



**CHALMERS**

# **Förbättrad operatörsinteraktion i kontrollrum för högre effektivitet, ökad kvalitet och kostnadsbesparingar**

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet maskinteknik

Andreana Vojinovic  
Henri Johansson

**INSTITUTIONEN FÖR INDUSTRI- OCH MATERIALVETENSKAP**

---

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA  
Göteborg, Sverige 2024  
[www.chalmers.se](http://www.chalmers.se)

Förbättrad operatörsinteraktion i kontrollrum för högre effektivitet, ökad kvalitet och kostnadsbesparingar

Andreana Vojinovic och Henri Johansson

© ANDREANA VOJINOVIC, HENRI JOHANSSON, 2024.

Examinator: Torbjörn Ylipää, Institutionen för industri- och materialvetenskap  
Handledare: Jill Hellberg & Martin Lindahl, Volvo Cars

Institutionen för industri- och materialvetenskap  
Chalmers University of Technology  
SE-412 96 Gothenburg  
Telefon +46 31 772 10

Göteborg, Sverige 2024

Institutionen för industri- och materialvetenskap  
Chalmers University of Technology

# Sammanfattning

Kontrollrum för övervakning och styrning spelar en mycket viktig roll inom många industrier men är trots det ett underskattat område. Kontrollrum utgör själva hjärtat i en produktion och är således en oerhört viktig men ofta osynlig del i en produktion. Trots sin underskattade roll har de stor betydelse för att säkerställa kvaliteten och säkerheten i produktionen. Det är därför viktigt att bidra med mer kunskap om kontrollrum.

Detta projekt har initierats av Volvo Cars som tillverkar personbilar. Volvo kännetecknas av säkerhet, kvalitet, innovation och hållbar utveckling. Företaget tillverkar moderna och säkra bilar med hög kvalitet och med människan i fokus. De tror att arbetet med kontrollrum kan ytterligare höja effektiviteten och kvaliteten i produktionen.

Detta projekt har genomförts som ett examensarbete vid högskoleingenjörsprogrammet i maskinteknik på Chalmers tekniska högskola. Syftet med projektet är att bidra med större insikt och djupare förståelse om de komplexa utmaningar som finns i ett kontrollrum för att kunna utveckla ett bättre kontrollrum i framtiden.

Genom observationer av målerifabrikens kontrollrum, intervjuer, lean-metodik och benchmarking gentemot kontrollrum i andra fabriker skapades en bättre förståelse av problemområden för kontrollrum.

I rapporten redovisas resultaten från de metoder som använts, där fokus har varit på att identifiera, beskriva och förklara problemområden med kontrollrumsdesign och att fånga upp insikter från andra fabrikers kontrollrumslösningar. Resultatet visar att många kontrollrum upplever och delar samma problematik i större eller mindre grad.

Slutsatsen är att det är fullt möjligt att utforma ett modernare, effektivare och mer arbetsmiljövänligt kontrollrum, så länge som ett starkt tvärfunktionellt samarbete finns där slutanvändaren är i fokus.

**Nyckelord: kontrollrum, produktion, underhåll, kvalitet, HMI, MMI, SCADA, arbetsmiljö, arbetssätt, lean**

## Abstract

Control rooms for monitoring and steering play a very important role in many industries, yet this area is underappreciated and rarely discussed. It is often an invisible – but incredibly important – part that constitutes the heart of production. Despite their underestimated role, such rooms are of great importance in ensuring the quality and safety of production flows. This makes it important to deepen the knowledge about control rooms.

This project has been initiated by Volvo Cars, which manufactures passenger vehicles. Volvo is characterized by safety, quality, innovation, and sustainability. The company produces modern, safe, high quality cars with people at the centre. They believe that working towards enhancing control room operations can increase production efficiency and product quality.

The project has been carried out as a mechanical engineering degree project at Chalmers University of Technology. The aim of the project is to contribute greater insight into and deeper understanding of the complex challenges that exist in a control room in order to enable the development of better control room operations in the future.

Observations of the control room in the paint factory, interviews with control room operators and benchmarking against control rooms in other factories led to a better understanding of control room problem areas.

The thesis presents the results from the methods used, where focus was on identifying, describing and explaining control room design problem areas and capturing insights from control room solutions in other factories. The results reveal that many control rooms experience the same issues to a greater or lesser degree, aspects that are highlighted in this project.

The conclusion is that it is entirely possible to design a more modern, efficient and work environment-friendly control room, as long as there is a strong cross-functional collaboration with the end user in focus

**Keywords: control room, production, maintenance, quality, HMI, MMI, SCADA, work environment, working methods, lean**

## Förord

Detta examensarbete har genomförts på Volvo Cars målerifabrik i Göteborg under våren 2024. Arbetet, som omfattar 15 hp, utgör det avslutande momentet i utbildningen i maskinteknik med inriktning mot produktion som motsvarar 180 hp på Chalmers tekniska högskola.

Vi vill tacka alla medarbetare på Volvo som har gjort det möjligt att utföra detta arbete. Vi vill speciellt tacka kontrollrumsoperatörerna i Bryggan som varit med under hela projektets gång: Per, Rickard, Roger, Sham och Tommy. Tack för att ni har hjälpt oss genom hela arbetet och alltid ställt upp för att besvara våra frågor och funderingar.

Vi vill även rikta ett speciellt tack till våra handledare Jill Hellberg och Martin Lindahl. Tack också till Frida Högberg, Joakim Malmström, Gordon Bindekrans, Anders Andersson och Masoud Bokharai som har gjort det möjligt för oss att genomföra projektet. Utan er hade det inte blivit av.

Under projektets gång har vi fått möjligheten att besöka andra företag utöver Volvo Cars. Dessa besök har gett oss en inblick i många industrier och vi har kunnat diskutera med många kunniga personer i alla dessa företag om deras sätt att arbeta. Vi kan omöjligt tacka alla vi har fått möta och lära oss av, men vi vill tacka företagen ABB, Södra, Nouryon och ESEM för er villighet att ta emot oss.

Ett sista tack går till vår handledare på Chalmers, Torbjörn Ylipää, för din tillgänglighet, vägledning och optimism.

Göteborg, juni 2024

# Innehållsförteckning

<b>1. Inledning</b> .....	<b>1</b>
1.1 Bakgrund.....	1
1.2 Syfte.....	2
1.3 Frågeställningar.....	2
1.4 Begränsningar.....	2
<b>2. Metod</b> .....	<b>3</b>
2.1 Genomförande och planering av projektet.....	3
2.2 Litteratursökning.....	3
2.3 Observationer.....	4
2.4 Intervjuer.....	4
2.5 Fiskbensdiagram.....	5
2.6 5-varför.....	5
2.7 Benchmarking.....	6
<b>3. Teoretiskt ramverk</b> .....	<b>7</b>
3.1 Kontrollrum i produktionsindustri.....	7
3.2 Arbetsmiljö.....	9
3.2.1 Fysisk arbetsmiljö.....	9
3.2.2 Psykosocial arbetsmiljö.....	11
3.2.3 Kognitiv ergonomi.....	11
3.3 Människa-Maskininteraktion.....	12
3.3.1 Skärmbildsutformning.....	14
3.3.2 Färger.....	14
3.3.3. SCADA.....	15
3.3.4 Larmsystem.....	16
3.3.5. Design och utformning av kontrollrum.....	16
3.4 Lean Produktion.....	17
3.4.1 Andon.....	17
3.4.2 Kaizen.....	18
3.4.3 5S-metoden.....	18
3.5 Organisation och förändringsledning.....	19
<b>4. Nulägesbeskrivning</b> .....	<b>23</b>
4.1 Företagsbeskrivning.....	23
4.2 Produktion i VCT.....	24
4.3 Produktionsprocess i TB.....	25

4.3.1	Installering, rengöring och rostskyddsbehandling – gamla och nya TB2.....	25
4.3.2	Lackering – TB5 och TB4.....	25
4.3.3	Installation och lager – TBUB och TBH .....	26
4.3.4	Övriga faciliteter – TB1 och TB3.....	26
4.4	TB:s Kontrollrum.....	27
<b>5.</b>	<b>Resultat.....</b>	<b>30</b>
5.1	Fiskbensdiagram .....	30
5.2	5-Varför .....	32
5.3	Intervjuer .....	33
5.3.1	Arbetsbelastning .....	33
5.3.2	Viktiga delar saknas i övervakningssystemet .....	34
5.3.3	Svårtolkat övervakningssystem .....	35
5.3.4	Arbetsmiljö och ergonomi.....	37
5.3.5	Förtroende och kunskapsdelning .....	39
5.3.6	Splittrat arbetssätt .....	41
5.4	Intern Benchmarking .....	44
5.4.1	TA:s Kontrollrum .....	44
5.4.2	TC:s Kontrollrum .....	46
5.4.3	Volvo Cars, Charleston, USA .....	48
5.4.4	Volvo Cars Gent, Belgien .....	50
5.5	Extern Benchmarking .....	52
5.5.1	ABB.....	52
5.5.2	Nouryon .....	54
5.5.3	Södra Cell, Värö.....	56
5.5.4	Eskilstuna Strängnäs Energi och Miljö .....	58
<b>6.</b>	<b>Diskussion.....</b>	<b>60</b>
<b>7.</b>	<b>Slutsats och rekommendationer.....</b>	<b>66</b>
7.1	Förslag på förbättringar .....	67
7.2	Vidare forskning.....	67
<b>8.</b>	<b>Referenser .....</b>	<b>68</b>
<b>Bilagor</b>	<b>.....</b>	<b>74</b>
	Bilaga 1: Intervjufrågor för kvalitativ intervju.....	74
	Bilaga 2: Checklista med förbättringsmål.....	75

## Beteckningar

**5S** - Metod där S:en står för Sort, Set, Shine, Standardize och Sustain

**Andon** - Metod för att visualisera status för en produktionsprocess eller maskin

**Bryggan** - Kontrollrummet i TB

**Gränssnitt** - En produkt eller ett tekniskt system som kommunicerar med användaren

**HMI** - Human-Machine-Interface. Ett visuellt användargränssnitt, men kan även vara ett styrdon till en maskin

**Kaizen** - Metod som innebär en strävan efter kontinuerlig förbättring

**Kontrollrum** - ett område för att övervaka och styra en produktion eller process

**Lean Produktion** - Japansk affärsfilosofi och produktionsmetod

**MPM** - Manufacturing Process Management. Ett produktionssystem som mäter antal karosser i realtid

**MMI** - Människa-maskininteraktion

**PLC** - Programmable Logic Controller

**SCADA** - Supervisory Control And Data Acquisition

**Skids** - Ett frakttredskap som karosser placeras och transporteras på genom fabriken

**TA** - Karosfabriken, Torslanda

**TB** - Målerifabriken, Torslanda

**TC** - Monteringsfabriken, Torslanda

**VCC** - Volvo Car Corporation

**VCG** - Volvo Cars Gent, Belgien

**VCT** - Volvo Cars Torslanda, Sverige

**VCCH** - Volvo Cars Charleston, USA



# 1. Inledning

Med en snabb utveckling mot mer automatiserade industrier följer en ökad komplexitet för att ha kontroll på produktionssystem (Svenska institutet för standarder [SIS], 2001). I takt med denna utveckling ökar användandet av informationsteknologi för processövervakning och övervakning i kontrollrum, som därmed har fått ökande påfrestningar.

## 1.1 Bakgrund

Många industrier ställs inför utmaningar på grund av att automatiseringen och digitaliseringen sker i snabbare takt än man hinner med. Med en ökande grad av digital teknik och automation i olika branscher har en effektiv kontrollrumshantering fått allt större betydelse (Bligård m.fl., 2008). Den ökade digitaliseringen av produktionen samt kravet på exakt kontroll har gjort att kontrollrum spelar en avgörande roll för att övervaka kritiska funktioner, reagera på incidenter och maximera övergripande prestanda (Bligård m.fl., 2008).

Ett flertal industrier upplever ökade krav på produktion och effektivitet, samtidigt som man ska upprätthålla hög säkerhet (Woods, 2006). De organisationer som är konkurrenskraftiga och resilienta är de som klarar att hantera oväntade situationer, störningar och förändringar på ett effektivt sätt. I ett kontrollrum är det en stor mängd information som ska bearbetas, och det sätt som rummet är uppbyggt på kan skapa informationsöverflöd och svårigheter att hantera informationen på ett effektivt sätt. Hinder för effektivitet är bristande tillförlitlighet i system, att nya programvaror och gränssnitt inte implementeras på rätt sätt, föråldrade IT-system, dåligt samspel mellan människa och teknik samt arbetsmiljö och ergonomiska faktorer (Boring m.fl., 2005; Li m.fl., 2011; Osvalder m.fl., 2015; Ulrich m.fl., 2022). Detta kan resultera i kvalitetsproblem och att produktionsstopp pågår längre än nödvändigt, vilket kan vara kostsamt.

Detta projekt genomförs på uppdrag av Volvo Cars, där det i dagsläget finns utmaningar i form av att det tar alltför lång tid att upptäcka fel och avvikelser i kontrollrummet och att bilar inte rör sig som förväntat. Det finns ingen tydligt definierad process för arbetsflödet i kontrollrummet, och problem som uppstår längs vägen löses ofta på olika sätt varje gång. Problemen med ineffektiviteten leder till minskad produktion och ökade kostnader. Volvo Cars Målerifabrik eftersträvar större insikt och förståelse för att kunna förbättra sina arbetsprocesser. Systemet måste därför analyseras och förbättras.

## 1.2 Syfte

Syftet är att utveckla förbättringsmål för arbetsprocessen och arbetsmiljön i kontrollrummet på Volvo Cars målerifabrik i Göteborg. Målet är att underlätta informationshanteringen och skapa bättre förutsättningar för att på sikt effektivisera arbetssättet för maskin- och processövervakning vid avvikelser, driftstopp och störningar.

## 1.3 Frågeställningar

- Vilka problem och begränsningar finns det med den nuvarande arbetsprocessen i kontrollrummet?
- Hur kan man hantera produktionsstörningar i ett kontrollrum på ett bättre sätt och minska produktionsstoppen?

## 1.4 Begränsningar

Projektet pågick i cirka 20 veckor. För att kunna leverera inom den givna tidsramen var följande begränsningar satta:

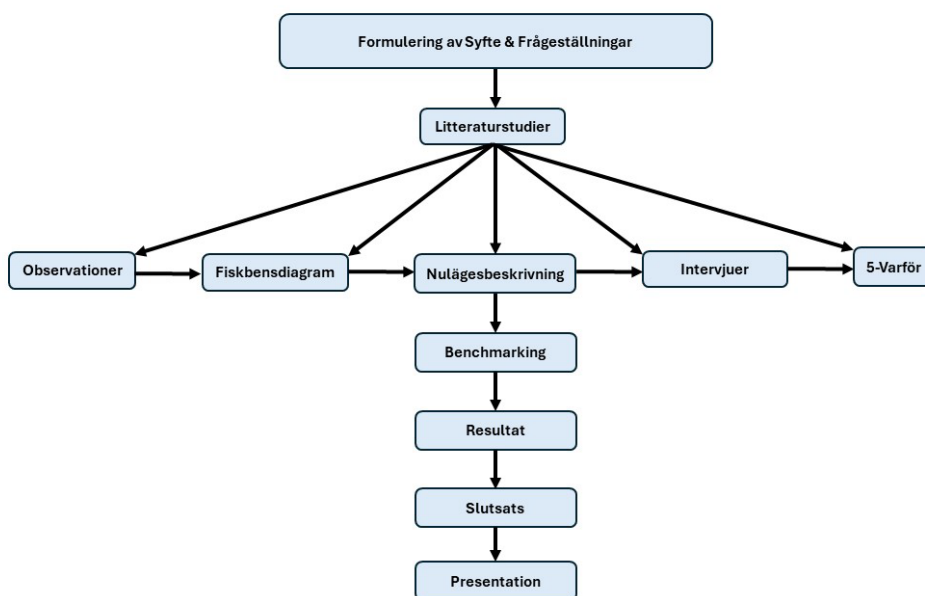
- Projektet fokuserar på målerifabrikens kontrollrum på Volvo Cars
- Modellering, visualisering och simulering i SCADA-systemen kommer inte att utföras
- Larmsystemens uppbyggnad, funktionalitet och design kommer inte att undersökas
- Programmering, experiment eller digital testning kommer inte att utföras
- Konceptframtagning på kontrollrum kommer inte att genomföras
- Ingen modell eller prototyp kommer att byggas
- Detaljerad kostnadsbedömning kommer inte att beaktas

## 2. Metod

Nedan följer en lista över arbetsgången och datainsamlingsmetoder som använts för att uppnå studiens syfte och besvara frågeställningarna.

### 2.1 Genomförande och planering av projektet

I ett tidigt stadium av projektet utarbetades en projektplansrapport och därefter ett Gantt-schema för att lägga upp en arbetsplan och en tidsplan för projektet. Schemat specificerade projektets olika faser, aktiviteter och delleveranser. Arbetsprocessen bestod av observationer, intervjuer, fiskbensdiagram och benchmarking. Litteraturstudier och rapportskrivning har pågått kontinuerligt i projektet.



Figur 1. Översikt över tillvägagångssättet i projektet

### 2.2 Litteratursökning

En litteratursökning genomfördes för att samla in information kring kontrollrum och vilka metoder som är lämpliga att använda i projektet. Information har sökts på Chalmers biblioteksportal och andra databaser såsom Google Scholar och Scopus för att hitta liknande examensarbeten och vetenskapliga publikationer i ämnet. Sökning gjordes även efter relevanta böcker, tidigare kurslitteratur och material från tidigare lästa kurser. De sökord som främst använts har varit: kontrollrum, control room, control room AND design, control room AND efficiency, control room evaluation.

