-projekt i CODESYS.

När ett nytt HMI-projekt skapas i CODESYS är projektet helt blankt vilket betyder att användaren själv måste lägga till de objekt som anses vara nödvändiga för det specifika projektet. I och med att projektet är tomt när det skapas är det väldigt lätt att hålla projektet rent och med enbart nödvändiga objekt.

CODESYS erbjuder samma objekt som Sysmac Studio använder. I CODESYS har man med tilläggspaketet möjligheten till ytterligare objekt. Objektet Visualization är för att skapa sidor inuti HMI-gränssnittet, medan de andra listade objekten använder sig av liknande namn som Sysmac Studio.



Figur 29. Objekt som kan läggas till.

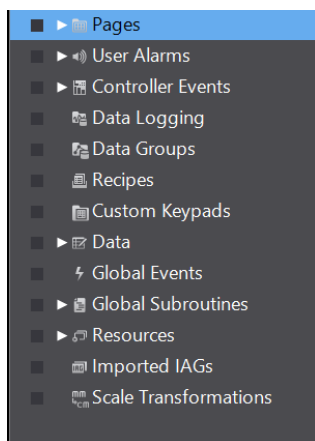


Figur 30. Exempel över ett HMI-projekt i CODESYS

### 7.3.2 HMI-utveckling i Sysmac Studio

Sysmac Studio har utveckling för användargränssnitt och HMI-simuleringen inbyggd i utvecklingsmiljön. Det finns även ett externt program man kan använda sig av i Sysmac Studio för att utveckla en HMI med programmet CX designer som Omron själva erbjuder. Detta används för att designa användargränssnitt för HMI-serien NS. (Omron assets, 2017)

När ett nytt HMI-projekt skapas i Sysmac Studio skapas även alla objekt, sedan används endast det som anses vara nödvändigt för projektet.

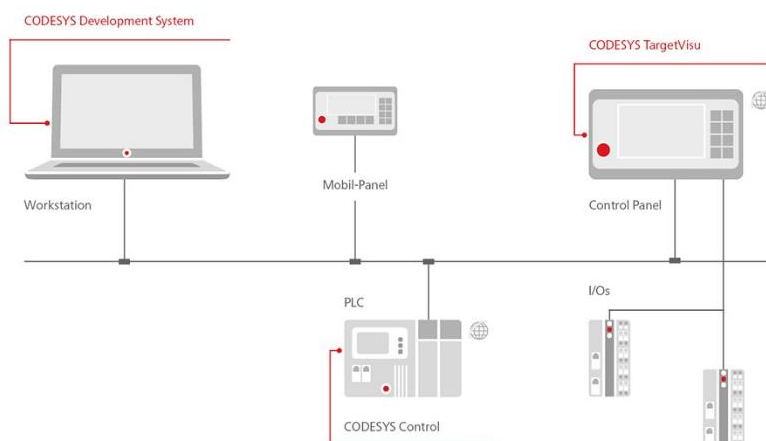


Figur 31. Ett nytt HMI-projekt i Sysmac Studio.

### 7.3.3 WebVisu och TargetVisu

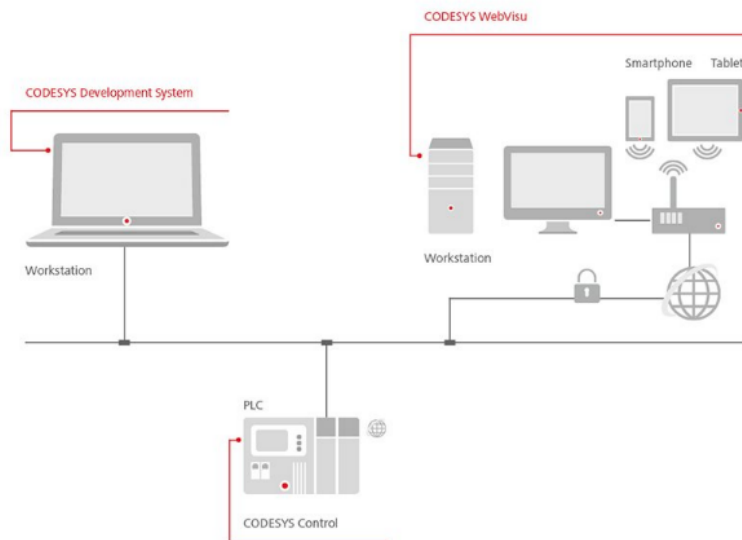
Det finns även möjlighet att använda sig av WebVisu och TargetVisu i CODESYS.

TargetVisu används för PLC-processorer som har integrerade skärmar för att visa ett användargränssnitt på den integrerade skärmen. Det finns även ett mer avancerat tilläggspaket för TargetVisu om det skulle behövas. (CODESYS Targetvisu, u.å).



Figur 32. Uppbyggnaden av ett TargetVisu-system. (CODESYS Targetvisu, u.å).

WebVisu används för att skapa ett gränssnitt för datorer och tv skärmar. Stöd för att använda WebVisu med Raspberry Pi eller Linux baserade enheter finns också. (CODESYS WebVisu, u.å).



Figur 33. Uppbyggnaden av ett WebVisu-system. (CODESYS WebVisu, u.å).

## 7.4 Simulering

Båda utvecklingsmiljöerna erbjuder möjligheter att simulera sitt projekt och det finns inte många skillnader i hur de utför simuleringen. Båda utvecklingsmiljöerna använder sig av integrerade verktyg för att utföra simuleringen. CODESYS erbjuder en virtuell PLC körning att köra programmet på, denna virtuella PLC körs utanför CODESYS.

### 7.4.1 POU-simulering

Simuleringen av funktioner och funktions block samt kod i Sysmac Studio och CODESYS är väldigt lika varandra och andra utvecklingsmiljöer. Detta i och med att båda använder sig av IEC 61131-3 standarden och att syftet för simulering är samma i båda utvecklingsmiljöerna.

#### 7.4.1.1 CODESYS

- Övervakning av data
- Möjlighet att ändra en variabls data

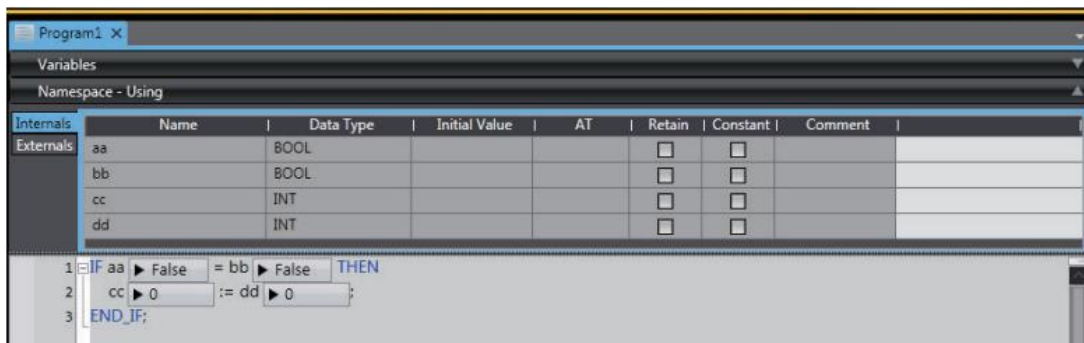
Detta utförs genom att gå online i programmet vilket sedan låter användaren simulera programmet. För att kunna gå online måste användaren koppla sig samman med en virtuell PLC först.

(First program, u.å).

### 7.4.1.2 Sysmac Studio

Sysmac Studio kräver inte att användaren är i online läge utan man kan simulera programmet offline, detta görs endast med att köra simuleringen från menyn. (Omron Sysmac Studio operation manual, 2021).

- Övervakning av data
- Möjlighet att ändra en variabls data



Figur 34. Simulering av variabler och program. (Omron Sysmac Studio operation manual, 2021).

## 7.4.2 I/O-simulering

I/O-simulering för båda utvecklingsmiljöerna genomförs samma sak men kan utföras på olika sätt. Båda utvecklingsmiljöernas slutresultat är dock samma.

### 7.4.2.1 Sysmac Studio

Ingångarna och utgångarna i Sysmac Studio kan simuleras på flera sätt. Man kan använda Watch tab eller använda programmode där användaren har möjlighet att simulera antingen utgångar eller ingångar genom att tvinga data in på variablerna. (Omron Sysmac Studio operation manual, 2021).