## 2.3 Observationer

Observation är en metod för att samla in data och upptäcka beteenden samt mönster på en arbetsplats. Det innebär att observatörerna antecknar och dokumenterar sina observationer (Jacobsen, 2017).

För att etablera ett underlag av information som utgångspunkt för projektet, genomfördes först ett antal observationer av arbetsplatsen. Dessa gjordes tillsammans med samtliga operatörer för att få en insikt i deras arbetsmetoder, perspektiv och för att förstå det dagliga arbetet i ett kontrollrum. Genom att aktivt observera, lyssna och delta i deras dagliga rutiner fick man en förståelse för vilka utmaningar de möter och vilka behov och önskemål som finns. Observationer gjordes främst i början av projektet men även flera gånger under projektets gång.

Observationer ägde även rum genom en organiserad och guidad rundtur med Blå tåget, där alla delfabriker på VCT besöktes för att få en inblick i produktionsprocesserna samt hur människor och maskiner tillsammans arbetar för att bygga bilar. Därutöver genomfördes ett antal observationer i målerifabriken under projekttiden för att få en större förståelse för de maskiner och processer som kontrollrummet övervakar.

## 2.4 Intervjuer

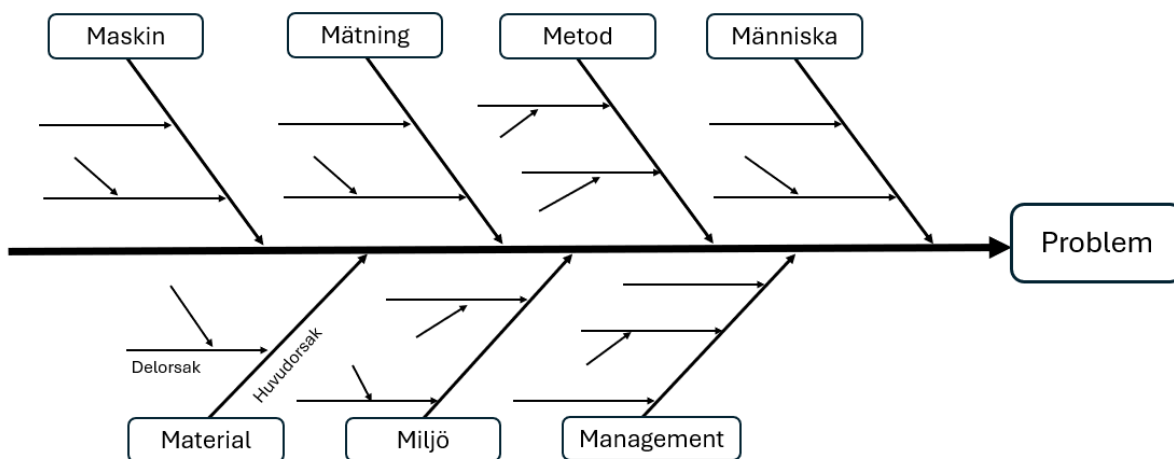
Kvalitativa intervjuer används för att undersöka användarnas åsikter och värdera produktgenskaper (Johannesson m.fl., 2013). I semistrukturerade intervjuer används förutbestämda frågor, men oförberedda följdfrågor kan också ställas för att få fram fler nyanser i intervjuerna (Bryman, 2018).

Fem semistrukturerade intervjuer genomfördes med fem kontrollrumsoperatörer av olika kön, ålder och arbetslivserfarenhet. Intervjuerna ägde rum enskilt med varje kontrollrumsoperatör och varade 45-90 minuter. Varje kontrollrumsoperatör informerades om intervjuens syfte och tillfrågades, innan intervjun startade, om denne samtyckte till att intervjun spelades in för att sedan transkriberas för att säkerställa korrekt återgivning. Intervjuerna med kontrollrumsoperatörerna var inriktade på att få en uppfattning om och en djupare förståelse av hur operatörerna upplever arbetet i kontrollrummet idag, med fokus på arbetsmiljö, ergonomi, produktionsstopp samt hur det visuella gränssnittet och larmhanteringen fungerar.

För att sammanställa intervjuernas resultat användes metoden tematik, som går ut på att sammanställa intervjuernas innehåll i teman (Kvale & Brinkmann, 2014). Detta gjordes genom att läsa igenom varje intervjutranskription, koda viktiga ord och meningar, med relevans för rapportens syfte och frågeställning. Därefter sammanfattades all information i ett diagram som sedan organiserades i teman.

## 2.5 Fiskbensdiagram

Fiskbensdiagram (också kallat Ishikawadiagram eller orsak-verkan-diagram) är ett verktyg som används för att belysa orsaker till ett problem genom att dela upp det i olika delproblem och kategorier, kopplat till 7M: maskin, mätning, metod, människor, material, miljö och management. Dessa delproblem visualiseras sedan i relation till huvudproblemet som ett fiskben, därav namnet. Vidare läggs orsaker till vart och ett av delproblemen, vilka visualiseras likt mindre ben kopplade till det större delproblemet. Syftet är att få en överblick över problematiken och få fram förbättringsidéer om vad som kan förändras (Bergman & Klefsjö, 2018).



Figur 2. Fiskbensdiagram

## 2.6 5-varför

5-varför-metoden härstammar från produktionsfilosofin Lean produktion och används för att på ett djupare plan analysera verksamheten, så kallad rotfelsanalys (Dennis, 2007). Genom att ställa frågan “varför?” fem gånger i rad är det möjligt att finna roten till problem som sedan kan bli åtgärdade så att de inte dyker upp igen. Svaret på varje “Varför?” ligger till grund för nästa gång man ställer frågan och metoden brukar ge tydliga svar.

Hassall och Lant (2023) diskuterar att det behövs tillgång till all nödvändig information innan metoden kan användas effektivt. Därför bör relevant personal delta och bidra med sina kunskaper för att finna rotorsaken till problemet. Rotproblemen kan upptäckas innan den sista frågan ställs, vilket innebär att användare av metoden behöver vara flexibla nog att stanna där rotproblemet verkar kunna finnas.

## 2.7 Benchmarking

Benchmarking är en metod som används för att jämföra och utvärdera en verksamhet jämfört med andra företag. Metoden kan användas för att jämföra prestation, process eller praxis (Andersen & Pettersen, 1996; Mathison, 2005). Syftet är att få insikt och kunskap för att kunna få idéer och ta fram förbättringsförslag (Karlöf, 1997; Metodbanken, 2018).

Det finns tre huvudformer av benchmarking

- Intern benchmarking
- Konkurrensinriktad benchmarking
- Funktionsinriktad benchmarking

I intern benchmarking ligger fokus på företagets egna tillverkningsenheter. Enheterna kan vara dotterbolag, funktioner och olika avdelningar. I konkurrensinriktad benchmarking blickar man utanför företaget och tittar närmare på företagets konkurrenter inom samma marknad. I funktionsinriktad benchmarking riktas intresset på funktionsnivå och det arbete som äger rum. Där är förutsättningar för jämförelser och överförbarhet av stor betydelse för att kunna skapa "best practices", identifiera och överföra framgångsrecept samt möjliggöra innovativa idéer (Ax & Kullvén, 2021; Karlöf, 1997).

En intern benchmarking genomfördes för att jämföra kontrollrummet i målerifabriken (TB) med Volvos egna fabriksavdelningar på karosfabriken (TA) och monteringsfabriken (TC). Ytterligare intern benchmarking har utförts på målerifabrikerna på Volvo Cars Gent (VCG) i Belgien och Volvo Cars Charleston (VCCH) i USA.

En extern benchmarking gentemot andra icke-konkurrerande företag, en så kallad funktionsinriktad benchmarking, gjordes också för att få en djupare uppfattning om hur kontrollrum ser ut idag och hur dessa varierar mellan olika branscher. Besök gjordes på ABB, Nouryon, Södra och Eskilstuna Energi och Miljö (ESEM). De flesta besök ägde rum på plats, med undantag av VCG, VCCH och ESEM som utfördes på distans.

Fokusområden för benchmarking har varit skärmbildspresentation, larmsystem och arbetsmiljö i kontrollrum. Ytterligare aspekter som beaktats har varit användarvänlighet, arbetsprocesser, arbetsbelastning och informationshantering.

### 3. Teoretiskt ramverk

Det teoretiska ramverk som beskrivs nedan har använts för att förklara de forskningsresultat som framkommit under arbetsgången. En översikt över forskning och erfarenheter presenteras inom andra forskningsfält relaterade till kontrollrum. Teorierna i detta ramverk gäller främst principer för kontrollrum i sin helhet, men också mer djupgående designprinciper för kontrollrum.

#### 3.1 Kontrollrum i produktionsindustri

Under de senaste decennierna har en ökad användning av teknik bidragit till mer komplexa maskiner och en förändrad vardag för en operatör. Tidigare fanns mer analoga maskiner och arbetet var mer manuellt och fysiskt krävande, medan det idag snarare präglas av automatiserade maskiner och processer (Levchuk m.fl., 2012). Modern teknologi med komplexa styrsystem möjliggör större produktion, kvalitet och precision.

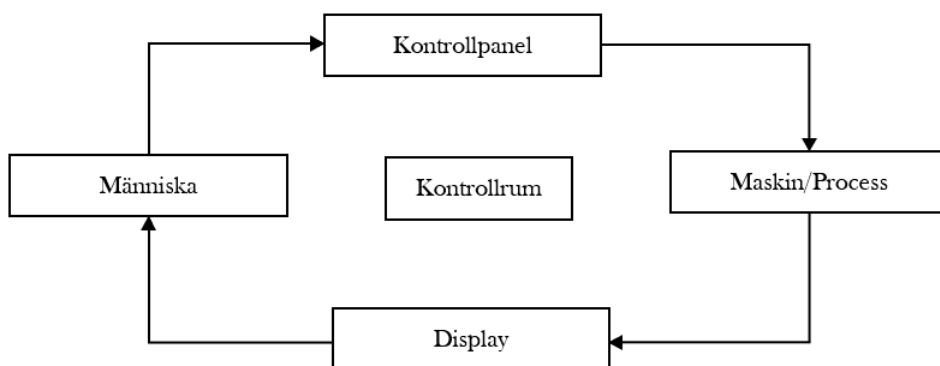
Kontrollrum och operatörseffektivitet har utgjort en central del inom forskningsfältet sedan 1970-talet (Levchuk m.fl., 2012). Medan manuella arbetsuppgifter har minskat, har statistiskt arbete och kognitivt arbete ökat (exempelvis långvarigt stående, stillasittande arbete och övervakning av processer i ett kontrollrum). Med automatiseringens utbredning handlar människans uppgift i kontrollrum numera mer om att övervaka automatiskt styrda processer (Ivergård & Hunt, 2008).

Ett kontrollrum har en avgörande funktion där människan övervakar olika system och processer. Kontrollrum är vanligt förekommande inom industri, tillverkning, elproduktion, transport och andra miljöer, där det krävs övervakning av komplexa system (Boring m.fl., 2005). Syftet med ett kontrollrum är att säkerställa att produktionsprocesser och system fungerar korrekt, effektivt och säkert (Grozdanovic & Bijelic, 2018).

Människan spelar en viktig roll i ett kontrollrum för att stödja ett robust, anpassningsbart och resilient system (Gertman, 2009). Rothenberg m.fl., (2022) betonar att tid är den absolut viktigaste faktorn i ett kontrollrum. Att identifiera problem tidigt och hantera dem på rätt sätt är nyckeln till ett effektivt och välfungerande system.

En organisation är konkurrenskraftig och resilient när den klarar att hantera oväntade situationer, störningar och förändringar på ett effektivt sätt (Woods, 2006). Alla system brukar anpassa sig, men vissa processer kan vara långsammare än andra (Hollnagel m.fl., 2006). Resiliens handlar om förmågan att hantera en störning eller avvikelse och snabbt kunna återhämta sig till ett stabilt tillstånd (Hollnagel m.fl., 2006). Detta gör att organisationer kan fortsätta bedriva sin verksamhet genom att klara av att hantera avvikelser och missöden utan större påfrestningar. Här kan kontrollrum spela en betydande roll. Operatören har en kritisk roll när det gäller att övervaka produktionssystem som med den senaste teknologin kan orsaka fel och oönskade konsekvenser för såväl utrustningen som för människan (SIS, 2001).

I ett kontrollrum finns det vanligtvis avancerad teknik såsom datasystem, skärmar och sensorer som visar information och gör det möjligt för operatörer att fatta beslut och vidta åtgärder baserat på den övervakade verksamheten. Effektiviteten i ett kontrollrum handlar om att upptäcka och förutspå avvikelser i tid och vidta åtgärder som gör att man kan upprätthålla normala driftförhållanden (Grozdanovic & Bijelic, 2018).



Figur 3. Enkel bild som illustrerar människans roll i ett kontrollrum (Ivergård & Hunt, 2008). Omarbetad med tillstånd.

Grozdanovic och Bijelic (2018) presenterar några ofta förekommande arbetsuppgifter för en kontrollrumsoperatör:

- Ha uppsikt över displayer för processtatus samt larm och andra varningar för avvikelser
- Övervakning av status för verksamhetens operationer
- Säkerhetsställa att rätt information förmedlas mellan operatörer och systemet

En studie visar att kontrollrumsoperatörer ofta upplever ökad kognitiv belastning på grund av en överväldigande mängd information, som till exempel larm och en stor mängd arbetsuppgifter på kort tid (Mietkiewicz m.fl., 2024). Detta kan i sin tur påverka operatörens förmåga att fatta rätt beslut.

Bligård m.fl. (2008) och Crawford m.fl. (2014) belyser ett annat problem, där införande av ny teknologi ofta leder till fler problem, ökad arbetsbelastning samt minskad effektivitet och säkerhet i kontrollrummen. Viktiga orsaker som lyfts fram är att man bortser från människa-maskinperspektivet, att operatörerna sällan är inkluderade i större projekt och att operatörernas åsikter inte beaktas vid design och utveckling av tekniska lösningar och ej heller i förändringsprocessen.

Flera studier framhäver att ergonomi samt utformningen av kontrollpanel och skrivbord är viktiga faktorer för säkerheten, systemprestanda och tillförlitligheten i ett kontrollrum (Levchuk m.fl., 2012; Grozdanovic, 2020; Karlton m.fl., 2017). Osvalder m.fl. (2015) visar att ett ergonomiskt och välplanerat kontrollrum ger signifikanta effekter på arbetsmiljö, operatörers välmående och produktivitet.



## 3.2 Arbetsmiljö

Arbetsmiljö handlar om olika faktorer på arbetsplatsen, alltifrån fysiska förhållanden till sociala och organisatoriska faktorer (Prevent, 2023). Det är ett övergripande begrepp som omfattar allt som kan påverka en individ på jobbet och handlar om allt ifrån arbetsbänk och arbetsstolar till arbetsrutiner, stress och ledarskap. Berlin och Adams (2017) lyfter fram att en bristande arbetsmiljö och ergonomi kan leda till kostnader i form av produktionsförluster, kvalitetsproblem, sjuknärvaro, sjukfrånvaro och hög personalomsättning

För att skapa en god arbetsmiljö är det viktigt med ett systematiskt arbetsmiljöarbete. Detta innebär att man undersöker, åtgärdar och har regelbundna uppföljningar av verksamheten. Förutom att begränsa risker och förebygga ohälsa och olycksfall, främjar man välbefinnandet på arbetsplatsen och skapar förutsättningar för en trivsamt, stimulerande och hållbar arbetsmiljö. Att arbeta systematiskt med arbetsmiljön ska vara en naturlig del av den dagliga verksamheten i en organisation (AFS 2001:1). Arbetsmiljöverket (2022) framhåller att om arbetsgivaren saknar nödvändig kompetens att utföra en välgrundad undersökning och riskbedömning gällande arbetsmiljön, måste extern kompetens anlitas, såsom den egna arbetsgivarorganisationen, branschorganisationen, företagshälsovården eller liknande.

Arbetsmiljöarbete är viktigt både i normal drift och vid förändringar, exempelvis omorganisering och nybyggnad (AFS 2001:1). Arbetsmiljöverket belyser att det är viktigt att inte begränsa arbetsmiljöarbetet till majoriteten av anställda, utan att även ta hänsyn till arbetsmiljön och förhållanden som kan påverka en eller ett fåtal individer.

### 3.2.1 Fysisk arbetsmiljö

Den fysiska arbetsmiljön handlar om de fysiska faktorerna på arbetsplatsen (SKR, 2022). Det kan vara alltifrån hur arbetslokalen och dess interiör, såsom skärmväggar, skrivbord och stolar, är utformade till verktyg såsom maskiner, datorer och datorskärmar. Även andra faktorer såsom ljud och buller, ljus och belysning, temperatur, ventilation samt vibration utgör delar av arbetsmiljöns utformning (SKR, 2022).

Forskning visar att det finns en stark koppling mellan en god arbetsmiljö och företagsvinster (Falck m.fl., 2010). Berlin och Adams (2017) presenterar olika kostnadsberäkningar för att utvärdera ergonomiska investeringar, där det visar sig ha betydelse för lönsamheten.

#### 3.2.1.1 Ljud och buller

Frekvensen för en normalt hörande person ligger på 20 Hz till 20,000 Hz. För att lätt kunna jämföra ljudstyrkan vid olika frekvenser tillämpas en speciell viktning med avseende på ljud som mäts vid olika frekvenser, mer känd som A-vikt och uttrycks i dBA (Ivergård & Hunt, 2008).

Buller är ett oönskat ljud som upplevs som störande och som i svårare fall kan skada hörseln. Vad som upplevs som buller och hur man påverkas kan variera från person till person. Konsekvenser av buller kan vara att man blir ofokuserad eller får minskad perceptionsförmåga. Enligt Arbetsmiljöverkets bullerföreskrifter (AFS 2005:16) för processkontroll och fjärrstyrning, bör inte ekvivalent A-vägd ljudtrycksnivå överskrida 55 dB, ett gränsvärde som dock inte gäller ljudbidrag från den egna verksamheten.