- Övervakning av utgångar/ingångar
- Tvinga värden in på variabler
- Brytpunkter

Pos	Port	Description	R/W	Data Typ	Value	Variable
CF	CPU/Expansion Racks					
	CPU Rack 0					
[0]	CJ1W-OD261 (Transistor Output)					
	Ch1_Out					
	Ch1_Out00	Output CH1 bit 00	RW	BOOL	TRUE	J01_Ch1_Out00
	Ch1_Out01	Output CH1 bit 01	RW	BOOL	TRUE	J01_Ch1_Out01
	Ch1_Out02	Output CH1 bit 02	RW	BOOL	FALSE	J01_Ch1_Out02
	Ch1_Out03	Output CH1 bit 03	RW	BOOL	FALSE	J01_Ch1_Out03
	Ch1_Out04	Output CH1 bit 04	RW	BOOL	FALSE	J01_Ch1_Out04
	Ch1_Out05	Output CH1 bit 05	RW	BOOL	FALSE	J01_Ch1_Out05
	Ch1_Out06	Output CH1 bit 06	RW	BOOL	FALSE	J01_Ch1_Out06
	Ch1_Out07	Output CH1 bit 07	RW	BOOL	FALSE	J01_Ch1_Out07
	Ch1_Out08	Output CH1 bit 08	RW	BOOL	FALSE	J01_Ch1_Out08
	Ch1_Out09	Output CH1 bit 09	RW	BOOL	FALSE	J01_Ch1_Out09
	Ch1_Out10	Output CH1 bit 10	RW	BOOL	FALSE	J01_Ch1_Out10
	Ch1_Out11	Output CH1 bit 11	RW	BOOL	TRUE	J01_Ch1_Out11
	Ch1_Out12	Output CH1 bit 12	RW	BOOL	FALSE	J01_Ch1_Out12
	Ch1_Out13	Output CH1 bit 13	RW	BOOL	FALSE	J01_Ch1_Out13
	Ch1_Out14	Output CH1 bit 14	RW	BOOL	FALSE	J01_Ch1_Out14
	Ch1_Out15	Output CH1 bit 15	RW	BOOL	FALSE	J01_Ch1_Out15
	Ch2_Out	Output CH2	RW	WORD	16#100	J01_Ch2_Out
	Ch2_Out00	Output CH2 bit 00	RW	BOOL	FALSE	J01_Ch2_Out00
	Ch2_Out01	Output CH2 bit 01	RW	BOOL	FALSE	J01_Ch2_Out01
	Ch2_Out02	Output CH2 bit 02	RW	BOOL	FALSE	J01_Ch2_Out02
	Ch2_Out03	Output CH2 bit 03	RW	BOOL	FALSE	J01_Ch2_Out03
	Ch2_Out04	Output CH2 bit 04	RW	BOOL	FALSE	J01_Ch2_Out04
	Ch2_Out05	Output CH2 bit 05	RW	BOOL	FALSE	J01_Ch2_Out05
	Ch2_Out06	Output CH2 bit 06	RW	BOOL	FALSE	J01_Ch2_Out06
	Ch2_Out07	Output CH2 bit 07	RW	BOOL	FALSE	J01_Ch2_Out07
	Ch2_Out08	Output CH2 bit 08	RW	BOOL	TRUE	J01_Ch2_Out08
	Ch2_Out09	Output CH2 bit 09	RW	BOOL	FALSE	J01_Ch2_Out09
	Ch2_Out10	Output CH2 bit 10	RW	BOOL	FALSE	J01_Ch2_Out10
	Ch2_Out11	Output CH2 bit 11	RW	BOOL	FALSE	J01_Ch2_Out11
	Ch2_Out12	Output CH2 bit 12	RW	BOOL	FALSE	J01_Ch2_Out12
	Ch2_Out13	Output CH2 bit 13	RW	BOOL	FALSE	J01_Ch2_Out13
	Ch2_Out14	Output CH2 bit 14	RW	BOOL	FALSE	J01_Ch2_Out14
	Ch2_Out15	Output CH2 bit 15	RW	BOOL	FALSE	J01_Ch2_Out15
	Ch3_Out	Output CH3	RW	WORD	16#0	J01_Ch3_Out

Figur 35. I/O-simulering. (Omron Sysmac Studio operation manual, 2021).

#### 7.4.2.2 CODESYS

Med CODESYS, som även med Sysmac Studio har man möjligheten att simulera I/O-mappen genom att gå online i programmet med en PLC eller med en virtuell PLC där sedan användaren har möjlighet att tvinga in värden på variabler för att kunna manipulera programmet enligt eget tycke. (Configuring devices, u.å).

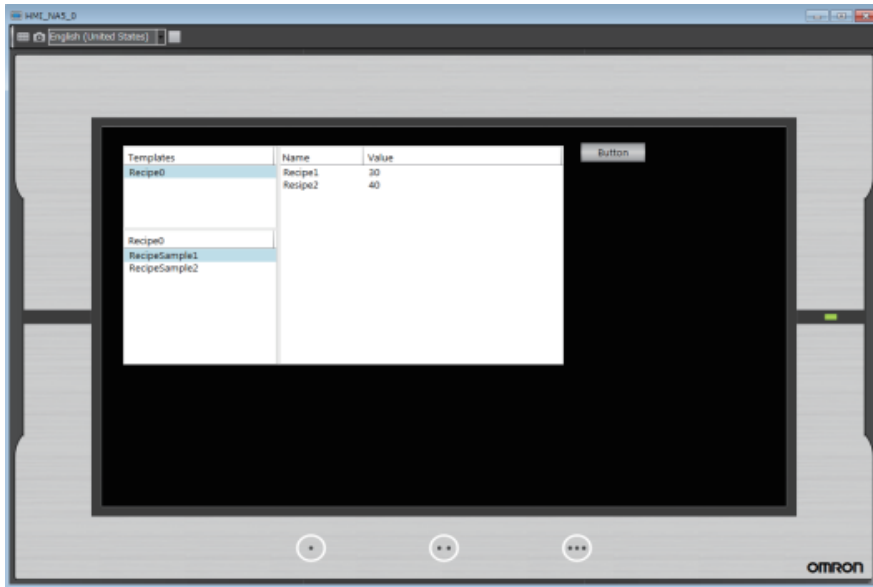
- Övervakning av utgångar/ingångar
- Tvinga värden in på variabler
- Brytpunkter

Variable	Mapping	Channel	Address	Type	Current Value	Prepared Value	Unit
		Bit28	%QX7.4	BOOL	FALSE		
		Bit29	%QX7.5	BOOL	FALSE		
		Bit30	%QX7.6	BOOL	FALSE	2	
		Bit31	%QX7.7	BOOL	FALSE		
Application_PLC_PRG.invar1		Status word	%IWO	UINT	3		
		Bit0	%IX0.0	BOOL	TRUE		
		Bit1	%IX0.1	BOOL	TRUE		
		Bit2	%IX0.2	BOOL	FALSE	1	
		Bit3	%IX0.3	BOOL	FALSE		
		Bit4	%IX0.4	BOOL	FALSE		
		Bit5	%IX0.5	BOOL	FALSE		

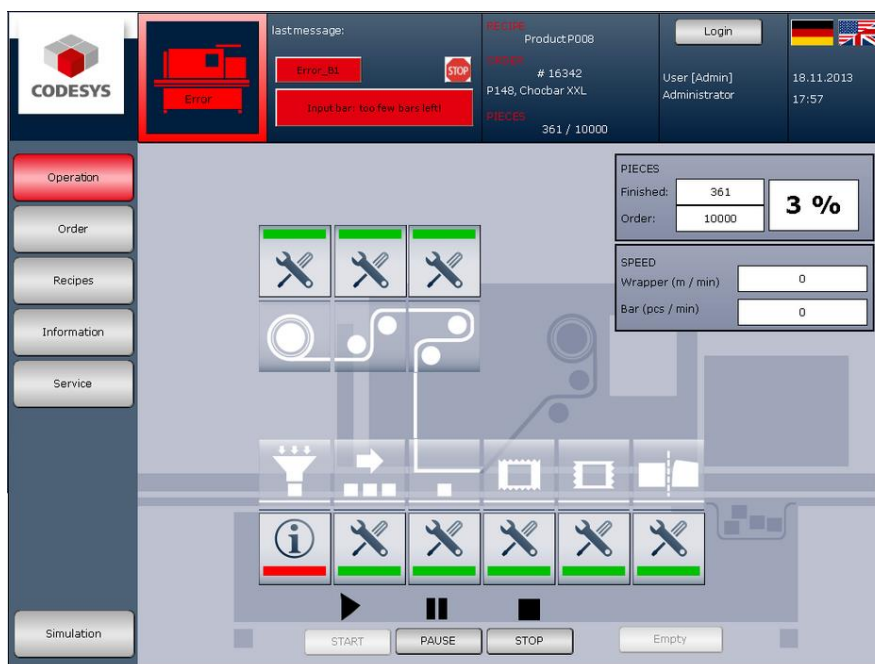
Figur 36. I/O-simulering. (Configuring devices, u.å).

### 7.4.3 HMI-simulering

Både Sysmac studio och CODESYS har möjligheten att simulera en HMI efter att den har skapats. Sysmac studio gör detta genom NA simulation, vilket är deras verktyg för att virtuellt simulera en HMI. CODESYS gör detta via ett tilläggspaket (CODESYS HMI) vilket är en HMI-runtime som installeras på en annan dator för att simulera en HMI.



Figur 37. HMI-simulering i Sysmac Studio. (Na series software user manual, 2019).

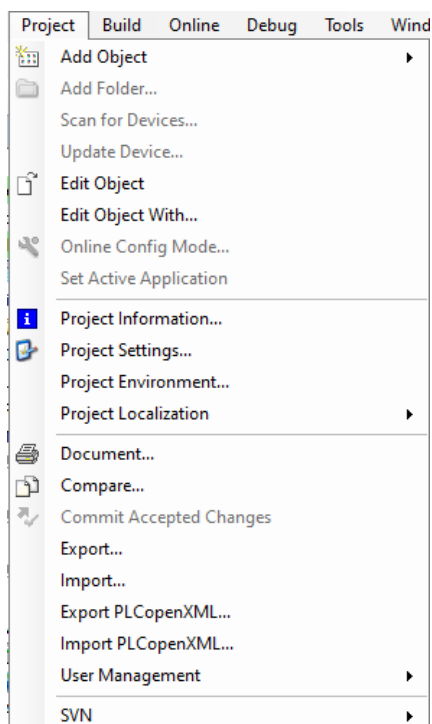


Figur 38. HMI-simulering i CODESYS. (CODESYS visualization, u.å).

## 8 Överföring av ett Sysmac Studio projekt till CODESYS

Eftersom alla gamla projekt för tillfället är skapade i Sysmac Studio måste möjligheten att flytta över ett gammalt Sysmac Studio projekt till CODESYS finnas. Detta görs via filformatet XML vilket universellt kan läsas av det flesta utvecklingsmiljöer.

CODESYS kan både importera samt exportera XML-projekt utan att behöva aktivera någon funktion. Detta med hjälp av funktionen PLCopenXML vilket skapades för att universellt kunna överföra arbeten mellan olika utvecklingsmiljöer.



Figur 39. CODESYS import och export av XML-filer.

Sysmac Studio erbjuder dock endast möjligheten att importera XML-filer med PLCopenXML funktionen. Det finns även en gömd XML-exportfunktion som måste aktiveras manuellt med hjälp av en .exe-fil som Omron skickar ut om det finns behov av den.

### 8.1 PLCopen

PLCopen är en organisation som har specialiserat sig på att minska på kostnader för företag inom PLC-industrin. PLCopen har bland annat utvecklat standardiserade bibliotek,

harmoniserade språkanpassningar för IEC 61131–3 och lättförstådd kommunikation. (What is PLCopen, u.å).

PLCopen som organisation kräver att man skall vara medlem för att få full tillgång till deras informationskällor. Genom att bli medlem i deras organisation deltar man i deras nätverk där många stora PLC-tillverkare är med, bland annat ABB, BECKHOFF, BOSCH, DANFOSS och många andra stora inom industrin är med och förbättrar industrin. (PLCopen membership, u.å).

Dagens teknik blir alltmer utmanande när den industriella kontroller marknaden ändrar. Därför har PLCopen börjat utveckla sätt för att underlätta dessa utmaningar, bland annat har de utvecklat ett universellt XML-filformat som de största utvecklingsmiljöerna använder sig av. De har även kartlagt OPC Unified Architecture för att göra kommunikationen inom OPC lättare. (What is PLCopen, u.å).

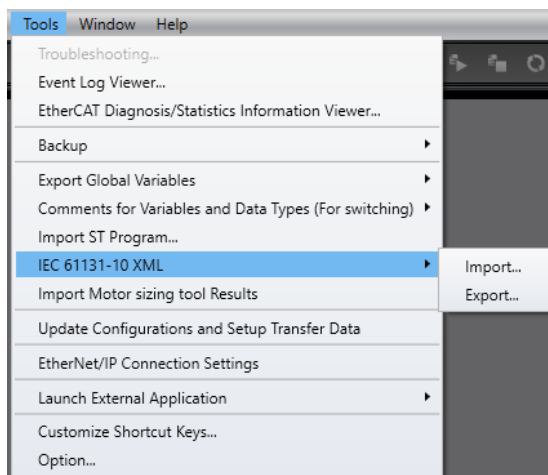
PLCopen har stöd för logik, rörelsekontroll, säkerhet, kommunikation, XML format och certifieringar. (PLCopen Technical activities, u.å).

Eftersom bibliotek ofta är låsta till specifika PLC-tillverkare vill PLCopen skapa bibliotek med funktioner för IEC 61131–3 standarden mer tillgängliga. Dessa bibliotek går att importera genom PLCopen XML till de flesta utvecklingsmiljöerna. (PLCopen logic, u.å).

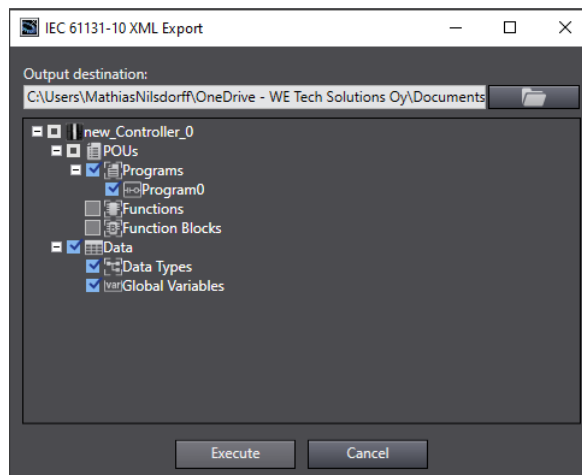
Genom dessa bibliotek kan användarna dela med sig av utvecklingen samt lösningar mellan olika utvecklingsmiljöer utan att vara låsta till endast sin egen utvecklingsmiljö. (PLCopen logic, u.å).

## 8.2 Aktivering av XML-export i Sysmac Studio

När PLCopenXML har aktiverats i Sysmac Studio hittar man sedan PLCopenXML export under (Tools -> IEC 61131–10 XML -> Export). Det noterades även att programmen, funktioner och funktions block inte kan ha någon sorts kryptering eftersom export inte fungerar med krypterade filer. CPU versionen kan inte heller vara äldre än 1.16.



Figur 40. Export funktionen efter aktiveringen.



Figur 41. Exportalternativen.

### 8.3 Potentiella problem

Problemet som uppstår med XML-filen som Sysmac Studio skapar är att den använder sig av ett gammalt schema enligt en struktur som CODESYS inte kan läsa eftersom CODESYS använder sig av den nyaste schemat som PLCopen har skapat.

Eftersom det finns bruksanvisningar tillgängliga för både den äldre versionen av schemat (1.0) och den nyare versionen (2.01) så kan man med hjälp av ett skript skriva om Sysmac Studios XML-fil så att den kan läsas i CODESYS.

### 8.4 XML-import/export för framtida användning

Slutmålet med denna undersökning är att skapa ett system som inte är låst till en hårdvarutillverkare. Detta löses genom att importera samt exportera XML-filer för att snabbt kunna importera program, funktioner, funktions block och data typer.

Eftersom CODESYS och alla anpassade versioner av CODESYS använder sig av samma schema för XML-filerna underlättar det även arbetet om projektet skall överföras till en ny utvecklingsmiljö.

## 9 PLC-tillverkare som uppfyller kraven

När det kommer till att hitta PLC-tillverkare som uppfyller kraven uppsatta av WeTech Solutions är det ett par saker som är ett måste för en ny PLC. Det mest kritiska är

marincertifikat vilket avgör om den kan användas inom marinindustrin. Det bör även finnas Modbus RTU, ModBus TCP/IP eller Ethercat vilket frekvensomriktarna använder för att kommunicera med en PLC. På WeTechs önskan skall även utvecklingsmiljön vara CODESYS eller en anpassad version av CODESYS.

Faktorer som skulle vara en stor förbättring jämfört med nuvarande systemet skulle vara att ha tillgång till CPU-redundans, detta skulle betyda att systemen är säkrare ifall ett hårdvarufel uppstår eller en olycka händer. Även systemkostnaderna skulle minska eftersom systemen skulle kräva mindre hårdvara för att uppnå samma funktionalitet. Cykeltiderna för både Nj 301 och Nj 501 som för tillfället är i bruk nu ligger mellan 1 och 4 ms vilket är onödigt snabbt för programmen de kör. Detta har redan bevisats vara problematiskt i större projekt där processorns arbetar onödigt snabbt och programmeringen måste anpassas enligt det.

Andra faktorer som skulle vara ett plus är hot swapping av I/O-kort. Detta skulle leda till kortare reparations tider samt lägre kostnader för WeTech. Detta är dock inte ett absolut krav för en ny PLC men ett plus.

Prestandamässigt skall en ny PLC minst uppnå Omrons Nj 301s prestanda.

Sedan skall även andra faktorer tas i beaktande som storlekar på system, garantitider och att kunderna accepterar tillverkaren.

## **9.1 Tillverkare som uppfyllde kraven**

Eftersom det fanns många krav på vad en ny PLC skulle innehåva begränsade de även utbudet på tillverkare. De tillverkare som uppfyllde alla dessa krav var WAGOs PFC 200 serie, ABB:s AC 500, Beijer Electronics Nexto serie, B&R X20 serie, Schneider Electronics M251 serie och Phoenix Contacts PLCnext serie.

När dessa hade blivit valda som potentiella kandidater skapades det ett Excel dokument för att kunna se skillnaderna mellan dessa tillverkare, här syns bland annat skillnaderna i kommunikation, marincertifikat, CODESYS version och typ av PLC.

Features	ABB AC500	Beijer Electronics Nexto modular PLC NX3030	Schneider electronics Modicon M251	Wago PFC 200	B&R Automation X20	Phoenix Contact PLCnext	Omron Nj 301/501
Type							
Modular PLC	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
IPC	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Communication							
CAN	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✗
BACnet IP	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗
PROFIBUS	✓	✓	✗	✓	✓	✗	✗
Modbus TCP/RTU	✓	✓	✓(TCP)	✓	✓	✓	✓
OPC UA	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓(NX series)
IO-Link	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
PROFINET	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✗
EtherCAT	✓	✓	✗	✓	✓	✗	✗
EtherNet/IP	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
DeviceNet	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗
RCOM (ABB)	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗
CS31 (ABB)	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗
X2X Link	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗
POWERLINK	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗
Marine certificates							
ABS	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓
DNV	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
LR	✓	✗	✓	✗	✓	✓	✓
RINA	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗
CCS	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗
KR	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓
BV	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✓
RS	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗
NK	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓
CODESYS version							
V3 Standard Version	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
V3 Customized Version	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✗
Other							
Hot swap	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✗
CPU redundancy	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗

Figur 42. Jämförelse mellan PLC-tillverkare.

Dessa alla tillverkare blev sedan ombudda att skicka en offert på ett system som är baserat på ett tidigare projekt för att se hur mycket priset varierar samt se hur applikationen är uppbyggd.

Det skapades även ett system som var baserade på Omrons produkter som användes som referens till de andra offerterna.

B&R föll direkt ut ur listan för tillverkare som uppfyllde alla krav eftersom deras system inte var CODESYS-baserat.

### 9.1.1 Kraven som skickades

Kraven i offertförfrågan som sändes till alla leverantörer var enligt följande:

*“Redundant CPU configuration, if one CPU fails the other one takes over automatically or manually. (Assume above average computational and memory requirements even if 2 separate CPUs would be used)”*

*2 separate HMIs, 7” & min. 15”.*

*Internal communication with your own choice of protocol between the CPU and other equipment in the system, like inverters.*

*It should also be noted that the products should have marine certifications, at least DNV but preferably more.*

*Also, the system should be programmable in the development environment CODESYS or custom CODESYS.*

*Hot swapping would also be a nice thing to have included if the price does not get too much affected by it.*

*Max length of a single IO Rack = 500mm.*

*More flexibility with cycle time for the main task and secondary tasks since the min/max is 1 ms to 4 ms now, which is unnecessary fast in some programs. It should also be noted that the CPU should not be bottom line performance wise but no need to be top tier either something in between is fine with the option to choose a more powerful if needed.*

*Required IOs are as follows:*

*Digital Inputs: 160 pcs*

*Relay Outputs: 56 pcs*

*PT100 Inputs: 36 channels*

*4-20mA Analog Inputs: 12 channels*

*0-10V Analog Inputs: 4 channels*

*4-20mA Analog Outputs: 4 channels*

### **9.1.2 Omrons system som referens**

För att bättre kunna jämföra Omron med de andra tillverkarna skapades det ett system som även här uppfyllde alla krav uppsatta av Wotech.

Eftersom Omrons Nj-serie inte har stöd för CPU redundans så byggdes det ett system som är manuellt redundant genom en brytare som avgör vilken PLC som är aktiv.

Systemet är byggt med NJ 300-seriens processor eftersom det är den serien WeTech Solutions har mest i bruk.

Priserna är konfidentiella men kommer att representeras i form av ett procenttal. Omrons system kommer att fungera som bas med 100% eftersom allt sätts i jämförelse till detta system.