För kontrollrum bör denna A-vikt inte överskrida 80 dBA för att slippa extra åtgärd (Ivergård & Hunt, 2008). För ett centralt beläget kontrollrum, som är en öppen kontorslokal, är tal från andra personer den största källan till ljud. Enligt samlingen Föreskrifter för Arbetsplatsens utformning (AFS 2020:1) för talade meddelanden, ska innehållet i meddelanden vara korta satser eller fraser för att inte anses som oljud. Vid längre meddelanden är det nödvändigt att arbetsgivaren har fastställt den terminologi som ska användas och också lärt ut den till arbetstagarna.

### **3.2.1.2 Ljus och belysning**

Den allmänna belysningen i ett kontrollrum ska utformas så att det ger en jämn ljusfördelning runt om i rummet och så att kontrasterna mellan skärm och omgivning tar hänsyn till operatörens förutsättningar för bildskärmsarbete (AFS 1998:5). För att ljus inte ska ge en besvärlig bländning eller reflex ska arbetsrummets design anpassas med hänsyn tagen till bildskärmarnas egenskaper och placering. Övriga ljuskällor såsom dagsljus ska vara möjliga att avskärma från arbetsplatsen.

Enligt en pilotstudie (Lowden & Åkerstedt, 2012) bör speciell hänsyn tas vid design av belysningen i kontrollrum för nattligt arbete, eftersom man har sett positiva effekter på vakenhet, sömn och adaptation vid skiftarbete. Ett exempel på detta är att implementera dynamiskt ljus som automatiskt ändrar styrka och intensitet beroende på tidpunkt på dygnet. För allmänna ytor i kontrollrum av typen kontrollstationer ska gränsvärdena för belysningsstyrka vara minst 300 lux och nominellt 500 lux (Svenska institutet för standarder [SIS], 2021).

### **3.2.1.3 Temperatur**

Människokroppen är konstruerad för att uppehålla en ungefärlig intern temperatur på 37°C. Om temperaturen fluktuerar för mycket, kan människans hälsa påverkas negativt. Arbetsrummets klimat är en viktig faktor som påverkar kroppens interna temperatur. Om temperaturen i arbetsrummet blir för hög eller för låg, kan det upplevas som obekvämt och därmed minska en arbetares mentala förmåga (Ivergård & Hunt, 2008). Temperaturen baseras på olika arbetsmiljöfaktorer, såsom lufttemperatur, temperatur hos omgivande ytor, luftfuktighet och luftflöde i rummet. Enligt Arbetsmiljöverket (2023) är en lämplig temperatur vid stillasittande arbete 21-25 °C, förutsatt att normal klädsel används. Detta temperaturintervall är beräknat utifrån svensk standard, ISO 7730.

### 3.2.1.4 Ventilation

Vid arbete inomhus ska arbetsplatsen ha god luftkvalitet och vara fri från föroreningar som kan vara skadliga för en arbetares hälsa. Ventilationssystem förser arbetsrummet med luft och bidrar till det generella klimatet i rummet. Förutom lufttillförsel används ventilationssystem för bortförsl av fukt, luftföroreningar och dåliga lukter (Awbi, 2003). Enligt Arbetsmiljöverkets föreskrifter ska lufttillförseln på en arbetsplats, där stillasittande arbete utförs inomhus, tillföras minst 7 liter uteluft per sekund och person (AFS 2020:1). För detta ändamål kan det vara bra att ha ett fläktstyrt luftintag med filter för att öka luftens kvalitet utöver vad enbart ventilation kan åstadkomma. Effekten på utbytet av luft bör vara minst 40%. Det är även lämpligt att ha lättillgänglig information som beskriver för arbetstagare hur ventilationssystemet på arbetsplatsen fungerar, för att i möjligaste mån undvika obstruktion av ventilationsanläggningen.

### 3.2.2 Psykosocial arbetsmiljö

Psykosocial arbetsmiljö är ett brett ämne som täcker flera olika forskningsfält. Enligt Siegrist och Marmot (2004, refererad i Eklöf, 2022) utgörs en psykosocial arbetsmiljö av individens arbetsrelationer och möjligheter rörande arbetets organisering. Detta betyder att grundläggande behov, såsom välbefinnande och en god självkänsla, ska kunna tillfredsställas, men också att kunna känna sig kompetent och produktiv.

Rubelowitz (2004) framhäver fem faktorer som kännetecknar en god psykosocial arbetsmiljö:

*Stimulans från själva arbetet* - Arbetsuppgifterna bör vara berikande och ge arbetstagarna möjlighet att utnyttja sina talanger, färdigheter och kunskaper

*Egenkontroll i arbetet* - Man bör i viss utsträckning ha möjlighet att påverka arbetstakten eller fördelningen av arbetsuppgifterna

*Lagom arbetsbelastning* - Den fysiska och psykiska arbetsbelastningen bör vara optimal

*Positivt arbetsledningsklimat* - Ett bra samarbetsklimat mellan chef och medarbetare är viktigt

*God arbetsgemenskap* - Att ha god kontakt med kollegor och känna trivsel

Genom fokus på dessa faktorer ökar arbetstillfredsställelsen, engagemanget hos anställda, samtidigt som stress och sjukfrånvaro minskar (Rubelowitz, 2004).

### 3.2.3 Kognitiv ergonomi

Kognitiv ergonomi handlar om hur människor tar emot och tolkar information samt bearbetar information och signaler, exempelvis ljus och ljud, för att kunna skapa en förståelse av en situation och fatta beslut (Prevent, 2024). Detta kan ske i samspel med människor och omgivningen, men också med tekniken, till exempel datorer och liknande system.

Genom att anpassa tekniken till hur människor bearbetar information ökar man effektiviteten och stärker välbefinnandet. Detta minskar risken för misstag, försämrad koncentration och tappad fokus, men också glömska och att blanda ihop saker (Prevent, 2024).

Kognitiv ergonomi syftar också till att skapa bra förutsättningar på arbetsplatser och att främja tekniken och arbetsuppgifter, som är bättre anpassade till hjärnans funktioner och kognitiva förmåga (Myndigheten för arbetsmiljökunskap, 2024).

I vissa arbetssituationer uppstår problem när det under längre perioder ställs mycket låga krav på kognitiv aktivitet för att sedan snabbt eskalera till en kritisk situation, där det förväntas att man ska kunna tänka snabbt, agera omsorgsfullt och göra korrekta bedömningar (Then m.fl., 2014, refererad i Eklöf, 2022). Under dessa långa arbetsperioder, som kännetecknas av monoton och tristess, ökar risken för tappad fokus, försämrad uppmärksamhet och koncentration (Danielsson, 2001). Detta kan i sin tur leda till oönskade händelser och allvarliga olyckor (Mohammadian, 2022). Arbetsförhållanden som präglas av ständiga förändringar, instabilitet, liksom av en dålig struktur, undermålig ordning och bristande rutiner, medför ökade kognitiva krav (Then m.fl., 2014, refererad i Eklöf, 2022).

### **3.3 Människa-Maskininteraktion**

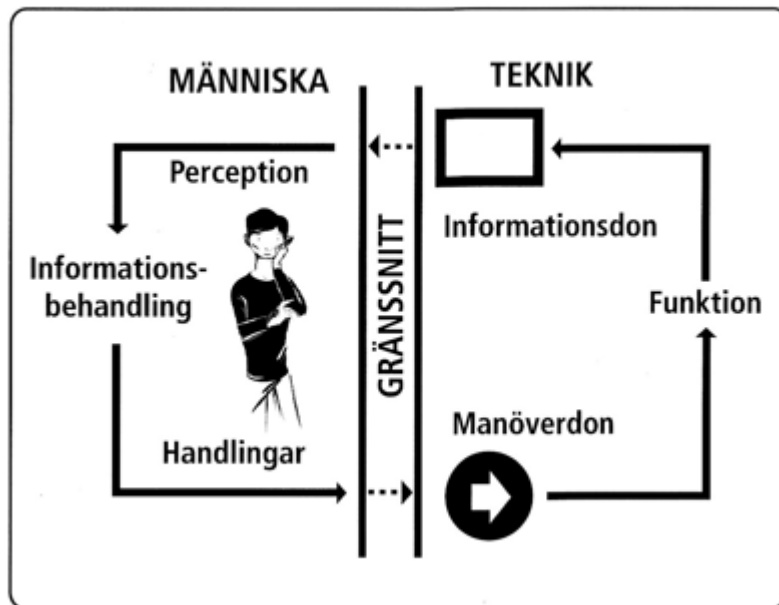
Människa-maskininteraktion (MMI) är ett tvärvetenskapligt forskningsområde med fokus på hur människor interagerar med datorer och annan teknisk utrustning. Maskiner har funnits i många år och har utvecklats till att kunna utföra många komplicerade uppgifter. För att underlätta styrningen av maskiner kopplas de ihop med mjukvarusystem, eftersom det ger användaren bättre kontroll över maskiner. Under de senaste decennierna har informationsteknologin och processindustrin utvecklats till att bli mycket mer komplexa, vilket understryker vikten av en välfungerande MMI (Bligård m.fl., 2008).

I ett människa-maskinsystem samverkar människan och tekniken med varandra. Människan, som ofta kallas operatör, har ansvar för att styra tekniken och ha kontroll över systemet med hjälp av ett gränssnitt som visar information om teknikens eller anläggningens status. Människan bearbetar och tolkar information i ett försök att förstå situationen för att kunna fatta vidare beslut. Styrningen sker vanligtvis via olika reglage, såsom knappar, spakar, dattormus och tangentbord. För att ett människa-tekniksystem ska vara välfungerande behöver det innehålla rätt, korrekt och fungerande funktionalitet samt att tekniken är enkel att använda för den avsedda målgruppen (Bohgard m.fl., 2015). Osvalder (2016) beskriver att det finns mycket implicit (tyst) och outtalad kunskap i processindustrier som inte är lättillgänglig för annan personal. Ofta överförs kunskapen genom socialisering, utan att dokumenteras.

Danielsson (2001) framhåller att de som arbetar med utformningen av styrsystem i kontrollrumsmiljöer ofta saknar kunskap om vad kontrollrumsoperatörerna efterfrågar och behöver för att klara av sina arbetsuppgifter. Dessutom uppstår alltför ofta situationer där vissa individer önskar implementera sina egna individuella designidéer (Gertman, 2009). Således uppstår problem när tekniken inte är anpassad till människans sätt att tänka och agera.

En studie visar att detta kan leda till att operatörer upplever att de har ett motstånd mot teknologi som inte förbättrar deras förmåga att fatta beslut (Crawford m.fl., 2014). Det är därför viktigt att tekniken är anpassad till människan och inte tvärtom (Bohgard m.fl., 2015; Lundmark, 2012).

Osvelder m.fl. (2011) lyfter fram de tre absolut viktigaste områdena för en bra människa-maskininteraktion i kontrollrum; utformning av arbetsmiljön, skärmbildspresentation och larmsystem.



Figur 4. Ett människa-teknik-system, där människan och tekniken interagerar i en miljö för att lösa en uppgift. Gränssnittet i mitten är det som skiljer människan och tekniken åt (Bohgard m.fl., 2015). Återgiven med tillstånd.

Flera studier (Bligård m.fl., 2008; Crawford m.fl., 2014; Bligård, 2015; Ulrich m.fl., 2022) berör användarbaserade designprinciper för MMI, som främjar anpassningen till teknologin och även systemeffektiviteten. De huvudsakliga principerna för användarcentrerad design är:

- Att involvera operatören för att få med dennes perspektiv och behov så tidigt som möjligt i utvecklingsprocessen i syfte att undvika missförstånd som kan uppstå under utveckling och implementering.
- Att lita på operatörer som besitter expertis och sakkunskap, vilka kan bidra med värdefull feedback och hjälpa utvecklare med produktutveckling och design som stödjer mentala modeller och beslutstagande. Detta stärker kvaliteten samt ger ökad acceptans för ett nytt operatörsgränssnitt.
- Att iterera designlösningar och skapa prototyper som användaren kan testa och lämna feedback på.
- Att göra alla professioner delaktiga. Alla i utvecklingsteamet, alltifrån designers och utvecklare till produktägare, bör arbeta utifrån användarens behov. Samarbetet bör ske tvärfunktionellt för att tillvarata allas perspektiv.
- Att genomföra användartester kontinuerligt för att utvärdera kontrollrummet.

### 3.3.1 Skärmbildsutformning

Skärmbilder, såsom översiktsbilder, larmbilder eller kontrolldisplayer, är det huvudsakliga verktyget för övervakning och kontroll av processer (Ivergård & Hunt, 2008). Med dagens nya utrustning har mängden information ökat och blivit mer tillgänglig för användning. Med det mycket större urvalet av information från dagens utrustning måste information sorteras efter en operatörs informationsbehov, eftersom inte all information är önskvärd. För att kunna ha en effektiv övervakning och styrning i kontrollrum och samtidigt stödja beslutsfattande är det viktigt att gränssnitt är anpassade till operatörers kognitiva förutsättningar (Osvalder m.fl., 2011).

Enligt ISO 11064-1 behöver ett antal viktiga beståndsdelar finnas med vid användandet av skärmbilder, såsom en översiktsbild som visar operatörens ansvarsområde (SIS, 2001). En sådan översiktsbild talar om för operatören vilken status ett visst ansvarsområde har och brukar fungera som utgångspunkt för mer detaljerade skärmbilder. Möjligtvis kan en operatör behöva mer information i form av trender över tid, vad som kan utföras liksom oväntade situationer som uppkommit. Ingen av dessa delar ska vara mer förekommande än de andra. Eftersom varje del bygger på varandra, kan de användas för att proaktivt upptäcka och avvärja avvikelser innan de överskrider givna gränsvärden och ger larm.

Utformning av skärmbilder bör enligt ISO 11064-1 (SIS, 2001) ske med utgångspunkt i människans behov och förmågor och bör sedan kontinuerligt utvärderas utifrån existerande lösningar. Operatörers synpunkter och erfarenheter ska användas vid utvärdering av nuvarande lösning. Det är viktigt att analysera alla uppgifter som ska utföras av kontrollrumsoperatörer och andra kontrollrumsanvändare. Vid utformning av skärmbilder behöver alla delar av systemet vara analyserade. Kontrollrumsoperatörer bör vara involverade i designen av framtida lösningar för att främja en känsla av ägandeskap av designen. Erfarna användare med praktisk erfarenhet av tidigare kontrollrum kan bidra med värdefull empirisk data. Det är också viktigt att designen av kontrollrummet sker tvärvetenskapligt med bland annat ingenjörer, ergonomer, arkitekter och industriplanerare. Ergonomiska faktorer och kriterier behöver implementeras i alla delar av designprocessen (SIS, 2001).

Ett sätt att minska tidsödande navigering är att implementera en närhetsprincip för skärmbilderna, till exempel att placera skärmbilder tillsammans om det finns en koppling mellan bildernas information (Bligård m.fl., 2008). Kopplingen i sig varierar beroende på skärmbildens syfte och information. Exempelvis brukar större övergripande visuella gränssnitt placeras i närheten av varandra.

### 3.3.2 Färger

Färg har flera funktioner i ett människa-maskinsystem och kan användas för olika syften. Färger används dels till bakgrunden i skärmbilder, dels till att visualisera statusen i ett maskinsystem, men kan också användas till att visualisera olika typer av materialflöden i en fabrik. Viktigt vad gäller färgkodning är att den ska användas sparsamt och konsekvent (Bligård m.fl., 2008).

Eftersom starkare färger påkallar uppmärksamhet bör de användas minimalt för att bevara sin effekt. Av samma anledning är det en grundregel att matta färger används för att visa grunddrift och starkare färger för att visa onormala eller oväntade problem.

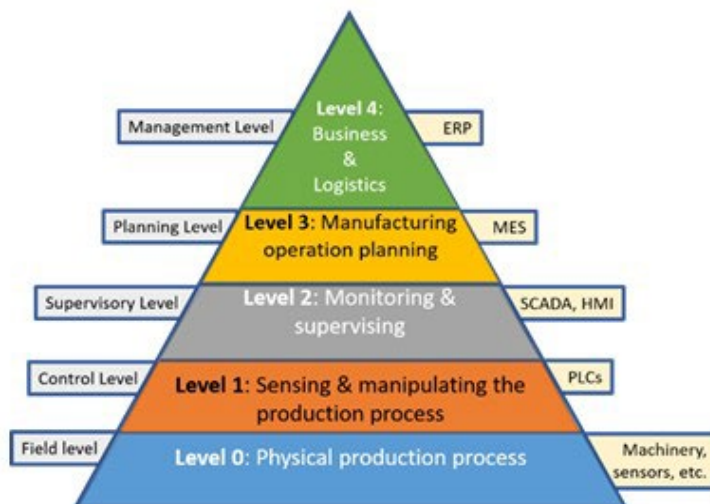
Färger används alltid som informationsbärare, där Svenska institutet för standarder anger att färgerna röd, gul, grön, blå, svart, grå och vit ska användas på datorskrmar (Svenska institutet för standarder [SIS], 2002). Färgernas betydelse enligt IEC 60073 (SIS, 2002) är som följer:

- Röd - Fara, nödsituation, felaktig
- Gul - Varning, onormal
- Grön - Säker, normal
- Blå - Allmän viktig information
- Svart, grå och vit - Kan användas fritt

Fler färger än de ovan nämnda kan användas fritt, men det är rekommenderat att använda ett begränsat antal färger. Enligt samma standard ska färgerna uppvisa goda kontraster mot bakgrundsfärg och andra närliggande färger. Denna färgkod ska konsekvent användas på samtliga skärmar, kontroller och alarmdisplayer i ett kontrollrum. Färger applicerade med säkerhetsrelaterad innebörd, såsom alarm, ska vara ljusa, djupa och uppvisa större kontrast. Färger som appliceras för lågt prioriterad information kan vara dimmiga och svagare.