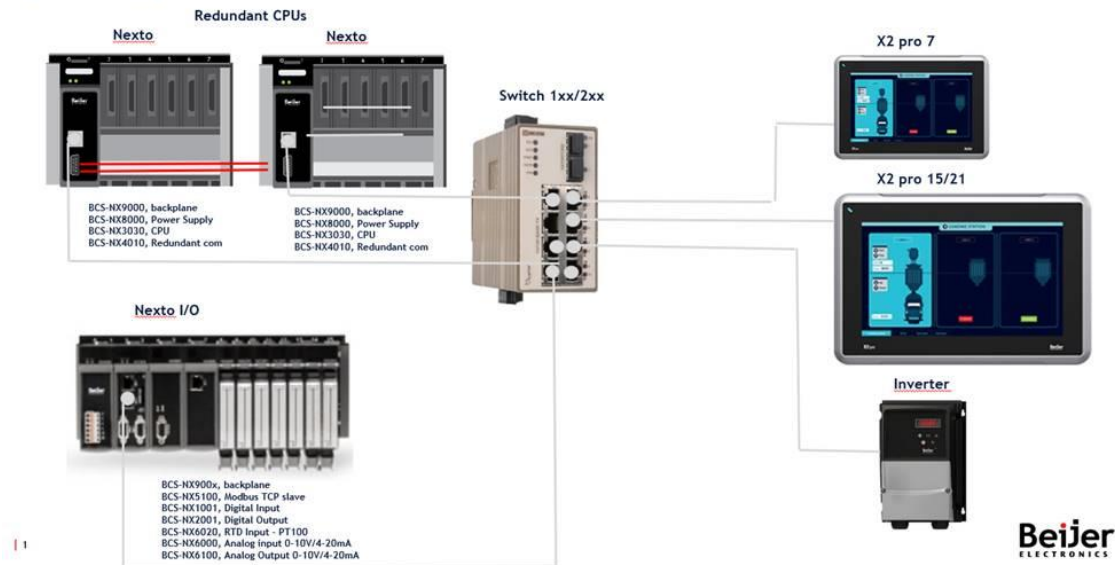
Omron	Quantity
<b>CPU</b>	
Sysmac NJ3 CPU, 5 MB memory, built-in EtherCAT	2
<b>I/O</b>	
16 Digital Inputs, standard, PNP 24 VDC, 12 mm wide	10
8 Digital Outputs, standard NO, Relay, 2 A, 8 A/NX unit, 24 mm wide	8
4 Temperature Sensor Inputs, RTD Pt100 (3-wire), Pt1000, Ni508.5, resolution 0.1 °C, 200 ms/ch, 24 mm wide	9
4 Analog Inputs, 4-20 mA, resolution 1/8000, 250 µs/ch, 12 mm wide	3
4 Analog Inputs, 4 to 20 mA differential, resolution 1:8000, 250 µs/ch, screwless push-in connector, 12 mm wide	1
4 Analog Outputs, 4-20 mA, resolution 1/8000, 250 µs/ch, 12 mm wide	1
Remote I/O, NX, EtherCAT slave, 63 I/O units, supports distributed clock, 10A max	4
<b>Other</b>	
Touch screen, 7 inch wide screen, TFT LCD, 24bit color, 800x480 resolution, frame color : Black	1
Serial high-speed communication unit, 2x RS-422/485 ports	2
3-port EtherCAT Junction module, 24 VDC power supply	2
Sysmac NJ power supply unit, 24 VDC, 30 W, "RUN" output relay	2
NX I/O power connection unit, IOV, 5-24 V DC input, 16 terminals, screwless push-in connector, 12mm wide	8
Touch screen HMI, 15.4 inch wide screen, TFT LCD, 24bit color, 1280x800 resolution, frame color : Black P	1
NX bus and I/O power feed, 24 V DC input, nonisolated, 12 mm wide	4

Figur 43. Hårdvarulista för Omrons system.

### 9.1.3 Beijer Electronics lösning

Lösningen som Beijer Electronics erbjöd var byggd runt PLC-serien Nexto modular PLC. Serien har ett brett utbud av olika processorer men för att erhålla CPU-redundans måste den dyraste modellen väljas dvs NX3030 vilket är deras flaggskepp CPU. Genom att använda NX3030 öppnas möjligheten att ha I/O-korten i redundans, detta påverkar dock priset avsevärt. I denna offert har även I/O-korten hot swapping vilket också påverkar priset.

## System layout



Figur 44. Beijer Electronics lösningsförslag.

Nimike	Määrä	Yks.	Toim.pvm	A-hinta	Ale%	Netto
<i>Redundant CPU racks</i>						
===						
1	66.014.723-7	2	kpl			
	BCS-NX9000 Backplane rack, 8 slots					
2	66.014.220-0	2	kpl			
	BCS-NX8000 24 VDC power supply mod. max. 30 W/6 A, occupies 2 slots					
3	66.014.122-0	2	kpl			
	BCS-NX3030 Redundant high-speed CPU, 8 Mbytes prog. mem., hot swap					
4	66.014.920-5	2	kpl			
	BCS-NX4010 Redundancy link module, 2 x RJ45 contacts for redundancy					
<i>Remote IO rack 1</i>						
===						
5	66.014.722-9	1	kpl			
	BCS-NX9003 Backplane rack, 24 slots typically 20 slots for I/O modules					
6	66.014.929-9	1	kpl			
	BCS-NX5100 Modbus TCP slave hot swap of I/O modules					
7	66.014.321-5	10	kpl			
	BCS-NX1001 Input module, 24 VDC, 16 inputs, spring clamp terminal					
8	66.014.422-0	4	kpl			
	BCS-NX2020 Output module 16 relays, 240 VAC/24 VDC, 2 A, spring clamp					
9	66.014.324-0	5	kpl			
	BCS-NX6020 RTD input module, 8 ch. type Pt, Ni, Cu, 0-400/4000 ohm.					

Figur 45. Produktlista från Beijer Electronics.

*Remote IO rack 2*

===

10	66.014.722-9 BCS-NX9003 Backplane rack, 24 slots typically 20 slots for I/O modules	1	kpl
11	66.014.929-9 BCS-NX5100 Modbus TCP slave hot swap of I/O modules	1	kpl
12	66.014.322-3 BCS-NX6000 Analog input mod., 8 ch, -10- +10 V, 0/4-20 mA, spring clamp	2	kpl
13	66.014.423-8 BCS-NX6100 Analog output mod., 4 ch 0-10 V, 0/4-20 mA, spring clamp <i>Ohjelmointiohjelmat logiikalle ja operointipäätteille</i>	1	kpl

===

14	66.003.725-3 BCS Tools ADVANCED, IEC 61131-3 programming tool	1	kpl
15	603000105 iX Developer v 2.xx configuration tool for X2,TxX,PC RT, digital lic. <i>X2 pro-sarjan operointipäätteet</i>	1	kpl

===

16	630000205 X2 pro 7 800x480 7", Cortex A9 Single 1 GHz, 512 MB RAM, 2 GB SSD	1	kpl
17	640000305 X2 pro 15 1280x800 15,4", Cortex A9 Dual 1 GHz, 1 GB RAM, 2 GB SSD	1	kpl
18	640009505 X2 pro 21 1920x1080 21,5", Cortex A9 Quad 1 GHz, 2 GB RAM, 2 GB SSD	1	kpl

**Figur 46. Produktlista från Beijer Electronics.**

19	3643-0100 L110-F2G Managed Ethernet Switch, 8x 10/100 Mbit/s RJ-45, 2 x SFP	1	kpl
----	-----------------------------------------------------------------------------------	---	-----

**Figur 47. Produktlista från Beijer Electronics.**

Eftersom priserna i offerterna som leverantörerna gett är konfidentiella kan det inte publiceras. Beijer Electronics var dock den dyraste av alla leverantörer och som referens för priset var Beijer Electronics 259 % av vad Omrons system kostade.

Produkterna i offerten uppfyllde dock alla utsatta krav men det krävde att Beijer Electronics måste använda deras bästa och dyraste produkter vilket påverkade priset. Skulle man använda den billigare hårdvaran skulle både marincertifikat, CPU-redundans och hot swapping försvinna vilket skulle betyda att systemet inte skulle uppnå kraven uppsatta från WeTechs sida.

Mängden komponenter som behövdes för Beijer Electronics system var mindre än vad många av de andra tillverkaren krävde, detta i och med att deras I/O-kort hade 16 kanaler

på vissa kort och 8 kanaler på andra i stället för 4 kanaler. Systemet var även under den utsatta 500 mm gränsen som WeTech Solutions hade som krav för bredden.

Beijer Electronics	Quantity
<b>CPU</b>	
BCS-NX3030 Redundant high-speed CPU	2
BCS-NX9000 Backplane rack, 8 slots	2
BCS-NX8000 24 VDC power supply mod	2
BCS-NX4010 Redundancy link module	2
<b>I/O</b>	
BCS-NX9003 Backplane rack, 24 slots	2
BCS-NX5100 Modbus TCP slave hot swap of I/O modules	2
BCS-NX1001 Input module, 24 VDC, 16 inputs, spring clamp terminal	10
BCS-NX2020 Output module 16 relays, 240 VAC/24 VDC, 2 A, spring clamp	4
BCS-NX6020 RTD input module, 8 ch. type Pt, Ni, Cu, 0-400/4000 ohm.	5
BCS-NX6000 Analog input mod., 8 ch, -10- +10 V, 0/4-20 mA, spring clamp	2
BCS-NX6100 Analog output mod., 4 ch 0-10 V, 0/4-20 mA, spring clamp	1
<b>Other</b>	
X2 pro 7 800x480 7", Cortex A9 Single 1 GHz, 512 MB RAM, 2 GB SSD	1
X2 pro 15 1280x800 15,4", Cortex A9 Dual 1 GHz, 1 GB RAM, 2 GB SSD	1

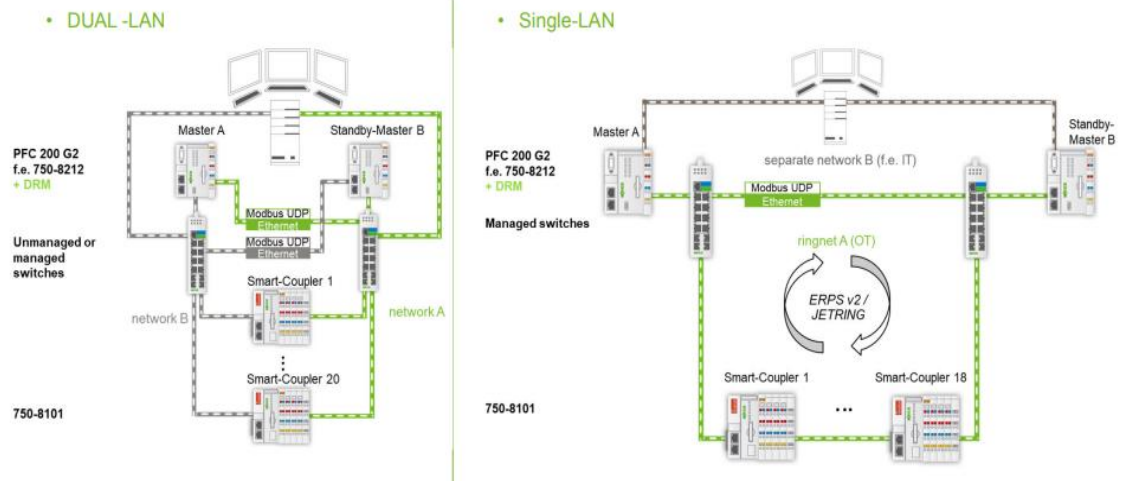
Figur 48. Hårdvarulista för Beijer Electronics system.