### 3.3.3. SCADA

SCADA står för Supervisory Control And Data Acquisition och är ett system för operatörer att utöva tillsynskontroll på maskiner. Systemet använder idag en kombination av telemetri och datainsamling (Bailey & Wright, 2003). Detta innebär att data samlas in via sensorer och överförs till en central position (kontrollrum), där den omvandlas till konkret information till en operatör. Sedan visualiseras datan på en eller flera skärmar för att en operatör med hjälp av informationen ska kunna kontrollera och ge kommandon tillbaka till systemet.



Figur 5. Automationspyramid enligt ISA-95 modellen (Martinez m.fl., 2021). Återgiven med tillstånd.

Enligt SCADA International (2024) fungerar systemet som en brygga mellan maskiner och robotar till HMI:er. SCADA-systemet samlar in data och förmedlar styr signaler genom mikrodataorer kallade PLC:er, som tar emot och översätter data från en maskin eller robot till ett HMI, där den kan visualiseras för en användare. I figuren ovan illustreras automationspyramiden som visar på kopplingen mellan PLC, HMI och SCADA. Från andra hållet kan en användare också styra maskinen genom HMI, då styr signalerna leds genom PLC till maskinen eller roboten.

### **3.3.4 Larmsystem**

Larmsystem är ett hjälpmedel för att uppmärksamma en operatör på en pågående avvikelse, men kan också användas för korrigerande av fel tillstånd och hantering av störningar. Denna typ av system ska användas endast för att meddela situationer utöver det normala och undvika att presentera information om normal drift (Bligård m.fl., 2008). Larmsystemet ska visa larm, under förutsättning att operatören kan utföra en fysisk eller mental åtgärd för att avhjälpa problemet. För övrigt behöver operatören få larmet i god tid för att hinna utföra åtgärden och ska inte heller få en överväldigande mängd larm för att det ska vara hanterbart.

Mycket hänger på att larmsignaler har ett värde. Därför får inte larm vara falska eller en kopia av ett tidigare larm. En bra larmsättning ska göra det möjligt för operatören att kunna prioritera och på ett lättfattligt sätt indikera både vad problemet är och vilken åtgärd som krävs. På sikt ska det vara möjligt att iterera och uppdatera larmsystemen för att säkerställa att de är väl integrerade och uppdaterade för att vara pålitliga redskap.

Vid förändringsarbete ska det finnas en mall och dokument över larmsystemet. Det ska framgå tydligt vilka förkortningar som får finnas, färgkoder för larmtyperna etc. Dessa anteckningar utgör en larmfilosofi och ska användas vid förändringsarbeten, exempelvis när andra nya system läggs till (Bligård m.fl., 2008).

### **3.3.5. Design och utformning av kontrollrum**

I ett kontrollrum finns en operatörsplats där den huvudsakliga övervakningen sker. Utformningen av en operatörsplats behöver utgå från insamlad data och analys av datan (Bligård m.fl., 2008). Data kan utgöras av ritningar över processdelar i en fabriksanläggning, beskrivning av tidigare uppsatta regleringssystem och existerande standarder. Datan ska sedan analyseras och syntetiseras i olika kontrollrumslösningar (SIS, 2001). När en lösning har valts bör en instruktion skrivas till operatörerna. Instruktionerna är identiska med existerande standarder och kan användas för inläring av hur det nya systemet ska användas.

Vid utformningen av ett operatörsbord är utgångspunkten inför designen de huvudsakliga arbetsuppgifter som ska utföras (Svenska institutet för standarder [SIS], 1999), dvs. vilka typer av arbeten som ska utföras och kraven på respektive arbetsuppgift. Populationen är ytterligare en faktor som beaktas vid design av operatörsplatser och brukar baseras på en tänkt population av användare. Förändringar inom populationen bör också beaktas, såsom förekomst av fler kvinnor, personer med annan kulturell bakgrund och ökad åldersspridning.



Andra faktorer att beakta vid design är operatörens arbetsställning. Enligt 4 §, i *AFS 1998:5*, bör en arbetsplats vara designad och dimensionerad med utrustning så att arbetande kan inta bekväma ställningar samt variera ställning och arbetsrörelser. För att göra varierade ställningar möjliga, ska arbetsplatsen vara tillräckligt stor för att tillåta olika placeringar av kontrollrummets utrustning. Den stora ytan tillåter operatören att inta en bekväm och avlastande position på arbetsbordet för armar och händer (SIS, 1999).

För övervakning av större anläggningar, såsom fabriker, behöver flera datorskärmar vara tillgängliga för att visualisera relevanta skärmbilder. Vid placeringen av datorskärmar för denna typ av övervakning bör skärmarna placeras en bit längre från operatören för att få optimal överblick. Vid implementering av ett större antal datorskärmar måste enligt ISO 11064-4 (Svenska institutet för standarder [SIS], 2013) beaktas vilken typ av skärmar som valts och vilka tekniska egenskaper de har. Kombinationen av egenskaper från alla datorskärmarna påverkar upplägget i kontrollrummet, deras storlek, vikt, värmeavgivning och känslighet för elektromagnetisk interferens. Vid placering av skärmbilderna i datorskärmarna ska de högst prioriterade eller mest frekvent använda skärmbilderna, såsom översiktsbilder, larmbilder eller kontrolldisplayer, placeras centralt (SIS, 2013).

### **3.4 Lean Produktion**

Lean produktion är en filosofi och arbetsmetod baserad på Toyota produktionssystem (TPS). Under 1990-talet spreds Lean till många industriföretag för att förbättra produktivitet och effektivitet (Johansson & Abrahamsson, 2009; Sederblad, 2013). Lean handlar om ett fokus på värdeskapande aktiviteter och att eliminera slöseri (Johannesson m.fl., 2013). Målet är att förbättra produktiviteten, minska ledtider och driftskostnader samt förbättra produktkvaliteten (Liker, 2021; Sederblad, 2013).

Filosofin uppfylls med stadiga mätbara produktionsflöden, användandet av resurseffektiva metoder och genom att vidareutveckla personal och arbetsgrupper. Lean är baserat på de fyra grundpelarna filosofi, processer, människor och problemlösning (Liker, 2021). Liker (2021) menar att anledningen till att Lean är så framgångsrik är att filosofin bygger på ledarskap, lag och kultur. Vidare, att kulturen främjar uppbyggandet av strategier, gynnar relationer längs hela värdekedjan och upprätthåller en lärande organisation.

#### **3.4.1 Andon**

Andon är ett signalsystem avsett för visuell styrning och för att upplysa att assistans behövs. Liker (2021) beskriver att signalsystemet aktiveras manuellt när personalen upptäcker kvalitetsbrister eller standardavvikelse i sina produkter. Lagledare, underhållstekniker och andra arbetare meddelas om ett kvalitets- eller processproblem uppstått genom en kombination av flaggor, ljus och oftast med tillhörande ljudsignaler. Dennis (2007) diskuterar att användandet av Andon bygger på ett underliggande tankesätt att inte jaga antalet prestationer eller leveranser, utan att fokus bör ligga på problemlösning. Genom att identifiera och åtgärda grundorsaker till kvalitetsproblemen eller standardavvikelse förbättras en fabriks processer.

### 3.4.2 Kaizen

Kaizen är en del av den större filosofin om kontinuerlig förbättring i Lean produktion. Liker (2021) beskriver Kaizen som ett mandat att konstant förbättra prestanda i ett företag och är det sätt på vilket personalen i ett företag arbetar. Kaizen fungerar som en kultur och långsiktig vision som prioriteras över att jaga kortsiktiga mål, såsom leveransdatum.

Vanliga problem som dyker upp vid implementering av Kaizen är en motvilja från personalen att gå utanför sin komfortzon (Medinilla, 2014) samt att chefer inte uppvisar transparens eller beskyller sin personal för problem och defekter. Dessa problem behöver åtgärdas för att skapa förutsättningar för Kaizen. Implementeringen av filosofin kan förlora sitt momentum, så att det blir nödvändigt med uppföljning genom kontinuerlig kommunikation och fokus på förändring. För att uppehålla en sådan kultur krävs att alla blir involverade i processen och informeras om vinster som genomförda förändringar har genererat (García-Alcaraz, 2017).

### 3.4.3 5S-metoden

5S är en vanligt förekommande metod bland många företag som tillämpar Lean. Det är ett verktyg för att skapa en organiserad och visuell arbetsplats genom att eliminera slöseri (Liker, 2021). Detta görs genom att följa de 5 S:en som står för: sortera, systematisera, städa, standardisera och skapa vana (Dennis, 2007; Liker, 2021).

*Sortera* - innebär att en arbetsplats enbart ska ha de verktyg som krävs för arbetet. Det ska inte finnas några som helst andra verktyg som inte behövs för att uppnå målet. För många onödiga verktyg kan utgöra hinder och rubba arbetsflödet.

*Systematisera* - betyder att varje redskap ska ha en förutbestämd plats. Det ska vara tydligt var redskapet ligger och när man ska lägga tillbaka redskapet. På så sätt minskas mängden fysiska och kognitiva rörelser på arbetsplatsen.

*Städa* - innebär att regelbundet underhålla redskapen. Det innebär att ett redskap som håller på att gå sönder ska rengöras, servas och även bytas ut mot ett nytt redskap. Beslut behöver tas beträffande vad och hur något ska städas. Det behöver vara tydligt vilken nivå av renlighet som ska uppnås och vem som ska utföra städningen. Städning inkluderar också behovet av kontinuerlig inspektion. Arbetare ska därför vara tränade att upptäcka små förändringar, där checklistor ska användas som stöd.

*Standardisera* – bygger på de 3 ovanstående S:en så att de följs upp över tid. Man ska se när ett verktyg saknas från arbetsplatsen, när något inte är placerat på rätt plats och när ett verktyg behöver rengöras eller bytas ut. Väl genomförd standardisering gör det enkelt att se när något saknas eller inte är som det ska.

*Skapa vana* - innebär att följa upp arbetet över tid. Att man ska använda 5S-systemet från början igen. 5S är en kontinuerlig process att förbättra arbetsmiljön samt en norm och vana som varje medarbetare är involverad i. Det är därför nödvändigt att upphöja arbetet med 5S, vilket exempelvis kan göras genom bilder före och efter (Dennis, 2007; Liker, 2021).

Fördelarna med en ren och organiserad arbetsmiljö är att hälsan och välbefinnandet, liksom produktiviteten och produktkvaliteten, kan förbättras samt att antalet olyckor och oönskade händelser kan reduceras (Lehto & Landry, 2012). Det kan vara allt från många verktyg och redskap som tar upp mycket plats på arbetsplatsen till digitalt överflöd av information och filer.

### 3.5 Organisation och förändringsledning

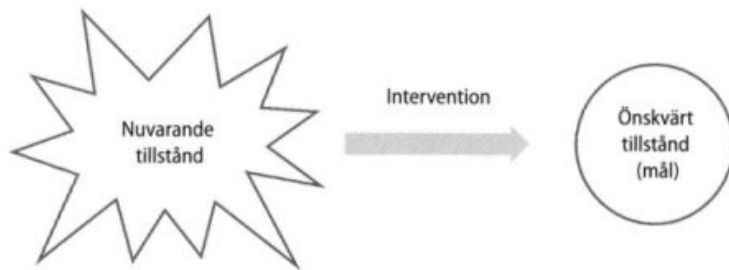
De flesta team i en organisation har en avgörande betydelse när det gäller att påverka och skapa förutsättningar för organisationens effektivitet och resultat. En del forskare, exempelvis Wheelan (2005), menar att effektiviteten hos ett team beror på dess interna processer och de förutsättningar som organisationen ger individen. För att team och grupper ska fungera optimalt behöver de kunna möta de externa krav som finns och för detta är de beroende av organisationens stöd, information och resurser (Wheelan, 2005). Om ett team isolerar sig från organisationen skapar det svårigheter att fungera på sikt. Däremot har ett team en större chans att påverka om de arbetar och agerar på ett konstruktivt sätt i relation till organisationens visioner, mål och resultat (Ancona, 1987, refererad i Jacobsson & Åkerlund, 2019).

Jacobsson och Åkerlund (2019) framhåller att även om teammedlemmar arbetar tillsammans mot organisationens gemensamma mål, har de också sina egna personliga åsikter, värderingar, mål och behov. Ibland står dessa i konflikt med varandra. Detta kan i sin tur både stimulera utveckling och skapa konflikter som kan hämma framsteg. För att hantera dessa konflikter och främja utveckling är informationsdelning avgörande. Jacobsson & Åkerlund (2019) skriver att ett större fokus på bättre informationsdelning kan minska konflikter och även underlätta för många team att integrera ny information och förbättra samarbetsförmågan, vilket är av stor vikt på arbetsplatser där förändringar sker i snabb takt.

De förändringar som många organisationer behöver hantera idag skiljer sig från de som förekom tidigare och innebär större utmaningar att framgångsrikt leda en förändring. Wallenholm och Granberg (2021) lyfter följande punkter som skiljer framtida förändringar från gårdagens:

- utmaningarnas komplexitet
- ursprungets och utvecklingens tempo
- tveksamhet kring organisationsledningens vision och framgångsfaktorer
- hur stor del av organisationen som berörs av förändringen
- osäkerhet kring det framtida målet

Förändring innebär att *"gå från ett stabilt tillstånd till ett annat stabilt tillstånd och där skiftet mellan de två stabila tillstånden erbjuder möjligheter till lärande"* (Nilsson m.fl., 2018, s.181). För att möjliggöra en övergång från en fas till en annan behöver man använda strukturerade aktiviteter (Nilsson m.fl., 2018).



Figur 6. En förändring från ett nuvarande tillstånd till ett önskvärt tillstånd (Nilsson m.fl., 2018). Återgiven med tillstånd.

Det finns en tydlig koppling mellan förändring och lärande. För att kunna förändra och sedan befästa nytt lärande behöver man lära nya saker och avlära gamla invanda vanor och beteendemönster (Nilsson m.fl., 2018).

En förändringsprocess brukar beskrivas i tre faser: upptining, förändring och nedfrysning. Den första fasen, *upptining*, beskrivs som en förberedelse för framtida arbetssätt och att motivera individer, grupper och organisationer att ge upp gamla arbetssätt, vanor och tankemönster. Den andra fasen, *förändring*, handlar om att stödja och hjälpa till att navigera från det gamla till det nya framtida och önskvärda tillståndet samt att anamma nytt beteende med fokus på lärande och deltagande. Den sista fasen, *nedfrysning*, innebär en stabilisering och förstärkning av arbetssätt för att befästa nytt lärande och förhindra en tillbakagång till gamla vanor (Alvesson & Sveningsson, 2014; Nilsson m.fl., 2018).

En förändring kan uppstå både planerat och spontant av såväl interna som externa krafter. En spontan förändring brukar ske slumpmässigt genom att någon stöter på ett problem och vill initiera ett förbättringsarbete utan en tydlig anledning bakom förändringen. En planerad förändring genomförs mer systematiskt genom att någon aktör påverkar organisationen i en mer medveten och strukturerad riktning. Externa krafter är omvärldsdrivna, medan interna är lednings-, medarbetar- eller konflikt drivna (Nilsson m.fl., 2018).



Figur 7. De 4 olika drivkrafterna till organisationsförändringar (Nilsson m.fl., 2018). Återgiven med tillstånd.

*Ledningsdriven förändring* innebär att ledningen startar och styr en förändring genom att peka ut en riktning och fastställa mål och visioner, utan att involvera medarbetarna. Den kallas också top-down förändring (Nilsson m.fl., 2018).

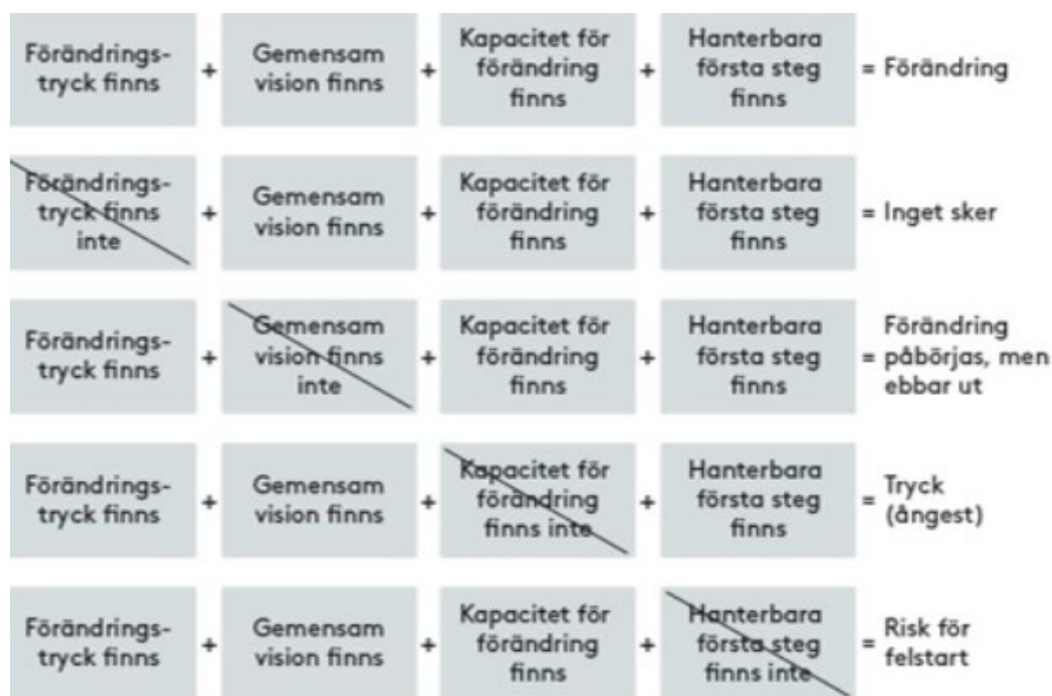
Studier av Beer och Nohria (2008) och Kotter (2007) visar att ledningsdriven förändring inte alltid är framgångsrik och att många förändringsinitiativ misslyckas. Beer och Nohria (2007) konstaterar att ungefär 70 procent av alla förändringsinitiativ misslyckas. En av de orsaker man lyfter fram är svag kompetens gällande just förändringsledarskap (Nilsson m.fl., 2018). En annan studie visar att nya projekt ofta uteslutande drivs och präglas av top-down styrning och att viktiga bidrag från medarbetarna inte tas i beaktande och/eller nedprioriteras (Crawford m.fl., 2014).