#### 9.1.4 WAGOs lösning

WAGO erbjöd en lösning som uppfyller alla krav och som tillika är väldigt prisvärd i jämförelse med Omrons system. Lösningen är byggd kring PFC 200 PLC vilket är den billigaste PLCn av alla erhållna offerter.

I jämförelse med de andra lösningarna var WAGO's lösning unik i och med att deras CPU-redundans var mjukvarubaserad. Det fanns även en möjlighet att köra redundansen i Single-LAN eller Dual-LAN vilket betyder att man kan köra processorerna på olika nätverk.





Nackdelen med detta system är att processorerna kräver en skild redundanslicens vilket ger tillgång till ett redundansbibliotek, detta krävs för varje processor vilket påverkar priset.



Figur 49. Alternativ på WAGOs redundanta lösning.

Pos.	Tuotenumero / Kuvaus	Määrä	Yksikkö (min.pakk.)	Yksikköhinta EUR	Summa EUR
100	750-8212 PFC200-ohjain 2. sukupolvi 2 x ETHERNET, RS-232/-485 EAN-Nro.: 4055143758789 <a href="https://www.wago.com/750-8212">https://www.wago.com/750-8212</a>	2 Kappale	1 Kappale		
200	750-626/020-000 Teholähteen suodatin 24 VDC Korkeampi eristys EAN-Nro.: 4050821112440 <a href="https://www.wago.com/750-626/020-000">https://www.wago.com/750-626/020-000</a>	2 Kappale	1 Kappale		
300	750-600 Päätymoduuli EAN-Nro.: 4045454073985 <a href="https://www.wago.com/750-600">https://www.wago.com/750-600</a>	2 Kappale	1 Kappale		
400	2759-245/211-1000 Redundanssimasterohjainten kirjasto Yksi lisenssi Online-aktiointi EAN-Nro.: 4055143982825 <a href="https://www.wago.com/2759-245/211-1000">https://www.wago.com/2759-245/211-1000</a>	2 Kappale	1 Kappale		
500	852-1305 Industrial Managed Switch - teollisuuskytkin 8-porttinen 1000BASE-T 4-paikkainen 1000BASE-SX/LX metallinmusta EAN-Nro.: 4055143327169 <a href="https://www.wago.com/852-1305">https://www.wago.com/852-1305</a>	2 Kappale	1 Kappale		

Figur 50. Hårdvarulista från WAGO.

Pos.	Tuotenro / Kuvaus	Määrä	Yksikkö (min.pakk.)	Yksikköhinta EUR	Summa EUR
600	750-8101 PFC100-ohjain 2 x ETHERNET EAN-Nro.: 4055143351843 <a href="https://www.wago.com/750-8101">https://www.wago.com/750-8101</a> 	1	Kappale	1	
700	750-626/020-002 Teholähteen suodatin 24 VDC Korkeampi eristys Maavikadiagnostiikka EAN-Nro.: 4055143826846 <a href="https://www.wago.com/750-626/020-002">https://www.wago.com/750-626/020-002</a> 	1	Kappale	1	
800	750-1405 16-kanavainen digitaalitulo 24 VDC 3 ms EAN-Nro.: 4045454905590 <a href="https://www.wago.com/750-1405">https://www.wago.com/750-1405</a> 	10	Kappale	1	
900	750-515 4-kanavainen relelähtö AC 250 V 2,0 A Potentiaalivapaa 4 sulkukosketinta EAN-Nro.: 4055143512831 <a href="https://www.wago.com/750-515">https://www.wago.com/750-515</a> 	14	Kappale	1	
1000	750-451 8-kanavainen analogiatulo Vastuksen mittausta Säädettävä EAN-Nro.: 4017332258388 <a href="https://www.wago.com/750-451">https://www.wago.com/750-451</a> 	5	Kappale	1	
1100	750-496 8-kanavainen analogiatulo 0/4 - 20 mA Epäsäsymmetrinen EAN-Nro.: 4055143350365 <a href="https://www.wago.com/750-496">https://www.wago.com/750-496</a> 	1	Kappale	1	
1200	750-455 4-kanavainen analogiatulo 4 - 20 mA Epäsäsymmetrinen EAN-Nro.: 4045454439606 <a href="https://www.wago.com/750-455">https://www.wago.com/750-455</a> 	1	Kappale	1	
1300	750-459 4-kanavainen analogiatulo 0 - 10 VDC Epäsäsymmetrinen EAN-Nro.: 4045454471507 <a href="https://www.wago.com/750-459">https://www.wago.com/750-459</a> 	1	Kappale	1	

Figur 51. Hårdvarulista från WAGO.

Pos.	Tuoteno / Kuvaus	Määrä	Yksikkö (min.pakk.)	Yksikköhinta EUR	Summa EUR
1400	750-555 4-kanavainen analogialähtö 4 - 20 mA EAN-Nro.: 4045454643089  <a href="https://www.wago.com/750-555">https://www.wago.com/750-555</a>	1 Kappale	1 Kappale		
1500	750-600 Päätymoduuli EAN-Nro.: 4045454073985  <a href="https://www.wago.com/750-600">https://www.wago.com/750-600</a>	1 Kappale	1 Kappale		
1600	758-879/000-3102 Muistikortti SD Micro 2 gigatavua EAN-Nro.: 4055143389815  <a href="https://www.wago.com/758-879/000-3102">https://www.wago.com/758-879/000-3102</a>	1 Kappale	1 Kappale		
1700	2787-2146/000-030 Teholähde Pro 2 1-vaihe 24 VDC:n lähtöjännite 10 A:n lähtövirta TopBoost + PowerBoost tiedonsiirtomahdollisuus EAN-Nro.: 4055144061895  <a href="https://www.wago.com/2787-2146/000-030">https://www.wago.com/2787-2146/000-030</a>	2 Kappale	1 Kappale		
1800	787-1685 Redundanssimoduuli 2 x 24 VDC input voltage 2 x 20 A tulojännite 24 VDC:n lähtöjännite 40 A:n lähtövirta EAN-Nro.: 4055143534529  <a href="https://www.wago.com/787-1685">https://www.wago.com/787-1685</a>	1 Kappale	1 Kappale		
1900	787-1668/006-1000 Elektroninen johdonsuojakattaisija 8-kanavainen 24 VDC:n tulojännite säädettävä 0.5 ... 6 A aktiivinen virranrajoitus tiedonsiirtomahdollisuus EAN-Nro.: 4050821848332  <a href="https://www.wago.com/787-1668/006-1000">https://www.wago.com/787-1668/006-1000</a>	1 Kappale	1 Kappale		

Figur 52. Hårdvarulista från WAGO.

Som referens kostade WAGOs lösning 72 % av kostnaden för Omrons lösning. Detta skulle betyda en kostnadsminskning med cirka en fjärde del. Garantitiden för dessa produkter är två år till skillnad från Omrons Nj-serie vilka har en garantitid på 12 månader.

Komponentmässigt krävde WAGOs system väldigt många komponenter i och med att de bland annat använder en PFC 100 processor för att styra I/O-korten. Men också genom att deras I/O-kort inte har över 16 kanaler i detta system och deras reläkort endast hade 4 kanaler. Systemet var även under 500 mm vilket var gränsen för bredden.

WAGO	Quantity
<b>CPU</b>	
WAGO PFC 200	2
WAGO PFC 100	1
<b>I/O</b>	
16-channel digital input	10
8-channel analog input (Resistance measurement : Adjustable)	5
8-channel analog input (0/4 - 20 mA)	1
4-channel analog input (4 - 20 mA)	1
4-channel analog input (0 - 10 VDC)	1
4-channel analog output (4 - 20 mA)	1
4-channel relay output	14
End Module	3
Supply Filter 24 VDC	3
<b>Other</b>	
Library Controller Redundancy Master Software	1
Power supply	2
Memory card 2 Gigabyte	1
Redundancy Module 2 x 24 VDC input	1
Electronic circuit breaker 8-channel; 24 VDC input voltage	1
Industrial-Managed-Switch; 8-Port Ethernet	2
Touch panel 600 7.0" 800x480 pixels	1
Touch panel 600 15.6" 1920x1080 pixels	1

Figur 53. Wagos produkter som behövs för deras system.

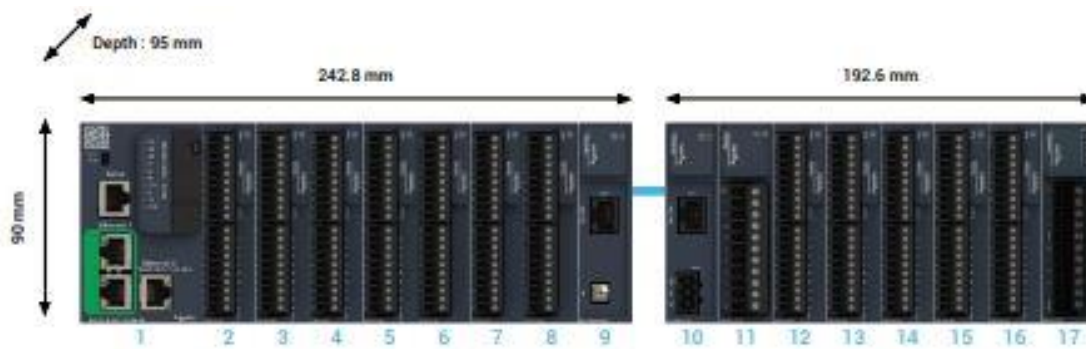
### 9.1.5 Schneider Electronics lösning

Schneider Electronics byggde en lösning med deras egna online configuration tool vilket genererar en lösning baserat på vad användaren väljer att fylla in. Lösningen som erbjuds till projektet fyllde inte kraven som var skickade till Schenider Electronics.

M251 som erbjuds i offerten har inget stöd för PLC-redundans, det fanns heller inga HMI-skärmar inkluderade i offerten vilket betyder att offerten som blev skickad inte går att jämföra med de andra tillverkarnas offerter.



Figur 54. Schneider Electronics system.



Figur 55. Schneider Electronics system.

Schneider Electronics system skulle kosta 40 % av kostnaden för Omrons system. Denna siffra går dock inte att ta i beaktande eftersom lösningen inte uppfyllde alla krav som var uppsatta samt att det saknades produkter. Det som noterades dock var att kostnaden för processorn var bland de lägsta, vilket kan bero på att det inte fanns något stöd för CPU-redundans.

Alla produktpriser samt leveranstider var giva av REXEL som är baserat i Vasa.

Pos	Sstl	Nimitys	Toimitusaika	Määrä	Yks.	Yksikköhinta	Hinta yht.
	TM251MESE 2820077	PLC M251-2XETHERNET 3606480648878	16.06.2022	1	KPL		
	TM3TI4 2820171	Modicon TM3 AI4 U/I/TC/RTD 16bit ruuvi 3606480649004	28.07.2022	9	KPL		
	TM3AI8 2820082	Modicon TM3 AI8 U/I 12bit ruuvi 3606480648922	28.07.2022	1	KPL		
	TM3AI4 2820080	Modicon TM3 AI4 U/I 12bit ruuvi 3606480648908	01.04.2022	2	KPL		
	TM3XTRA1 2820178	Modicon TM3 laajennusväylä lähetin 3606480611230	11.02.2022	1	KPL		
	TM3XREC1 2820177	Modicon TM3 laajennusväylä vastaanotin 3606480611247	11.02.2022	1	KPL		
	TM3AQ4 2820088	Modicon TM3 AO4 U/I 12bit ruuvi 3606480648984	28.07.2022	1	KPL		
	TM3DQ8R 2820157	Modicon TM3 DO8 (rele) ruuvi 3606480611421	28.07.2022	1	KPL		
	TM3BCEIP	TM3 väylämoduuli, Eth IP, Modbus TCP 3606489703530	08.02.2022	1	KPL		
	TM3DQ16R 2820136	Modicon TM3 DO16 (rele) ruuvi 3606480611445	28.07.2022	3	KPL		
	TM3DI32K 2820093	Modicon TM3 DI32 HE10 3606480611414	28.07.2022	5	KPL		
	TM3XTRA1 2820178	Modicon TM3 laajennusväylä lähetin 3606480611230	11.02.2022	1	KPL		
	TM3XREC1 2820177	Modicon TM3 laajennusväylä vastaanotin 3606480611247	11.02.2022	1	KPL		

Figur 56. Lista över Schneider Electronics hårdvara.

Schneider Electronics system hade inte så många komponenter men det var inte heller ett fullständigt system vilket betyder att en jämförelse till de andra inte är möjligt.

### 9.1.6 ABB:s lösning

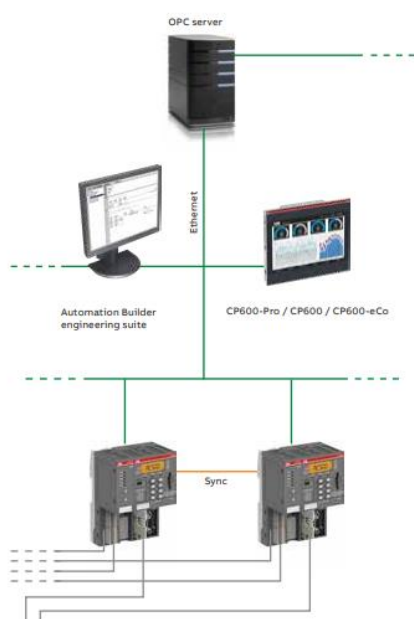
ABB skickade en offert som fyllde alla krav som var ställda och som även var väldigt förmånlig i jämförelse med andra tillverkare. Systemet är baserat AC 500-seriens PLC vilket är även den enda CODESYS-baserade PLC-serien som ABB säljer.

Main features of quoted AC500-platform based on WeTech requirements:

- Standard AC500 CPUs with redundant coupling
  - o Any AC500 CPUs can be used to build a redundant pair, starting from entry-level CPU all the way to high-performance CPUs
  - o Hot standby performance, bumpless switchover between primary CPU and backup CPU within tens of milliseconds
  - o PLC tasking: Multitask supported, starting from 1ms cycle, user configurable per task
- IO-cards
  - o Non-redundant IO-cards in ModbusTCP network under redundant CPUs
  - o Hot-swap capability
- Software Automation Builder V2.5
  - o Based on CODESYS V3.5 SP17
  - o Full set of software features embedded
- Marine certifications
  - o DNV-GL, ABS, LR, RINA, RS, KR, CCS
  - o Extensive case references to ship control and auxiliary systems
- Max. length of single IO-rack
  - o 380mm

Figur 57. Information angående ABB:s system.

AC 500-serien har både stöd för CPU-redundans och hot swapping för I/O-korten. Detta skulle betyda att CPU-redundans samt hot swapping inte skulle anses som en tilläggskostnad eftersom den alltid är inkluderad i ett system.



Figur 58. Hur ett redundanta ABB system skulle se ut.

Som nämnt ovan stöder även detta system hot swapping av I/O-kort till en normal kostnad. I/O-redundans är även någonting som ABB erbjuder men är inte inkluderat i detta system. Hela systemet var även under 500 mm vilket var ett krav från WeTechs sida.

Kostnaden för detta system är 71 % av kostnaden för Omrons system. Detta var även en av de billigaste offerterna som skickades till WeTech.

Leveranstiderna för produkterna är även väldigt bra i jämförelse med andra tillverkare där ABB själva uppskattar 6–8 veckors leveranstid för alla produkter. Dessa tider kan dock gå till det bättre eller sämre. Normala leveranstider för ABB:s produkter är mellan 1 och 2 veckor. Garantin för dessa produkter är 18 månader vilket är bekräftat av ABB:s kontaktperson.

Hardware		
Order code	Type	Description
1SAP141000R0278	PM5650-2ETH	Programmable Logic Controller, 24VDC, 80MB data/program memory, 2 x Ethernet with configurable protocols, 1 x serial, 1x CAN interface
1SAP195400R0101	PS5601-HA-MTCP	Modbus TCP HA runtime license
1SAP110300R0278	TB5600-2ETH	2x RJ45 for Ethernet, 1x serial COM1, CAN/CANopen interface, no coupler slots
1SAP180300R0001	TA521	AC500, Lithium Battery Set for data buffering
1SAP222200R0001	CI522-MODTCP	ModbusTCP IO Bus-Module, 8xDC/8xDI/8xDO 24VDC,DI/DC:24VDC, DO/DC:24VDC /0.5A 1/2-wire, ethernet switch
1SAP214000R0001	TU508-ETH	Ethercat and Profinet IO terminal unit, spring, 2xRJ45, 24VDC
1SAP245200R0001	DX522	Digital Input/Output Module 8xDI/8xDO-Relay, DI:24VDC,DO-Relay:230VAC/3A,2/3-wire
1SAP215100R0001	TU532-H	I/O terminal unit for all 230 VAC modules,I/O Terminal Unit, spring clamps, hot-swap
1SAP240000R0001	DI524	Digital Input Module 32xDI, DI:24VDC,1-wire
1SAP250300R0001	AI523	Analog Input Module 16xAI, U/I/RTD 12bit+sign,24VDC,2/3-wire
1SAP250100R0001	AX521	Analog Input/Output Module 4xAI/4xAO, U/I/RT 12bit+sign,24VDC,2/3-wire
1SAP215000R0001	TU516-H	I/O terminal unit for all 24 VDC modules,I/O Terminal Unit, spring clamps, hot-swap
1SAP540710R0001	CP6407	Control panel, TFT grafic display, touchscreen, 7", 800 x 480 pixel, PB610 runtime or AC500 V3 webserver
1SAP541510R0001	CP6415	Control panel, TFT grafic display, touchscreen, 15", 1024 x 768 pixel, PB610 runtime or AC500 V3 webserver
Automation Builder licenses, training and support		
Order code	Type	Description
1SAS010000R0102	DM200-TOOL	Automation Builder 2.x Standard. Single user license - bound to PC or DM-KEY (USB Key), 5 licences free of charge for WeTech engineering
1SAS010000R0102	DM200-TOOL	Automation Builder 2.x Standard. Single user license - bound to PC or DM-KEY (USB Key), additional licenses
Training	Training	Automation Builder & AC500 training, days
Support	Support	Automation Builder & AC500 technical support, direct contacts, unlimited

**Figur 59. Produktlista från ABB.**

Komponentmässigt har inte ABB så många komponenter eftersom deras I/O-kort har många kanaler till skillnad från de andra tillverkarna. Deras system kräver dock I/O-terminala enheter för varje I/O-kort vilket betyder att ett I/O-kort kräver två komponenter för att fungera, detta på grund av hot swapping som ABB:s system har.