*Medarbetardriven förändring* kännetecknas av att den initieras av de medarbetare som driver olika hjärtefrågor och förbättringsidéer (Nilsson m.fl., 2018). Denna förändring betecknas ibland bottom-up förändring. Medarbetarnas handlingsutrymme och befogenhet är dock begränsade. Det är därför inte alltid som dessa idéer och förändringsinitiativ kan realiseras på grund av att de hindras av hierarkiska strukturer och förändringsmotstånd, något som medför att många förändringsinitiativ avstannar tidigt.

*Konflikt driven förändring* handlar om maktkamper, konflikter och inflytande mellan olika individer och grupper, där verksamhetsförändringar gynnar vissa personer, medan andra försummas. Ibland kan en del konflikt drivna förändringar involvera intressegrupper som fackföreningar och myndigheter (Nilsson m.fl., 2018).

*Omvärldsdriven förändring* handlar om att göra förändringsarbeten i en organisation för att göra den motståndskraftig och anpassningsbar till en föränderlig omvärld så att den kan följa med i utvecklingen, bibehålla sin konkurrenskraft, lönsamhet och överleva på längre sikt. Organisationer behöver ständigt hantera utmaningar i en dynamisk och oförutsägbar omvärld i form av olika möjligheter men även hot och begränsningar, alltifrån politiska, ekonomiska, ekologiska och sociala aspekter, till teknologiska och juridiska faktorer (Nilsson m.fl., 2018).

En framgångsrik förändringsstrategi kan ta tid, där vikten av kompetent förändringsledarskap, noggranna förberedelser och kommunikation till dem som omfattas av förändringsarbetet betonas (Kotter, 2007; Nilsson m.fl., 2018). I en del fall kan en organisation domineras av människor i olika yrkesroller som är negativt inställda till förändring och skapar en "nejsägar-organisationskultur". Detta leder till att det är svårt och trögstartat att driva igenom förändringsinitiativ. Vid förändringsarbeten kan man ta hjälp av expertrådgivare eller processkonsulter. Expertrådgivare kan vanligtvis bidra med detaljkunskap, kompetens och erfarenhet inom ett nischat arbetsområde, medan processkonsulter kan erbjuda stöd och vägledning i förändringsprocessen, fungera som ett bollplank mellan medarbetare och chefer samt skapa ett upplägg för genomförande av förändringsprocessen och agera som pådrivare för att processen inte ska stanna av (Nilsson m.fl., 2018).



Figur 8. En modell som visar fyra viktiga faktorer för förändring: förändringstryck, en gemensam vision, förändringskapacitet och hanterbara första steg (Nilsson m.fl., 2018). Återgiven med tillstånd.

När organisationer överväger vem som ska utföra förändringsprocessen, oavsett om det är en intern representant eller extern expert, behöver både för- och nackdelar beaktas. En intern utvärderare kan ha en djupare förståelse för organisationen och dess mål men saknar kanske den expertis och kompetens som krävs för att genomföra en saklig och omfattande utvärdering. Å andra sidan kan en extern expert ha specialistkunskaper men sakna organisationskännedom och intern praxis (Nilsson m.fl., 2018).

## 4. Nulägesbeskrivning

Nedan följer en nulägesbeskrivning över VCTs produktion, målsättning samt en beskrivning av TBs kontrollrum.

### 4.1 Företagsbeskrivning

Volvo Cars Corporation, VCC, är ett globalt tillverkningsföretag och en stor producent av bilar. De har fem produktionsanläggningar i Sverige, Belgien, USA och Kina.

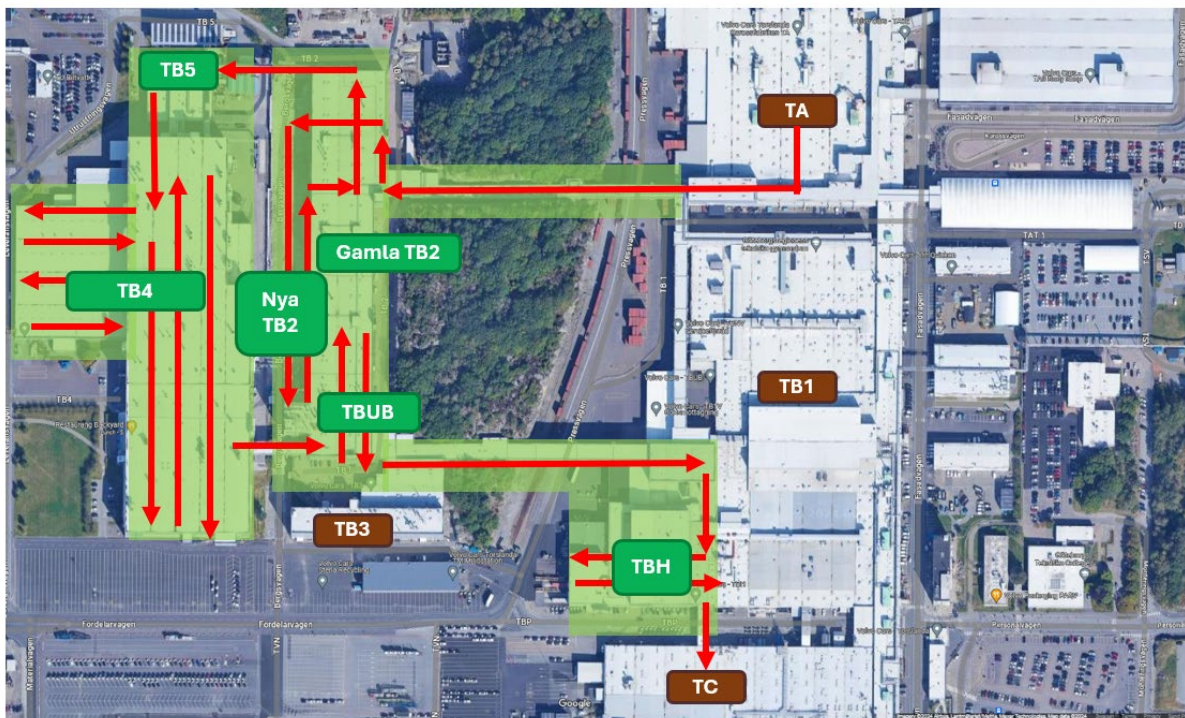
Volvo Cars Torslanda, VCT, i Göteborg är en klimatneutral fabrik, där kluster 60 och 90 produceras, dvs. bilmodellerna V60, XC60 och V90, V90CC, XC90. VCT står för ca 40% av företagets årliga produktion. Fabriken tillverkar ca 1 250 bilar per dag och har cirka 6 200 fabriksmedarbetare. År 2023 tillverkades 270 451 bilar i VCT.

VCT är en komplett fabrik som delas upp i delfabriker med beteckningarna TA, TB och TC. T:et betecknar Torslandafabriken, medan A, B och C markerar fabriken produktionskedja. I TA-fabriken tillverkas och gjuts hela karosser. I TB-fabriken läggs rostskydd på och karosserna lackeras. I TC-fabriken monteras slutligen alla övriga delar på karossen och en ny bil levereras. Totalt tar hela produktionsprocessen cirka 40 timmar till en leveransfärdig bil. TA, TB och TC har var sitt kontrollrum som övervakar produktionen och svarar på larm. Dessutom finns det en styrbrygga, vars uppgift är att övervaka produktionen i sin helhet.

VCT följer ett standardiserat tillverkningssystem, VCMS (Volvo Cars Manufacturing System), ett system som är baserat på Toyota produktionssystem och Lean produktion-filosofier. Systemet har hämtat idéer från Just-in-Time, Pull, 5S och Kaizen men även influerats av visuell styrning, personligt ägarskap och lagarbete. Genom att kontinuerligt utveckla medarbetare och processer strävar företaget efter att vara en trygg och säker arbetsplats som kan utföra leveranser med precision och perfekt kvalitet. I ett vidare perspektiv medför det en kultur som avser att samla personal och medarbetare runt de grundläggande principer som genomsyrar företaget. Medarbetare uppmuntras att utvecklas i sitt arbete och att ta fram standardiserade arbetssätt som ger goda resultat. TB fabriken underhålls- och produktionsavdelning arbetar mot visionen att skapa en ideal verksamhet med 100% kapabla processer, vilket huvudsakligen utförs genom utbyte av föråldrad utrustning och renovering av utrustning som fortfarande är i bruk.

## 4.2 Produktion i VCT

För att kunna förstå samspillet mellan de olika delfabrikerna i produktionen på VCT, produktionsprocesserna och de byggnader som tillhör TB:s kontrollrums ansvarsområde, ges nedan en beskrivning över produktionen i TB-fabriken.



Figur 9. Karta över fabrikerna och karossflödet i VCT. (© Google Maps, 2024).  
Omarbetad med tillstånd.

På den schematiska bilden ovan visualiseras karossens resa genom fabriken med hjälp av pilar. Karossens resa startar vid TA och transporteras genom följande byggnader: Gamla TB2 - Nya TB2 - Gamla TB2 - TB5 - TB4 - TBUB - TBH och slutligen TC. Det ljusgröna området i bilden markerar TB:s ansvarsområden.

I VCT tillverkas cirka en kaross per minut, där karosser transporteras genom produktionsflödet, placerade på skids som i sin tur är placerade på motoriserade rullar eller en motoriserad kedja. Ett skid är en slags släde på vilken en kaross placeras för att kunna transporteras på transportband genom fabrikerna. Varje skid och kaross bär ett unikt identifikationsmärke som talar om för fabriken maskiner vilken skid och kaross som befinner sig i processen. Maskiner och skids i TB skickar datasignaler till TB:s kontrollrum och på så vis får personalen i kontrollrummet kännedom om deras status i fabriken produktion.

Karosserna använder sig av en fabriks specifika skids och byter sedan skids vid omlastningsstationer varje gång de förs in i en ny byggnad. Tomma skids transporteras parallellt med flödet av karosser från TB4 och TB2 in till TB1, där restaurering och rengöring utförs. I figuren ovan visualiseras inte hela transportflödet av skids, eftersom fokus är på att illustrera karossflödet och målningsprocessen, inte skidsflödet.



## 4.3 Produktionsprocess i TB

I texten nedan beskrivs kortfattat vilken produktion och vilket arbete som sker i varje byggnad som TB ansvarar för. I TB förekommer primärt tre huvudprocesser: rostskyddsbehandling, tätning och lackering. Dessa processer består av flera olika delsteg som en kaross behöver gå igenom under en sammanlagd tid på cirka 12 timmar. Karossen behöver fosfateras och behandlas för att få en kemisk ytbehandling. Därefter sker lackering i flera skikt, som ger ett starkt rostskydd. Sedan läggs tätningar på bilen och till sist grundmålas och täcklackeras karossen. Nedan beskrivs processerna i nummerordning i hela TB-fabriken.

### 4.3.1 Installering, rengöring och rostskyddsbehandling – gamla och nya TB2

De första processerna som kontrollrummet övervakar i måleriet är förbehandling av karosser, som görs i TB2- byggnaden. Karossen behöver rengöras från smuts efter tillverkningen, och för att karossen inte ska vittra sönder beläggs den även med rostskydd. Dessa två processer går under samlingsnamnet förbehandling och genomförs i samverkan mellan manuellt operatörsarbete och automatisk robotteknik.

#### Processer i gamla och nya TB2:

1. Installation av fixturer, liksom applicering av vax. (En fixtur är fästningsverktyg och används för att hålla fast delar av karossen, såsom dörrar)
2. Fosfat-bad som tar bort smutspartiklar
3. Elektro-dopp, där rostskydd sugas fast på karossen genom att elektricitet förs genom badet och karossen
4. Värmebehandling med ugn som torkar rostskyddet
5. Demontering av fixturer

Karosserna transporteras på skids genom avdelningen och förbehandlingsprocessen, och efter att karossen genomgått behandlingen måste skidsen bytas ut mot nya innan de transporteras vidare till nästa avdelning. Detta för att skids blir smutsiga och bryts ner över tid, vilket gör att karossen får byta till ett nytt skid. Karossen transporteras vidare på nya skids och använda skids transporteras till byggnad TB1.

### 4.3.2 Lackering – TB5 och TB4

Ingen måleriprocess finns för närvarande i byggnaden TB5. I stället leds karosserna enbart genom TB5 för att anlända till TB4, där följande processer förekommer:

1. Tätning av fästhål
2. Värmebehandling med ugn, stärker tätningen
3. Rengöringsprocess, tar bort restmaterial och smuts
4. Grundlackering
5. Värmebehandling med ugn, torkar grundlackering
6. Kontroll av grundlackering
7. Täcklackering

8. Värmebehandling med ugn, torkar täcklackering
9. Kontroll av täcklackering
10. Slutlig lackeringskontroll

Om avvikelser i lackering upptäcks på kontrollstationerna för grund- eller täcklackering, skickas karossen vidare till en specialverkstad. I verkstaden försöker personalen åtgärda skadan genom att skrapa av färgen. När färgen är borttagen kan karossen föras tillbaka igen med start i grundlackeringsprocessen. Om det mot förmodan vid den sista lackeringskontrollen upptäcks att ytterligare lackering behöver göras, har operatörerna där tillgång till verktyg för att polera och/eller fylla igen innan karossen transporteras vidare.

#### **4.3.3 Installation och lager – TBUB och TBH**

Med lackeringen avklarad är det bara ett fåtal processer kvar som utförs i målerifabriken. Dessa processer appliceras endast i TBUB-avdelningen och de färdiga karosserna placeras sedan i lager i TBH. Den sista processen är installation av viktiga detaljer på bilen, nämligen:

1. Gasdämpare till motorhuven
2. Framskärmar
3. Strängvax på kanterna intill dörrarna
4. Fästning av C-krokar

När detaljerna monterats på karosserna är de redo att levereras till nästa fabrik. Efter måleriprocessen måste skidsen bytas ut mot nya, som bär karosserna vidare till lagret i TBH. TBH kallas höglagret och är fabriken största buffert innan den färdigmålade karossen når TC-fabriken. Höglagret har en maximal kapacitet på 762 karosser.

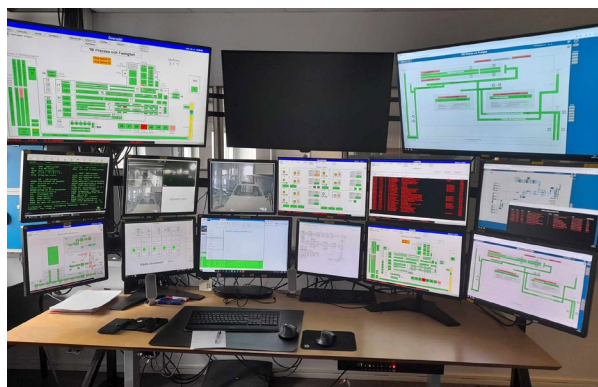
#### **4.3.4 Övriga faciliteter – TB1 och TB3**

De övriga byggnaderna markerade med TB1 och TB3 är inte en del av produktionslinan och ingår således inte i kontrollrummets ansvarsområden. Vid TB1 sker omlastning av skids in och ut från TB2. Här kan även skids byggas upp om de har utsatts för stora påfrestningar under processerna och här sker också pyrolysurengöring av de fixturer som används i fabriken. I TB3 ligger Volvos utbildningscenter, där personal utbildas om fabriken och Volvos standardiserade arbetssätt.

## 4.4 TB:s Kontrollrum

Kontrollrummet i TB, eller “Bryggan” som det ofta kallas, övervakar kaross- och skidsflödet inuti fabriken. Kontrollrummet sköter övervakningen av majoriteten av fabriken byggnader och avdelningar på VCT: gamla TB2, nya TB2, TB4, TB5, TBH och TBUB. Dessutom övervakas flera tunnlar, så kallade transportörer, som binder samman byggnaderna. Kontrollrummets personal är en del av arbetslaget för underhåll och där gäller 4-skiftsarbete, fördelat på 5 arbetslag med varsin driftsledare. Varje skift i kontrollrummet varar i cirka 8 timmar, bortsett från helger då det är 12 timmar.

Idag leds produktionsarbete och underhållsarbete av en driftsledare som har ansvar för ett arbetsskift. Kontrollrummet arbetar under driftsledaren som leder det dagliga arbetet i fabriken. Kontrollrumsoperatörerna rapporterar avvikelser i produktion till driftsledare och samarbetar med underhållstekniker, underhållsingenjörer, montörer och operatörer i produktionen.



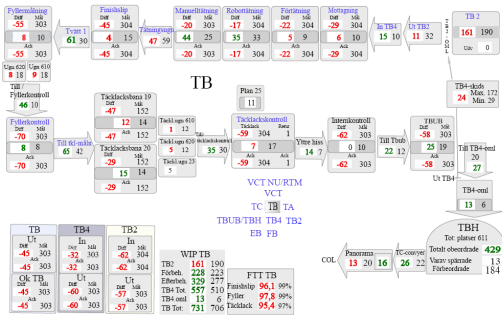
*Figur 10-11. Kontrollrummet i TB*

Kontrollrummet är ett litet arbetsrum med ett litet fönster som pekar ut mot en allé med TB2 byggnaden på motsatt sida. Det finns också ett fönster, bakom kontrollrummets monitorer, intill underhållsingenjörernas arbetsrum. I kontrollrummet står en uppsättning av totalt 15 stycken skärmar, 12 mindre och 3 större. De 3 övre, större skärmarna har nyligen tillkommit.

Dessa stora skärmar begränsar möjligheten att kunna justera det höj- och sänkbara bordet, för att variera arbetsställningen under dagen. Varje skärm används för att ge kontrollrumsoperatörerna den information de behöver för att kunna övervaka fabriken processer. Övervakning på TB:s alla anläggningar görs genom att kontrollrummet tar emot PLC-signaler från fabriken många maskiner, robotar och ugnar i processerna. Insignalerna jämförs med förutbestämda gränsvärden som, om de överskrider dessa värden, aktiverar en larmsignal i kontrollrummet.

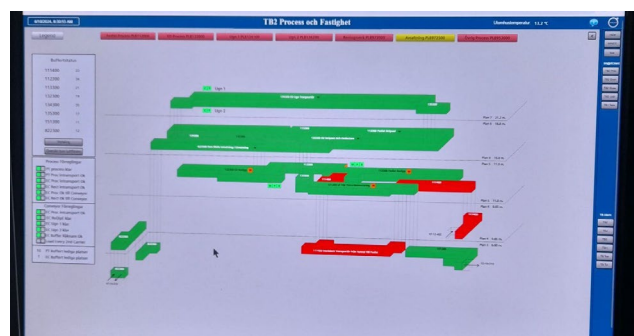
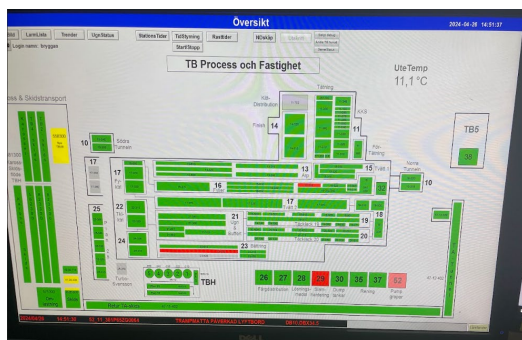
När ett larm inträffar har kontrollrumsoperatörerna kontakt med underhållstekniker via kommunikationssystemet GroupTalk och skapar arbetsorder på felsökning och stopp i produktionen. På en arbetsorder fyller kontrollrumsoperatören i maskinnummer, som talar om för den som får arbetsordern i underhållssystemet Maximo vilken maskin det gäller.

När arbetsordern är lagd har den ansvariga teknikern 24 timmar på sig att uppdatera och fylla i arbetsordern och ange vad som gjorts för att åtgärda problemet. Kontrollrumsoperatörer har även till uppgift att fylla i en dagrapport över vilka stopp som inträffat under deras arbetsskift. Dagrapporten innehåller orsaken till stoppet samt tiden då produktionen stått still fram till att den satts i gång igen. Produktionsstörningar följs sedan upp genom uppföljningssystemet AXXOS, där information om störningar och arbetsåtgärder diskuteras med ledningen.



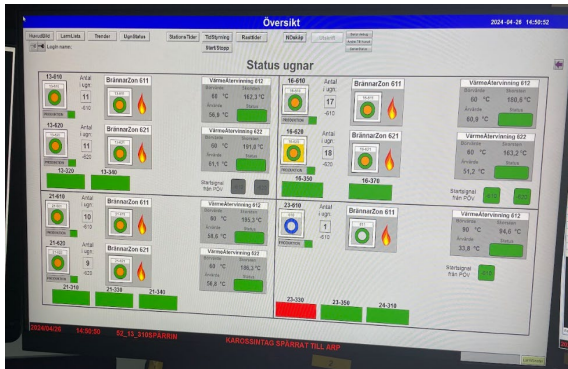
Figur 12. Produktionsöversikt via MPM      Figur 13. Kameror

MPM (Manufacturing Process Management) är ett program som visar produktionsflöde och antal karosser i realtid. Programmet kan användas för att upptäcka fluktuationer, avvikelser och att identifiera trender med minskande produktion och upptäcka produktionsstörningar. Via kontrollpanelen har operatören tillgång till fem kameror som övervakar obemannade sektioner i fabriken. Vissa kameror kan kontrolleras manuellt för att kunna se runt omkring i ett område. De är positionerade vid specifika knutpunkter, där risken för produktionsstopp är större.

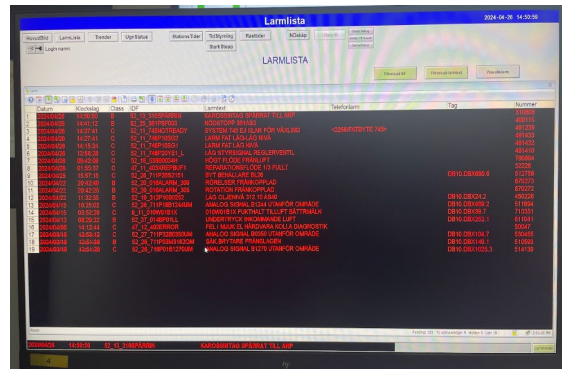


Figur 14. HMI över TB4      Figur 15. HMI över nya TB2

TB4 använder sig av SCADA från Siemens WinCC, medan nya TB2 använder Siemens WinCC Unified. TB4, TBH och TBUB finns representerade i både WinCC och WinCC Unified, där kontrollrumsoperatören själv kan använda vilken design som denne föredrar.



Figur 16. Ugnar i TB



Figur 17. Larmlista

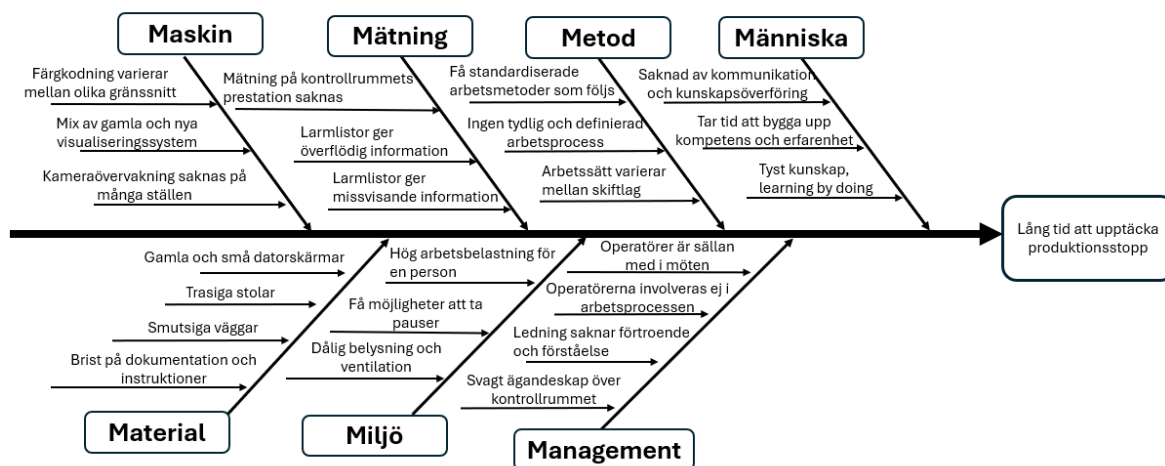
Det tar lång tid att starta upp ugn-systemen till korrekt temperatur för att kunna användas till att värmebehandla lacken och rostskyddet på karosserna. Det innebär att produktionssystemet inte bör starta innan ugnarna har rätt temperatur. Därför är det viktigt att kontrollrummet har en dedikerad skärmbild för att lätt kunna ha översikt över ugnarnas status.

## 5. Resultat

I detta kapitel presenteras de resultat som framkommit med användande av de metoder som beskrivs nedan.

### 5.1 Fiskbensdiagram

Fiskbensdiagrammet illustrerar sambandet mellan den tidpunkt då produktionsstopp i kontrollrum upptäckts till att möjliga orsaker identifierats som delproblem. Diagrammets delproblem är utformade baserat på insamlad information och observationer som gjorts i kontrollrummet. De sju stora benen är: maskin, mätning, metod, människor, material, miljö och management.



Figur 18. Fiskbensdiagram

Kategorin "maskin" innefattar utrustning och verktyg som används i kontrollrum. Exempel är HMI, larm och kameror som är nödvändiga för att kunna utföra övervakning. När det gäller de övervakningssystem som kontrollrummet använder är ett problem att man blandar gamla och nya SCADA-versioner och att design som exempelvis färgkodning varierar mellan användargränssnitten. Detta försvårar förståelsen och tolkningen av olika situationer. I nuläget finns det ett fåtal kameror, där en del är trasiga och ur funktion. Det finns ett behov av fler kameror som komplement till övervakningen.

Under kategorin för mätning visas två olika problem med larmlistan. Dels att listan ger överflödigt information, dels att den ger missvisande information, så kallade falska larm. Ibland får kontrollrummet falska larm då varning går ut trots att det inte är stopp i produktionen. Andra gånger ger larmlistan alltför mycket information. Det saknas möjligheter att filtrera och sälla bort larm, och av larmlistan framgår inte vilka larm som är mest relevanta för kontrollrummet att fokusera på.

Ett annat problem är att man inte mäter kontrollrummets prestation, systemtillförlitlighet och effektivitet. Det saknas mätdata för tiden från att en produktionsstörning inträffar tills dess att kontrollrummet rapporterar in stoppet. Det saknas även loggning av störningar på grund av systemfel som bidragit till att produktionsstörningar rapporterats in för sent. Detta gör det svårare att få perspektiv på hur effektivt kontrollrummet och dess system faktiskt är. För att kunna upptäcka produktionsstörningar i tid i ett kontrollrum är det viktigt att arbeta för att minska reaktionstiden. Hade man kunnat kvantifiera hur mycket tid man tappar i samband med produktionsstopp på grund av systemfel, såsom falska larm eller att användargränssnitten inte visar larm, så hade man också kunnat arbeta med att reducera tiden för produktionsstörningar på ett bättre sätt.

Ett annat problem är metod-kategorin, där det framgår att det saknas en tydligt definierad arbetsprocess och att ansvarsområdena för kontrollrummet inte är fullständigt definierade. Det finns ett antal standardiserade metoder för eskalering, där vissa standardiserade arbetssätt följs och andra inte alls. Arbetssätten varierar dessutom mellan skiftlag, där vissa – men inte alla – kontrollrumsoperatörer förväntas utföra dokumentation och delta i avstämningsmöten med sitt arbetsskift.

När det gäller människa-kategorin så finns det olika brister med kommunikationen och kunskapsöverföringen mellan kontrollrummet och annan personal. I kontrollrummet finns det stor och värdefull kunskap som bygger på erfarenhet. Erfarenheten spelar en viktig roll och påverkar den tid det tar att upptäcka stopp. Lärdomarna i kontrollrummet skapas i regel genom praktisk erfarenhet. Denna kunskap är dock tyst och implicit och inte lättillgänglig för annan personal. Dessutom tar det tid att bygga upp kompetens, färdighet och skicklighet för att övervaka på ett bra sätt.

I Material-kategorin är fokus på de fysiska material som används i kontrollrum, medan miljö-kategorin har fokuserat på arbetsmiljöförhållanden. Materiel såsom datorskärmar, stolar och väggar är något som har lyfts som respondenterna anser kan förbättras. När det gäller arbetsmiljön har det framförts att det innebär en stor arbetsbelastning för en person att övervaka fem byggnader. Det finns få möjligheter för återhämtning och paus från övervakningsarbetet, eftersom det inte alltid finns personal tillgänglig som kan avlösa. Andra förbättringsområden är belysning och ventilation, som inte är väl anpassade för kontrollrummet.

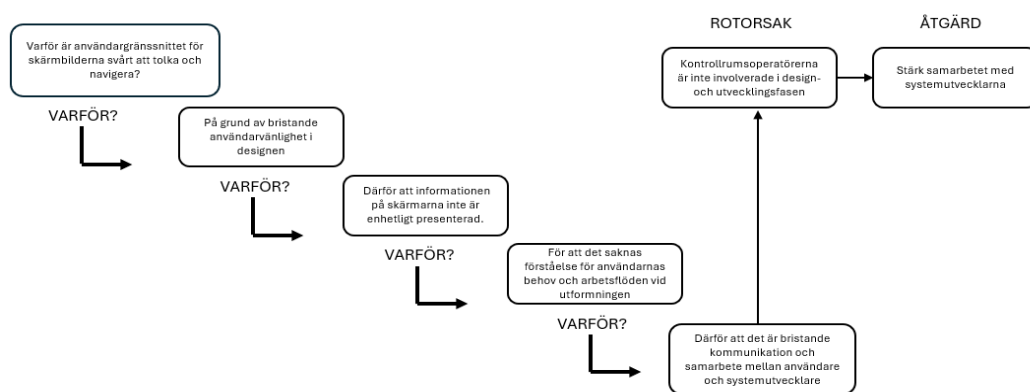
Management-kategorin syftar på organisationens hantering av kontrollrummet. Ledningen saknar både förståelse för och tillit till det arbete som utförs i kontrollrummet. Operatörerna inkluderas sällan i uppstartsmöten och inte heller i andra viktiga möten, där beslut fattas rörande deras arbetsplats.

Dessutom saknas ett starkt ägandeskap över kontrollrummet, vilket gör att arbetet faller mellan stolarna och att man därför inte har kunnat bedriva mer omfattande förändringar. Den som ansvarar för kontrollrummet saknar mandat, befogenhet, budgetansvar och direkt inflytande över det tvärfunktionella samarbetet.

I kombination med att den ansvarige har andra primära arbetsuppgifter och dessutom saknar tid och nödvändiga resurser, resulterar detta i att det är svårare att bedriva större förändringar i kontrollrummet som gynnar operatören.

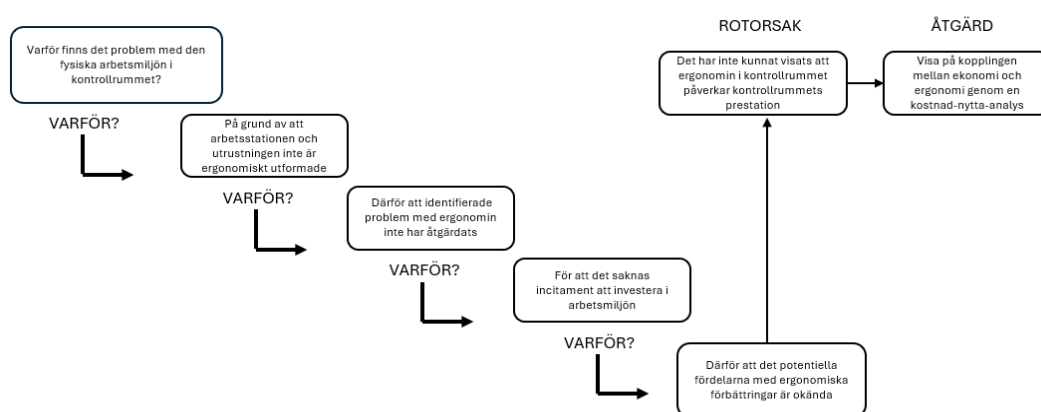
## 5.2 5-Varför

Från fiskbensdiagrammet valdes två fokusområden ut, som vidare analyserades med metoden 5-varför för att hitta rotorsaker. De kategorier som ansågs ha störst påverkan på kontrollrummets prestation och att upptäcka produktionsstopp i kontrollrum i tid var användargränssnittet för skärmbilderna och den fysiska arbetsmiljön i kontrollrummet.



Figur 19. 5-varför diagram över användargränssnittet

Resultatet av 5-varför metoden visar att man går miste om en viktig informationskälla vad gäller användarperspektivet när kontrollrumsoperatörerna inte är involverade i designfasen. Utan slutanvändarens perspektiv ökar risken att systemutvecklare designar ett gränssnitt som blir svårare att förstå för användarna. Därför är det av vikt att förbättra samarbetet mellan användarna och de som utvecklar systemen.



Figur 20. 5-varför diagram över arbetsmiljön



Resultatet av 5-varför metoden visar att det finns en osäkerhet kring investeringar i kontrollrummets arbetsmiljö och ergonomi. Genom observationer och intervjuer har det framkommit tveksamhet från ledningens sida om ett fräscht och luftigt arbetsrum faktiskt skulle leda till en bättre prestation i kontrollrummet.

Detta synsätt har präglat arbetssättet och lett till mindre satsningar på arbetsmiljön. En större reform hade troligtvis varit nödvändig för att skapa önskade effekter i form av en god arbetsmiljö samt kortare reaktionstid för att upptäcka fel. För att motivera en större investering i ergonomi och skapa utrymme för en sådan i en budget, kan en kostnad-nytta-analys utföras av de ekonomiska fördelarna med en god arbetsmiljö.

## 5.3 Intervjuer

Nedan presenteras de teman som framkommit utifrån den kvalitativa intervjumetoden. En del namn på specifika personer som omnämns under intervjun har utelämnats, vilket markerats på följande sätt: [...].

### 5.3.1 Arbetsbelastning

För hög arbetsbelastning var ett återkommande tema hos alla respondenter som arbetade i kontrollrummet. Det poängterades att varje dag var annorlunda, att antalet larm varierade alltifrån inga larm till en snabb eskalering med flera larm som går av samtidigt. Larmen i sig kommer från olika källor och det finns ingen klar trend som visar hur de uppstår, utan de måste undersökas när de kommer.