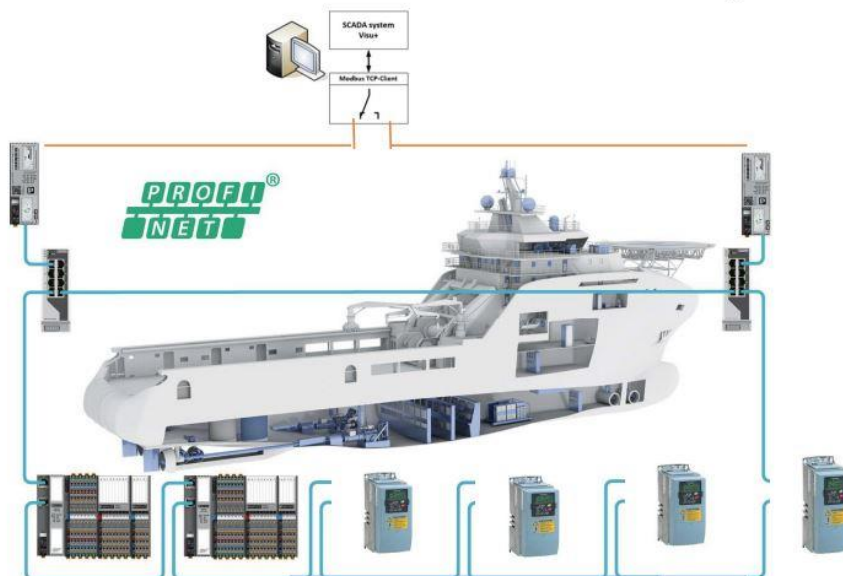
ABB	Quantity
CPU	
ABB AC 500	2
I/O	
ModbusTCP IO Bus-Module, 8xDC/8xDI/8xDO	3
Digital Input/Output Module 8xDI/8xDO-Relay	7
Digital Input Module 32xDI	3
Analog Input Module 16xAI	3
Analog Input/Output Module 4xAI/4xAO	1
I/O terminal unit for all 230 VAC modules,I/O Terminal Unit, spring clamps, hot-swap	7
I/O terminal unit for all 24 VDC modules,I/O Terminal Unit, spring clamps, hot-swap	7
Other	
Modbus TCP HA runtime license	2
2x RJ45 for Ethernet, 1x serial COM1 , CAN/CANopen interface, no coupler slots	2
AC500, Lithium Battery Set for data buffering	2
Ethercat and Profinet IO terminal unit, spring, 2xRJ45, 24VDC	3
Control panel, TFT grafic display, touchscreen, 7", 800 x 480 pixel, PB610 runtime or AC500 V3 webserver	1
Control panel, TFT grafic display, touchscreen, 15", 1024 x 768 pixel, PB610 runtime or AC500 V3 webserver	1

Figur 60. Lista över ABB:s produkter för deras system.

### 9.1.7 Phoenix Contacts lösning

Phoenix Contact var den sista tillverkaren att bli kontaktad med en offertförfrågan. Lösningen som de erbjöd fyllde alla krav som skickades till dem samt var den billigaste av alla. Systemet är baserat på "PLCnext line CPU AXC F 2152". Likt ABB stöder även alla Phoenix Contacts processorer CPU-redundans vilket betyder att det inte blir en extra kostnad. Alla deras produkter i deras sortiment har även marincertifikat vilket betyder att konsumenten inte är begränsade till vissa produktserier.

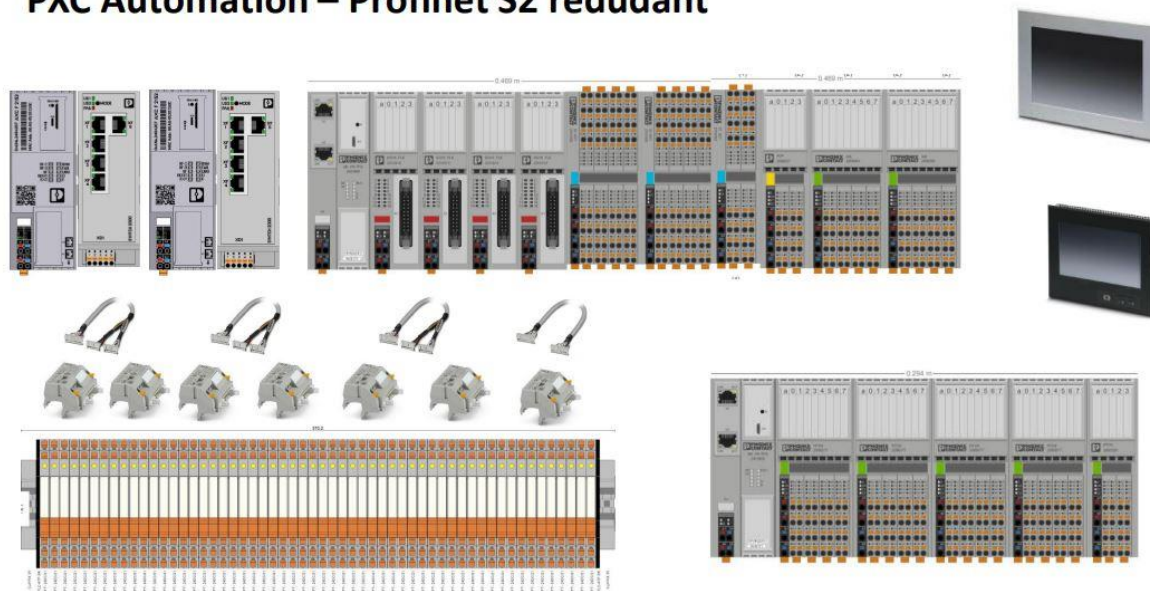
## We-Tech Automation Project



Figur 61. Phoenix Contacts system.

Phoenix Contacts System är byggt med PROFINET som huvudsakligt kommunikationsprotokoll. Detta system har inte hot swappable I/O-kort, men möjligheten finns ifall användaren så önskar.

## PXC Automation – Profinet S2 redundant



Figur 62. Phoenix Contacts system.

Eftersom alla processorer som Phoenix Contact erbjuder har stöd för CPU-redundans betyder det att man kan använda sig av en väldigt billig CPU för att uppfylla alla krav. Phoenix Contacts system kostar 64% av kostanden för Omrons system. Det bör även noteras att Phoenix Contacts mjukvara inte kostar något vilket betyder att även där skulle WeTech Solutions spara in på kostnaderna.

Klarhet i leveranstiderna gavs ej vid tidpunkten när detta dokument skrev. Phoenix Contacts produkter har en garantitid på 2 år.

Tuotenumero	Tyyppi	Määrä
<b>PLC and Switches</b>		
2404267	AXC F 2152	2
2702323	FL SWITCH 2205	2
<b>Station 1.</b>		
2403869	AXL F BK PN TPS	1
2701813	AXL F DO16 FLK 1H	4
2701450	AXL F DI64/1 2F	2
2702052	AXL F DI32/1 2H	1
2688527	AXL F AO4 1H	1
2688064	AXL F AI8 1F	2
2298470	FLK 20/2FLK14/EZ-DR/100/KONFEK	3
2296401	FLK 20/EZ-DR/ 100KONFEK	1
2295554	PLC-V8/FLK14/OUT	7
2900299	PLC-RPT- 24DC/21	56
<b>Station 2.</b>		
2403869	AXL F BK PN TPS	1
2688077	AXL F RTD8 1F	4
2688556	AXL F RTD4 1H	1
<b>Monitors</b>		
2404524/FR02/P28/R33/M58/OS52/O00/S05	TPM 3150, näyttö 15,4"	1
2404518/FR02/P28/R33/M58/OS52/O00/S05	TPM 3070, Näyttö 7"	1
YHTEENSÄ		

**Figur 63. Lista av produkter som behövs för Phoenix Contacts system.**

Komponenternas antal som behövdes till Phoenix Contacts system var relativt många. Detta var till stor del på grund av relämodulerna som kom upp till 56. Detta jämnas relativt mycket ut dock eftersom resten av I/O-korten har upp till 64 kanaler och 32 kanaler vilket gör att mängden I/O-kort för digitala ingångarna är endast 3. Systemet följde ändå kravet att vara under 500 mm vilket var WeTechs krav på bredden.

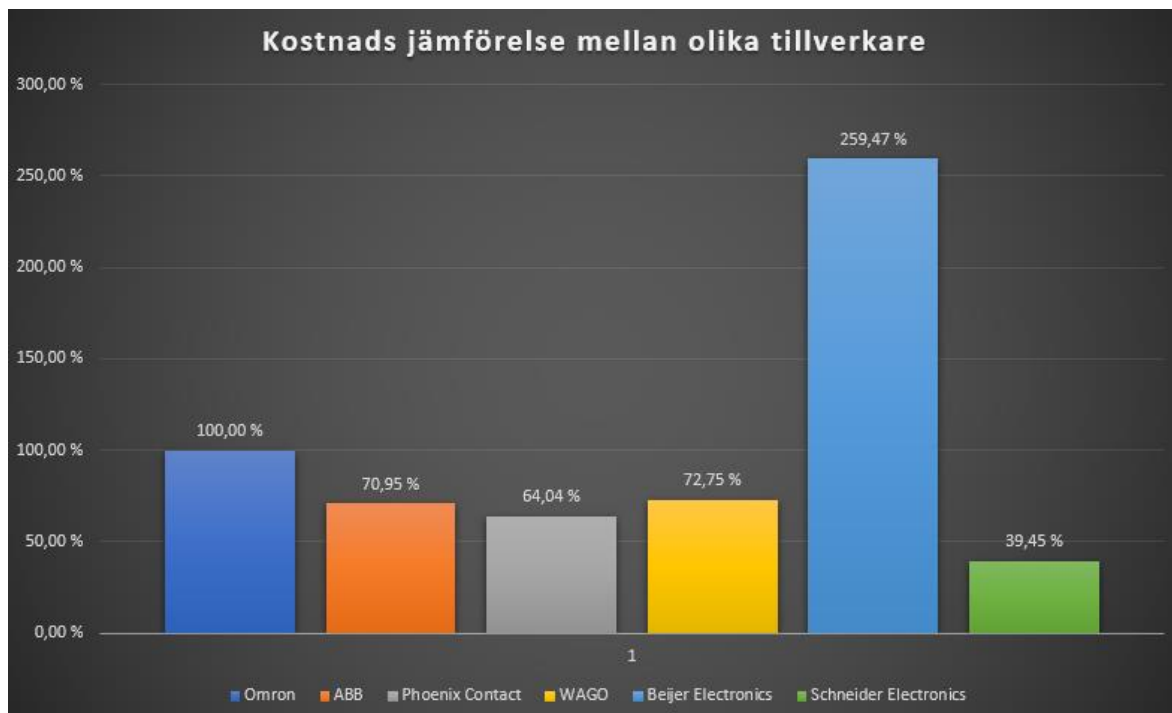
## 9.2 Sammanfattning av alla offerter

Efter att alla offerter hade gåtts igenom kunde det konstateras att det fanns vissa tillverkare som passade WeTechs behov bättre än andra.