*“Som idag har ju... telefonen nästintill inte ringt någonting alls medans igår och i förrgår och hela förra veckan, då hade jag lätt över 100 samtal om dagen. Och då är det mycket jaga folk, ropa på Grouptalken och över telefonen. Och att få tag på folk som ska springa på larm.”*

Respondenterna uppgav att den stora arbetsbelastningen beror på att de har flera arbetsuppgifter inne i kontrollrummet. Driften ska övervakas efter larm som ska föras vidare till underhållstekniker och arbetsordrar ska utfärdas. Vid ett larm är detta inget problem, men vid flera larm blir mängden uppgifter snabbt överväldigande.

*“För att vi får samtal, du ska lägga in arbetsorder, du ska skriva en summering, du ska skriva i AXXOS... ja, det är mycket grejer. Du ska vara med på möten... Du har möten med driftsledare varje dag. Planering på leverans... Så du missar väldigt väldigt mycket.”*

Ett delproblem vid hög arbetsbelastning är att respondenterna inte har någon större möjlighet att lämna kontrollrummet under sitt skift. Det är dock nödvändigt att de deltar i dagliga möten med cheferna för att ta del av information om fabriken dagliga drift.

*“Ja, det är ju det. Chefen säger: “Jag vill att du är med på mötena”. Men då kan jag ju inte hålla koll på fabriken. Första gången han sa det och jag var med på ett möte så hade det stått still i 10 min på ett ställe. Ja, där ser du!”*

### **5.3.2 Viktiga delar saknas i övervakningssystemet**

Alla respondenter framhåller att det saknas flera delar i övervakningssystemet. Det finns delar av systemet som skulle behöva läggas till för att kunna övervaka hela målerifabriken. Som det är nu finns flera områden som är oövervakade eller har brister, vilket minskar möjligheten att upptäcka produktionsstopp.

*“Nej, det är omöjligt egentligen att hålla koll på allt. Det finns inte en möjlighet, som det ser ut idag. För ibland står du på ett helt obevakat ställe, där det inte finns personal. Ingenting. Inga larm. Ingenting. Utan det bara stannar, det går inte vidare helt enkelt. Och sånt är ju jättesvårt att... jag kan inte säga att man har koll till 100%, det existerar inte... Får man inte larm på skärmen, eller att man inte har kameror då... Det är omöjligt...”*

Kameror är redan en befintlig del av övervakningssystemet inne i kontrollrummet. Respondenterna använder kamerorna för att övervaka obemannade delar av produktionssystemet, men de är föråldrade och finns inte i tillräckligt stor mängd. Man kämpar för att få tag på nya kamerasystem som kan ersätta två som har gått sönder, men respondenterna påpekar samtidigt att det behövs ännu fler kameror utöver de som redan finns.

*“Det är ju det... när det stannar någonstans... helt utan larm då, där det inte är bemannat... med personal då... Det är jättesvårt. För på många av dem, så finns det inte kameror heller... Så att ja, kameror hade underlättat jättemycket också, på såna här känsliga ställen...”*

*“Nä, men det borde ju finnas nya och fräscha grejer... Vi lever ju trots allt i ett datasamhälle idag... så att det borde ju finnas nya och fräscha kameror med lite högre upplösning och bättre bilder, så att man kan zooma in bättre... Zoomar man in med de här kamerorna, då blir det en massa pixel i bilderna, då ser man bara konturerna på grejerna... Så att jag menar... det finns ju jättebra grejer idag...”*

Ett annat problemområde är att maskinoperatörerna inte förmedlar maskinnummer till kontrollrummet. Maskinnummer är specifika koder, en typ av identifikation, som tilldelats alla maskiner i TB-fabriken. Varje maskin har ett unikt nummer som ger underhållsteknikern information om vilken maskin problemet gäller och vilka reservdelar som ska användas. Respondenterna uppgav att personalen ute i produktion inte alltid är medvetna om vilket maskinnummer de ska meddela och ofta rapporteras de helt enkelt inte in. Det medför att respondenterna måste söka av kontrollpanelen och hitta maskinnumret själva, vilket tar tid från övervakningen.

*“Däremot frustration givetvis med tanke på att vi har massa nya områden där man inte har maskinnummer och alla de här grejerna. Det är också sånt här som man får jaga och prata om. Många utav dom larmen jag skickar ut då.., har jag inte maskinnummer, då kan jag inte lägga något.. Men det börjar lätta på det.”*

Beträffande de larm som tas emot i kontrollrummet beskrev respondenterna att larmen inte alltid visas och att de kan vara missvisande. Det förekommer situationer när ett stopp sker ute i fabriken som larmsystemet inte ger signaler på, men det händer också att systemet visar fel signal. Översiktsbilderna kan visa att produktionen går normalt som den ska, men av en detaljbild framgår att ett stopp inträffat.

*“Det är det värsta tycker jag, när det står en skid och drömmer, alltså den skickar inga signaler någonstans. Bara står still. Då är det svårt, för då kan det dröja 20-30 minuter innan vi upptäcker det och sen blir det ett stopp på 45 minuter innan det kommer igång och då blir det ju nästan en timme. Det är 60 bilar som man tappar då.”*

Larmlistorna för översiktsbilderna TB4 och TB2 är ytterligare ett område som respondenterna tycker behöver optimeras. Systemet levererar automatiskt information om larm från maskinerna ute i produktionen. Informationen om larmen är klassad från A till F, där A och B innebär stoppande larm. Respondenterna har svårt att läsa av systemet och hitta de viktigaste larmen, eftersom alla larm samlas tillsammans. Alltså måste respondenterna bläddra i listan för att hitta A- och B-larm.

En respondent lyfter det faktum att cirka 50% av alla inkommande larm hade kunnat upptäckas tidigare i kontrollrummet om larmsystemet hade varit mer tillförlitligt. För att kunna upptäcka produktionsstopp i tid och hantera dem behöver överflödig information sällas bort och de signaler som kommer till kontrollrummet måste visas och visualiseras på rätt sätt.

*“Av 10 larm..., så säg i alla fall att 4-5 är såna som vi inte har sett... Ja, och då är det inte bara att larmen ska komma till Bryggan. Utan då är det för att... vi behöver få bort det som inte är viktigt. Jag ska inte behöva få ett F-larm in till Bryggan. Det tar plats för mig i min larmlista. Vad är det som är stoppande? Det är A- och B-larm som är stoppande.”*

### **5.3.3 Svårtolkat övervakningssystem**

Respondenterna underströk att de styrsystem som finns tillgängliga i kontrollrummet kan vara svåra att använda och hämta information ifrån. Det är särskilt två bilder som är otydliga för kontrollrummets personal att hämta information ifrån. De anser att bilden över TB2 har ett överflöd av information och att det inte finns något enkelt sätt att läsa av den. Samtliga respondenter svarade att anledningen till otydligheten med TB2 är att den har en helt annan visuell design och färgkod jämfört med den redan etablerade översiktsbilden på TB4. Översiktsbilderna delar inte samma visualiseringsprogram och därför används inte samma typer av figurer eller samma färgkodning för att visualisera produktionslinan. För övrigt är TB2:s översiktsbild ritad i tre dimensioner medan TB4:s bild är tvådimensionell.

*“Sen har vi avsnitt med det nya systemet med massa olika märkliga färger. En rosa färg kommer upp i bilden då, jaha? Men då ser man att det rullar på så det är ingenting stoppande. Nästa gång man tittar, jaha! Nu har det stoppats och ja... det är jättemärkligt.”*

*“Nej, jag tycker det är för många. Jag skulle vilja ha rött, gult, blått och grönt. Det hade räckt... För är det gult, som det är nu på det gamla... då vet man att det står i följestopp. Då står allting och väntar på nånting framför... Grönt, då är allting okej ju. Är det blått, då är det någon som har vridit om det för hand ju... Rött är tvärstopp då... Så att samma färger överallt, på alla system, hade ju underlättat också. Så man slipper gissa sig till... “*

*“Har jag då en massa andra färger som håller på och flashar och blinkar. Som att det finns en massa olika larm som det fanns i början där på TB2... Nej, det är inte intressant för mig. Det är stopp eller underhåll som är där och jobbar... Sen att de är ute och har information eller någonting sånt där som de har på nya TB2... När de går på rast, då blir det rött på deras område. Visst, jag vet att de går på rast. Men det är störande i mitt synfält, obekvämt, allting som är rött är ju egentligen obekvämt för mig, eftersom jag ska se till att det rullar. Sen att jag vet att de har rast hjälper inte.”*

*“Ja... Det är ju vissa... alltså helt onödiga, fullständigt onödiga larm... Det kommer ju det också... Det var ju det vi pratade om, C-larmen... Jättemånga av dem är ju helt oväsentliga för oss på Bryggan egentligen. För att de gör något i produktion, de går in i renzon och tvättar robotar och grejar... Och skärmen bara fullständigt exploderar... med larm... Man vet ju det... kommer de i rad, så vet man att då är de inne och tvättar... Men det är typ såna saker då... att det kan bli för mycket information ibland med... För mycket onödig information...”*

*“De vill ju jobba enligt en TA-standard. Men TA behöver veta vad det är för typ av kaross, för det är olika robotar... Men jag behöver inte det i TB2 eller i TB4... Jag behöver inte veta att det är en XC60 som åker, för den åker igenom elektro-doppen på samma sätt som en V60 gör.”*

Ett annat system som respondenterna ansåg vara svårtolkat är MPM-bilden, där antalet karosser i fabriken visas och var de står i produktionsflödet.

Här har respondenterna svarat att MPM-bildens siffror inte är ett optimalt sätt att övervaka produktionen på, eftersom det är svårt att enbart läsa siffror för att upptäcka avvikelser eller förändringar i produktionen och därmed förstå var ett problem har uppkommit.

*“Då tycker [...] att man ska kunna se det på MPM-bilderna, att man tappar på ett visst område. Men det vi sitter och gör på bryggan 24/7, det är att vi ser siffror överallt och till slut så blir man lite blind. Och det är ju ingenting man kan göra något åt, det finns inget bättre system. För att... dom här siffrorna finns ju av en anledning. Dom måste jag kunna se, men det är så fruktansvärt lätt att missa en siffra, bara för att man har så många andra siffror.”*

### 5.3.4 Arbetsmiljö och ergonomi

Respondenterna uttrycker att kontrollrummet har flera brister när det gäller ergonomin och den fysiska arbetsmiljön. Det saknas en röd tråd i upplägget av skärmarna samt mellan styrsystemets bilder. Det är många skärmar i kontrollrummet som ger information, men skärmbilderna är positionerade på ett sätt som inte ger en tydlig bild av vilken eller vilka skärmar som är viktiga.

*“Och sen så tänker man ju inte...det är så många så det finns ju ingen röd tråd hur man tittar. Utan man lägger en bild på den skärmen. Man lägger en bild på den skärmen och så ser man att allting ser bra ut och säger att det såg ju så bra ut.”*

Av respondenternas utsagor framgår att antalet datorskrmar med SCADA bilder är uppsatta på ett sätt som inte underlättar förståelsen. De uttrycker samtidigt att de vill ersätta kontrollrummets mindre skärmar med större för att göra det lättare att se och få översikt över produktionen. Respondenterna har nyligen fått tre större skärmar uppsatta, vilket är uppskattat, men samtidigt uttrycker de att problemet inte är helt löst.

*“Få det på ett lättarbetat sätt. Sen är det ställningen med jätteskrmar längst upp i taket, jag vet inte om det är... hela lösningen. Jag tänker mer om man kan ta bort några små skärmar och ersätta med en stor skärm. Så får man till slut tre stora eller någonting. Så man har bättre översikt och lättare koll.”*

*“Det är mycket som behöver fixas därinne... Jag hade ju jättejätteproblem i början, när jag satte mig där, med mina ögon... Jag hade jätteont i huvudet när jag kom hem. För starka skärmar och mycket som larmade. Och larmlistan hoppade hela tiden upp och ned, så att ögonen sticker ju ditåt hela hela tiden...”*

Att få översikt över produktionen i kontrollrummet är en utmaning som alla respondenter uttalade. De uttryckte missnöje med att översiktsbilderna på områdena TB2 och TB4 försvinner från kontrollrummets skärmar så fort en respondent klickar för att få en detaljbild över produktionen.

*“Lite såhär dumt är det om man går in i en processbild och inte har hela fabriken. Då ser man ju inte något annat än just det avsnittet, om det har varit mycket problem så har man kanske extra bevakning där. Och så sen när man klickar upp på helbilden då, “Jäklar där är det rött!”. Det är sådana grejer, det kan man missa ibland.”*

Utöver datorskrmarernas ergonomi var rummets arbetsmiljö ett återkommande tema. Arbetsmiljön anses vara mycket viktig för alla respondenters välbefinnande i kontrollrummet, eftersom de spenderar 9 timmar åt gången i rummet.

En av respondenterna beskrev kontrollrummets arbetsmiljö på följande vis:

*“Instängt, mörkt, jobbiga skärmar, för mycket som händer på för många olika skärmar. Det är ingen röd tråd i vår process och på våra bilder.”*

Respondenterna tog upp ett eller flera specifika problem vad gäller kontrollrummets miljö, men alla var eniga om att ventilationssystemet var bristfälligt. De ansåg att ventilationen var otillräcklig och inte gav ett bra klimat inne i rummet. Det kan variera från kallt på vintrarna till jättevarmt på somrarna.

*“Det är just det här med klimatet för oss som jobbar på bryggan. Det är A och O att du har frisk luft. Att vi har rätt temperatur så att det inte blir blåsigt eller för varmt, eller att vi sitter och fryser och huttrar som vi kan göra emellanåt.”*

Samtliga respondenter uttryckte olika problem med arbetsmiljön. Det kunde handla om smutsiga väggar, dålig belysning eller att de inte kunde öppna fönstret. Det man kunde läsa ut av förslagen var att det fanns flera olika områden gällande arbetsmiljön som påverkade varje respondent olika mycket.

*“Sen alltså... det ska vara trevligt. Jag ska sitta därinne i 9 timmar varje dag. Det är inte säkert att jag får avlösning före lunch... Det är inte säkert att jag hinner gå på toa, när jag behöver gå på toa... för jag har ett ansvar för vår drift...”*

Flera respondenter nämnde behovet av att kunna lämna kontrollrummet, inte bara för toalettbesök utan även för att kunna dricka vatten, äta mat och ta rast. En av respondenterna förklarade att personal för avlösning inte alltid var tillgänglig, vilket gör det svårt att kunna ta rast eller lämna kontrollrummet för att kunna gå ifrån det stillasittande arbetet och röra på sig.

*“Men..., jag känner att det var väldigt bekvämt att ha det som vi hade det på det gamla [stället]. Då hade vi kylskåp och man kunde ha någonting där. Man kunde bara gå och hämta och du hade vatten där också...”*

Kontrollrummet har inte alltid legat på den plats där den ligger idag. Det var tidigare ett större rum med fler fönster, dagsljusinsläpp och bättre belysning. Att byta plats för kontrollrummet kom upp i diskussionen med samtliga respondenter och vissa sa att de ville byta plats, medan andra inte ville det.

*“Nä, det är väl inga större förändringar... mer än arbetsmiljön. Det är mycket trängre här nere än vad det var där uppe, det var stort och luftigt. Det kändes bättre att sitta där uppe.”*

*“Så framför allt arbetsmiljön där inne hade jag gjort om, jag hade flyttat på stället. Alltså lokalen... behöver sitta någon annanstans där jag faktiskt kan öppna dörren, ifall jag känner för att få lite luft.”*

### 5.3.5 Förtroende och kunskapsdelning

Förtroende och kunskapsdelning skulle kunna vara uppdelade i två separata teman. Men för ett kontrollrum går dessa två teman hand i hand, eftersom varje ansvarsområde hanterar olika delar av produktionssystemet och kräver på så vis olika kunskaper. Det framkom i intervjuerna att en del driftsledare saknade förtroende för kontrollrummets personal. På detta svarar respondenterna att driftsledarna inte förstår de förutsättningar kontrollrummet har för övervakning.

*“Vår nuvarande chef, han ringer ofta på helger och sånt: “Var är du, vad gör du?”. Ska ha koll på allting och springer runt och... “Vad gör du här?”. Det blir så stressigt att ha en sån som springer runt och... Vi gör det jobbet vi ska göra, och vi gör det så gott vi kan.”*

Driftsledarnas sätt att leda varierar och har förändrats genom åren. Respondenterna upplevde att driftsledarna tidigare hade ett friare, men samtidigt ett rättvisare förhållningssätt. Styret har blivit mer kontrollerande och mycket större personalansvar har lagts på driftsledaren.

*“Och oftast är det tyvärr så att man, inte bara här, utan jag menar allmänt att man har chefer som säger: “Nu går vi hitåt, och ni följer med mig”. Och då får ju inte jag utrymme, som individ, som människa, att faktiskt tänka själv. Och då... försvinner jag, då existerar inte jag längre, då blir jag som en robot. Och vi kan inte ha såna här människor här inne, vi behöver människor som faktiskt tänker, för det är då du utvecklas på företaget. Företaget utvecklas när det har människor som tänker.”*

En del respondenter beskrev kommunikationen mellan sig och driftsledare som anklagande. Att när produktionsstopp inte upptäckts i kontrollrummet, får de många frågor om varför de inte kunnat se dem. När det kommer till att rätta till misstag i produktionen förutsätts det att all skuld ligger på personalen i kontrollrummet. Detta upplever respondenterna som mycket problematiskt, eftersom de vet att skulden inte är deras.