Både Beijer Electronics och Schneider Electronics föll bort från potentiella kandidater eftersom priset var för högt eller systemet inte uppfyllde de krav som skickades till dem av WeTech.

De som uppfyllde alla krav samt var betydligt billigare än Omrons system var ABB, WAGO och Phoenix Contact.

Priserna är i jämförelse till Omrons system som är uträknade genom att använda sig av en gammal offert från Omron för ett system som uppfyller alla krav.



Figur 64. Prisjämförelse.

### 9.3 Resultat av kartläggningen av leverantörer

Efter att WAGO, ABB och Phoenix Contact hade blivit valda som potentiella kandidater kontaktades dessa och frågades om ett testsystem kunde skickas till WeTech Solutions för att kunna testa hårdvaran samt mjukvaran i egna testutrymmen.

Alla tillverkare gick med på att skicka testsystem. Syftet med testerna är att se till att WeTechs egna program kommer att fungera felfritt samt om det är möjligt att flytta projekten mellan dessa tillverkares utvecklingsmiljöer. Testen kan dock inte utföras i samband med denna undersökning eftersom leveranstiderna på produkterna är väldigt långa i dagens läge.

## 10 Diskussion

Arbetet var definitivt en utmaning eftersom Sysmac Studio var en helt ny utvecklingsmiljö för mig. Kunskaperna jag hade inom PLC-programmering samt hur en PLC fungerar hjälpte dock till en viss del men mycket har man själv fått lära sig. Jag stötte även på massa nya saker inom både programmering samt att navigera i och förstå en utvecklingsmiljö för PLCn.

Efter att båda utvecklingsmiljöerna hade undersökts kunde jag gå vidare med att hitta PLC-leverantörer som skulle kunna vara en potentiell ersättare. Detta löstes relativt snabbt eftersom det fanns väldigt många krav som gjorde att många tillverkare föll bort.

Efter att potentiella tillverkare hade valts kunde man sedan internt inom WeTech Solutions diskutera vilka som skulle passa som ersättare samt om deras produkter är något som skulle intressera WeTech Solutions både kostnadsmässigt och om hårdvaran skulle uppfylla WeTech Solutions krav.

Jag tror definitivt jag underskattade tiden det skulle ta att få ihop färdiga offerter för WeTech. Jag stötte även på många utmaningar både att hitta information om CODESYS eftersom programmets kod är öppen källa, samt att hitta en smart lösning hur ett projekt skall flyttas över från Sysmac Studio till CODESYS. Det tog även lång tid att kalla till möten med alla företag för att diskutera WeTechs behov och hur systemet skall se ut.

Under detta projekts gång har ja både fått handledning av kollegor på WeTech Solutions och från utomstående som har kunnat hjälpa med programmeringsrelaterade frågor.

Projektet har definitivt varit en utmaning men väldigt givande. Skulle jag ha haft mera tid skulle jag gärna ha inkluderat testningen av alla dessa system för att kunna ge en bättre praktisk bild i hur de skiljer sig från varandra. Jag har lärt mig massor om både hur utvecklingsmiljön fungerar och om hur en PLC används inom marina branschen och hur det skiljer sig ifrån ett system som är landbaserat. Jag har även fått väldigt bra insikt i hur det är att arbeta med olika företag och att hålla en professionell kontakt med dessa företag.

## 11 Källförteckning

- CODESYS Cforge.* (u.å). Hämtat från <https://forge.codesys.com/tol/cforge/home/Home/> den 6 Januari 2022
- CODESYS help.* (u.å). Hämtat från configuring devices. den 20 Februari 2022
- CODESYS Store HMI SL.* (u.å). Hämtat från <https://store.codesys.com/en/codesys-hmi-sl-bundle.html> den 21 December 2021
- CODESYS Store SVN.* (u.å). Hämtat från <https://store.codesys.com/en/codesys-svn.html> den 13 December 2021
- CODESYS Store.* (u.å). Hämtat från <https://store.codesys.com/en/codesys.html> den 11 December 2021
- CODESYS System.* (u.å). Hämtat från <https://www.codesys.com/the-system/why-codesys.html> den 17 December 2021
- CODESYS Targetvisu.* (den Februari 2022 u.å). Hämtat från <https://www.codesys.com/products/codesys-visualization/targetvisu.html> 10
- CODESYS.* (u.å). Hämtat från <https://www.codesys.com/> den 9 December 2021
- CODESYS visualization.* (u.å). Hämtat från <https://www.codesys.com/products/codesys-visualization.html> den 21 December 2021
- CODESYS WebVisu.* (u.å). Hämtat från <https://www.codesys.com/products/codesys-visualization/webvisu.html> den 10 Februari 2022
- Configuring devices.* (u.å). Hämtat från CODESYS help: [https://help.codesys.com/api-content/2/codesys/3.5.14.0/en/\\_cds\\_configuring\\_devices\\_mapping\\_ios/](https://help.codesys.com/api-content/2/codesys/3.5.14.0/en/_cds_configuring_devices_mapping_ios/) den 21 Februari 2021
- Differences Between a Function and a Function Block.* (u.å). Hämtat från [https://product-help.schneider-electric.com/Machine%20Expert/V1.1/en/SoLibref/SoLibref/Function\\_and\\_Function\\_Block\\_Representation/Function\\_and\\_Function\\_Block\\_Representation-2.htm](https://product-help.schneider-electric.com/Machine%20Expert/V1.1/en/SoLibref/SoLibref/Function_and_Function_Block_Representation/Function_and_Function_Block_Representation-2.htm) den 11 Mars 2022
- DNV GL.* (11 2015). *DNV Rules.* Hämtat från <https://rules.dnv.com/docs/pdf/DNV/CG/2015-11/DNVGL-CG-0339.pdf> den 21 Januari 2022
- First program.* (u.å). Hämtat från CODESYS help: [https://help.codesys.com/webapp/\\_cds\\_tutorial\\_refrigerator\\_control;product=codesys;version=3.5.16.0](https://help.codesys.com/webapp/_cds_tutorial_refrigerator_control;product=codesys;version=3.5.16.0) den 19 Februari 2022
- Gitlab version control.* (u.å). Hämtat från <https://about.gitlab.com/topics/version-control/> den 8 1 2022
- IACS.* (u.å). Hämtat från <https://iacs.org.uk/about/> den 4 April 2022

- Logo wine.* (u.å). Hämtat från [logo.wine/logo/Apache\\_Subversion](https://logo.wine/logo/Apache_Subversion) den 18 Mars 2022
- Logowik.* (u.å). Hämtat från <https://logowik.com/git-vector-logo-9231.html> den 19 Mars 2022
- Na series software user manual.* (2019). Hämtat från Omron assets: [https://assets.omron.eu/downloads/manual/en/v5/v118\\_na\\_series\\_programmable\\_terminal\\_software\\_users\\_manual\\_en.pdf](https://assets.omron.eu/downloads/manual/en/v5/v118_na_series_programmable_terminal_software_users_manual_en.pdf) den 13 December 2021
- Omron assets.* (2017). Hämtat från [https://assets.omron.eu/downloads/manual/en/v118\\_na\\_series\\_programmable\\_terminal\\_software\\_users\\_manual\\_en.pdf](https://assets.omron.eu/downloads/manual/en/v118_na_series_programmable_terminal_software_users_manual_en.pdf) den 20 December 2021
- Omron Automation.* (u.å). Hämtat från <https://automation.omron.com/en/ca/products/family/sysstudio> den 10 December 2021
- Omron IA.* (u.å.a). Hämtat från <https://industrial.omron.fi/fi/products/na> den 10 December 2021
- Omron IA.* (u.å.b). Hämtat från <https://www.ia.omron.com/products/family/3075/> den 10 December 2021
- Omron IA.* (u.å.c). Hämtat från <https://www.ia.omron.com/products/family/3705/specification.html> den 10 December 2021
- Omron Sysmac Studio operation manual.* (2021). Hämtat från [https://assets.omron.eu/downloads/manual/en/v5/w504\\_sysmac\\_studio\\_operation\\_manual\\_en.pdf](https://assets.omron.eu/downloads/manual/en/v5/w504_sysmac_studio_operation_manual_en.pdf) den 18 November 2021
- Omron Sysmac Studio.* (u.å). Hämtat från <https://industrial.omron.fi/fi/products/sysmac-studio> den 11 November 2021
- Omron.* (u.å). Hämtat från <https://www.ia.omron.com/products/family/3111/> den 10 December 2021
- PLCopen how to recognize IEC 61131-3 programming system.* (u.å). Hämtat från <https://plcopen.org/how-recognize-iec-61131-3-programming-system> den 10 Mars 2022
- PLCopen IEC 61131-3.* (2013). Hämtat från <https://plcopen.org/iec-61131-3> Mars 2022
- PLCopen IEC 61131-3 standard.* (u.å). Hämtat från <https://plcopen.org/status-iec-61131-3-standard> den 3 April 2022
- PLCopen logic.* (u.å). Hämtat från PLCopen: <https://plcopen.org/technical-activities/logic> den 10 Mars 2022
- PLCopen membership.* (u.å). Hämtat från PLCopen: <https://plcopen.org/membership> den 10 Mars 2022
- PLCopen Technical activities.* (u.å). Hämtat från PLCopen: <https://plcopen.org/technical-activities> den 10 Mars 2022

- Pratt, G. L. (den 29 6 2020). *Which IEC 61131-3 programming language is best? Part 1*. Hämtat från Control Engineering: <https://www.controleng.com/articles/which-iec-61131-3-programming-language-is-best-part-1/> den 10 Mars 2022
- Sysmac Studio version control*. (2020). Hämtat från [https://assets.omron.eu/downloads/manual/en/v6/w589\\_project\\_version\\_control\\_function\\_operation\\_manual\\_en.pdf](https://assets.omron.eu/downloads/manual/en/v6/w589_project_version_control_function_operation_manual_en.pdf) den 7 Januari 2022
- WeTech Solutions*. (u.å). Hämtat från <http://wetech.fi/solutions/> den 22 November 2021
- What is PLCopen*. (u.å). Hämtat från Plcopen: <https://plcopen.org/what-plcopen> den 10 Mars 2022