*“Sen är det också... att man ska helst ta smällen själv, enligt cheferna. Det var en på Bryggan som skrev vid något tillfälle nu denna vecka. Det var någon som missat något i TB2. Så han skrev och skickade ut det meddelandet då, att varken Bryggan eller TB2 personalen såg detta fel, eller att de missade ett larm helt enkelt. Och det tog en sekund så kom hans chefer här då och undrade vad fan han pysslade med, och sa att han inte kunde skriva att dom gjorde fel.*

*Det får du ta på dig liksom, jag har redan fått skit från dom för att du skrev så. Men, det var ju så, dom missade och han missade. Det var inget konstigt i det. Det var ju bara ett konstaterande. “Nej, så kan du inte skriva! Skriv att Bryggan har missat.”. Okej?... Det är jättemärkligt.”*

*“Alltså man upptäcker inte för det larmar inte, det kommer inga larmtexter eller blir inte rött någonstans. DET är väldigt jobbigt. Dels för ens egen del för man vill ju inte missa någonting. Det spelar liksom ingen roll ibland att... ta TB2 till exempel. Jag missade ett stopp någonstans i TB2, det kom inte in karosser. Ingenting som larmade. Ingenting man kunde se.*

*Inte ens personalen där ringde. Det går alltid tillbaka till Bryggan: "Hur kunde ni missa det här?" Man har inte alla verktygen alltid. Så är det liksom."*

*"För du vill ju ha larmen till dig... du vill ju inte att det ska gå två timmar och att en driftsledare eller en fabrikschef ska ifrågasätta varför du inte har sett det."*

Respondenterna uttrycker en vilja att få större förtroende och mer ansvar. Jobbet blir intressantare och det finns möjlighet att kunna utföra arbetet bättre med mer tillit, säger de. En punkt som tas upp är att ansvaret för att övervaka produktionen är bättre anpassat för operatörerna i kontrollrummet, eftersom de har hand om övervakningssystemet och vet hur produktionen fungerar. De menar att inte hela ansvaret för produktionen behöver ligga på driftsledaren.

*"För jag har ju kunnat hjälpa honom med mycket.... Och det behöver våra andra ledare förstå... Du behöver inte ha allting på dig, utan ta hjälp av Bryggan. Som vet mycket, som får sitta och göra de här listorna."*

Hantering av dåliga situationer i kontrollrummet och det förtroende driftsledare har för sin personal skiljer sig åt. Det framkommer meningsskiljaktigheter mellan respondenterna. Antingen anser de att samarbetet och dialogen med deras ledare är bra eller att det finns brister i bemötandet.

*"Men man får... man får dåliga vibbar. Det känns som att de trycker ner en, att man är dålig. Sen att de inte har sagt någonting... hela hanteringen av situationen är att man är... "Kan du inte se det?". Liksom hitta vad jag har gjort för fel. Då är det liksom inte uppmuntrande..."*

*"Min chef har sagt: "Du får göra som du vill. Jag tror på dig". Och när du har en chef som tror på dig, även om det går fel, så kommer du lära dig och du kommer inte göra om det misstaget. Men om du inte låter mig göra fel... då vet jag inte vad jag är kapabel till. Jag vet inte hur mycket jag kan göra... Och förlorar mig själv på det... Så jag har vuxit extremt mycket..."*

Kunskapsdelning mellan de olika arbetsrollerna är ett problem som flera av respondenterna uttryckte. Med kunskapsdelning menas att information inte delas mellan de olika rollerna, såsom mellan kontrollrummet och operatörerna i produktionen. Ytterligare ett informationsgap som framkom gällde att maskinnummer inte alltid rapporterades till kontrollrummet.

*"Så att mycket går tillbaka till Bryggan, att Bryggan inte gjort rätt från början. Detta har vi påpekat tidigare att... när ni ringer in till i Bryggan, då säger [...] i samtalet: "Ha uppe era maskinnummer. Vad är det du behöver ha hjälp med?". Ringer du till driftledningscentralen i TA, så säger de exakt likadant... Du ska veta vad det är du behöver ha hjälp med innan du..."*



En respondent påpekade att om kontrollrummet hade haft tillgång till kunskap om vad varje tekniker har för baskunskaper, så hade det kunnat leda till kortare produktionsstörningar i fabriken. Genom att veta vilken tekniker som kan vad, är det möjligt att hänvisa en tekniker till en produktionsstörning som denne kan åtgärda direkt. Däremot lär sig tekniker den kunskapen över tid.

*“Så vi har ju olika kompetenser, alla har ju sin del. Sedan behöver jag fördela dem på vad jag behöver. Jag behöver skicka ut det jag behöver. Så jag har ju det ansvaret att veta vad du kan. Så jag behöver veta redan från start: vad är det du kan? Och i början så blir det ju mycket fel, när man inte vet exakt vad alla kan.”*

Respondenterna ifrågasätter om operatörerna i produktionen vet vad kontrollrummet kan se eller om de vet vad kontrollrummet gör. Kommunikationen är inte helt tydlig. Operatörerna har tidigare visat sig nervösa över att bli filmade av kontrollrummets övervakningskameror, även om de inte är placerade på bemannade områden. Respondenterna vill att operatörerna ska veta vad som ska kommuniceras och vad kontrollrummet gör och ansvarar för.

Kunskapsdelning har också visat sig brista mellan andra avdelningar och kontrollrummet. Respondenterna pekar på att de inte haft möjlighet att uttrycka sitt missnöje gällande det nya styrsystemet och översiktsskärmen på nya TB2. Detta beror på att den avdelning som utvecklat den nya översiktsskärmen inte har frågat kontrollrumsoperatörerna om deras synpunkter. Detta trots att de är slutanvändarna och de som primärt kommer att använda sig av systemet.

*“Nej.. Vi fick inte vara med på det mötet, när de bestämde detta. Utan det var bara de högsta... Och de högsta kommer ju bara köpa in det de tror är bra... För att det är någon som är “expert” på det här. Men man måste fatta att det är två helt olika fabriker, två helt olika processer... Vi gör inte samma grejer i våra fabriker. Så det måste vara något som är gjort specifikt för vår process, och det är det inte idag. Och de kommer inte lägga den tid och energi och pengar på det idag. Utan det är redan köpt. Så det är bara att acceptera att det är så här det kommer att vara.”*

### **5.3.6 Splittrat arbetssätt**

Meningskiljaktigheter visade sig mellan respondenterna gällande innebörden av kontrollrummets arbetsuppgifter, vad kontrollrummet ska göra och hur man bäst övervakar produktionen. Det handlar om generella arbetsuppgifter och huruvida de ska utföras i kontrollrummet som tidigare eller förändras till en mer ledande driftledningscentral.

*“Ja, men det gäller ju att alla har samma mindset, och det har vi inte tyvärr. Vi gillar att vara i det som är bekvämt. Och det är normalt, alla människor är ju såna att det är lite läskigt att göra något nytt.”*

*“Det finns jättemycket på Bryggan man kan göra. Jättemycket. Vi ska ju inte säga längre att det är en Brygga, för vi är inte en Brygga. Vi är en driftledning. Du leder drift, tillsammans*

*med driftsledare. Driftsledaren har personalen, du har fabriken. Det är jätteenkelt. Det är så vi har kört, jag och [...]. Han har personalansvar eftersom han är vit, jag är blå. Så jag har driften. Jag bestämmer när vi stoppar, var vi stoppar och hur länge vi kan stoppa, beroende på hur det ser ut framför eller bakom.”*

*”Framför allt så behöver ju våra avdelningar... SI:n, förbehandling, efterbehandling och underhåll sitta ned och komma överens och säga: ”Det här äger jag. Det här äger du”. Har vi stopp i en ugn. Ugnen ägs av renzon, det är produktion. Karossen ägs av produktion.”*

*“Man hör ju hela tiden också i samma andetag som kommande förbättringar meddelas att: ”Ni är inte en brygga, ni är en driftledningscentral. Ni är det viktigaste verktyget här, ni är dom som vi litar på, ni styr och ställer. Och ni gör det och det...” Men det gör vi ju inte.”*

*”Eller som att jag ibland ska vara någon slags mellanhand till chefen, det kan jag också störa mig på väldigt mycket. Varför? Du vet vad som har hänt, Grouptalken, där har han ju...”*

Avsaknaden av ett standardiserat arbetssätt och ett gemensamt sätt att se på kontrollrummets arbetsuppgifter tydliggör meningsskiljaktigheter rörande till exempel var kontrollrummet ska vara placerat. Här har det visat sig att det finns olika synsätt på om kontrollrummet behöver placeras mer centralt i fabriken eller om det bör vara kvar på sin nuvarande plats.

*“Ja. Sen har de kommit med skräck-grejer, att vi ska sitta i en glasbur. Jag slog bakut och min chef var på mig med att säga: ”Ahh, du kan inte säga nej till någonting om du inte vet!”. Men herregud sa jag då, jag vill ju inte ha folk som står bakom ryggen på mig och tittar in genom ett fönster så.”*

*“Vi ska liksom vara lite mer i centrum. Du är spindeln i nätet. Folk ska veta vem du är, vad du gör för nånting. Folk ska kunna komma in och se det som du ser.”*

I intervjuerna har det framkommit att trots Volvos vilja att införa standardiserade arbetssätt, så har sådana arbetssätt inte genomdrivits i kontrollrummet på rätt sätt. Respondenterna säger att det saknas en dokumenterad standard för konsultation, vilket gör det svårt att kunna arbeta standardiserat och anpassat för målerifabrikens processer. Flera respondenter uttryckte att den standard som ledningen vill ha inte finns på plats i kontrollrummet. Det saknas dessutom i stort sett informationsmaterial som talar om vad kontrollrummet ska göra.

*“En arbetsbeskrivning som du säger är också...[suck]. Han fick ju det till sig från sin chef att det här ska ni göra. Ja, men var står det någonstans? Eller jag har inte sett någon arbetsbeskrivning innan, så var står det någonstans? Ja, men det står på ett ställe att vi ska göra såhär. Men var någonstans? Gör man det så lätt för sig att man bara säger att det finns, så ser man sig inte om och bevisar att det finns.”*

*“Eller som [...] tyckte en gång, han sa till sin chef: “Vem är det som är ansvarig för Bryggan?”. Då säger han till honom, det här ska du titta på, det här ska du titta på, det här ska du jobba efter. Men jag har ingen arbetsmall, var är den? Det är något som du har hittat på nu i så fall, säger han till honom då... Vi har ju jobbat på ett annat sätt från början. Vill du att jag ska jobba på något annat sätt nu då och var är den andra arbetsmallen som har förändrats? Var är den gamla och den nya?”*

## 5.4 Intern Benchmarking

En intern benchmarking har utförts på Volvo Cars karossfabrik (TA), monteringsfabrik (TC) i Sverige, målerifabrik i Volvo Cars Gent, Belgien (VCG) och Volvo Cars Charleston, USA (VCCH).

### 5.4.1 TA:s Kontrollrum

TA-fabriken ligger först i produktionsflödet på Volvo Cars Torslanda. I fabriken byggs karosserna, som sedan skickas vidare till TB för lackering. De sista två åren har kontrollrummet genomgått stora förändringar; det har blivit omplacerat och uppbyggt mitt i TA-fabriken. Det nya kontrollrummet har fått ett eget kontor med närhet till driftsledare, maskinoperatörer och underhållspersonal. Kontrollrummet fick nya bildskärmar, larmsystemet uppdaterades och SCADA:n har fått en ny design.

I TA har kontrollrummet en delad arbetsplats med två kontrollrumsoperatörer på varje skift med varsin arbetsbänk. TA-personalen arbetar i 4-skift, där de båda ansvarar för att leda driften och se till att fabriken producerar bilar med fokus på kvalitet och säkerhet.



*Figur 21. Kontrollrum i TA*

Kontrollrummet tar emot larm genom att granska displayerna, där stopp i produktionen meddelas med olika färgkoder baserat på vilken typ av stopp som inträffar. Larm kan också komma in från operatörerna ute i fabriken. Dessutom finns det en uppsättning av kameror som övervakar kritiska och obemannade områden i fabriken. När ett larm uppmärksammas, sköter en av kontrollrumsoperatörerna kommunikationen och skriver arbetsorder. Den andra medarbetaren tar då över och får övervaka hela fabriken operation, jämfört med halva som i normallägen.

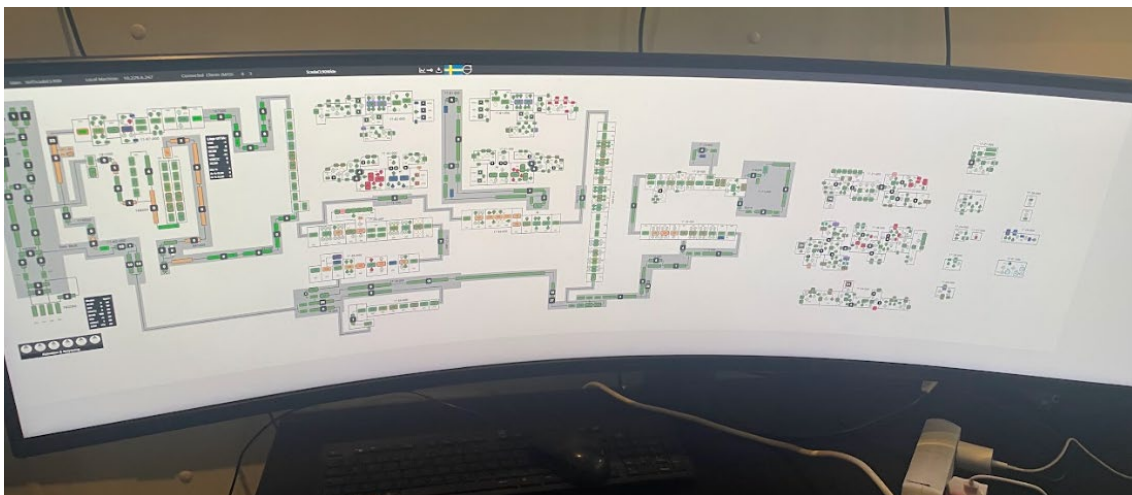


*Figur 22. Mötesrum i TA*



*Figur 23. Högupplösta kamerabilder*

Bakom kontrollrummet finns ett litet mötesrum med ett stort bord och stolar, vilket gör det möjligt för driftsledaren, men även annan personal, att besöka kontrollrummet och ha möten och avstämningar utan att störa kontrollrumsoperatörerna. Kontrollrummet har högupplösta kamerabilder i god ögonhöjd, placerade med ett visst avstånd från kontrollpanelen. Alla skärmar har bytts ut mot bredare och välvda skärmar för att kunna rymma större och mer detaljerade displays som skapats med WinCC Unified programsystem.



*Figur 24. SCADA på en välvd skärm i TA-fabriken*

## 5.4.2 TC:s Kontrollrum

TC-fabriken ligger sist i produktionsflödet på Volvo Cars Torslanda och i denna fabrik monteras alla bildelar på de färdigmålade karosserna från TB och färdigbyggda bilar levereras ut. Kontrollrummet är placerat i ett stort och rymligt arbetsrum högst upp i fabriken, med flera stora fönster som vetter ut mot en stor parkeringsplats med färdigbyggda Volvo-bilar. TC-personalen i kontrollrummet jobbar i 2-skift. Det är endast en operatör per skift som har ansvar för kontrollrummet och som arbetar med att övervaka fabriken produktion.



Figur 25. Kontrollrum i TC



Figur 26. Dagsljusinsläpp från TC

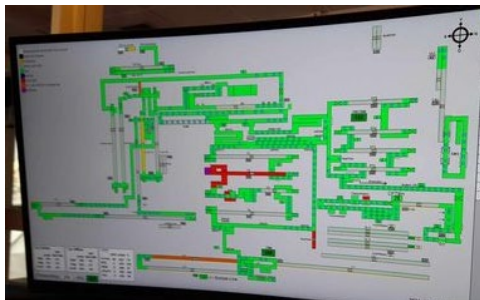
Kontrollrummet har fem skrivbordsplatser och totalt sju olika datorer. En av de sju datorerna är direkt uppkopplad och satt som kontrollpanel. Kontrollpanelen består av tre stora välvda skärmar med två olika displayer på varje skärm, en uppsättning datormöss och tangentbord som utgör kontrollbordet.



Figur 27. Kontrollrum i TC

Den översta skärmen visar en display av TC-fabriken i realtid med en larmlista överst till höger som också uppdateras i realtid med larmsignaler från fabriken maskiner och operatörer. Den nedre vänstra skärmen används för dokumentation och utdelning av arbetsorder. Slutligen har den nedre högra skärmen en chattkanal öppen som används för

kommunikation ut i fabriken till operatörer, tekniker och underhållspersonal. Kamerabilder visas inte på kontrollpanelen, eftersom de inte behövs i samma utsträckning då TC har bemanning på alla stationer i sin fabrik.



Figur 28. SCADA

Datum	Tid	Benämning	Larmtext	Displays	B/Drap
2024-02-08	11:18:01	TC-PL21101_PUR	+3104+AS01 GRIND EJ OK	3257	
2024-02-08	11:18:01	TC-PL21001_PUR	+3104+ZM14Node EJ / AUTOMATIK	3048	
2024-02-08	11:18:00	TC-PL21101_PUR	+3101+AS01 GRIND EJ OK	1224	
2024-02-08	11:18:00	TC-PL21101_PUR	+3101+ZM14Node EJ / AUTOMATIK	795	
2024-02-08	11:18:00	TC-PL20007_Trim_2	+3001+MussorstoppAS010 BAKERHET PERIMETER EJ OK	2447	
2024-02-08	11:18:00	TC-PL20007_Trim_2	+3001+AS00H7.5G1 GRIND EJ OK	326	
2024-02-08	11:18:00	TC-PL20007_Trim_2	+3001+Mussor EJ / AUTOMATIK	1816	
2024-02-08	11:18:00	TC-PL20007_Trim_2	+3001+MussorStoppAS010 BAKERHET PERIMETER EJ OK	1501	
2024-02-08	11:18:00	SPC-PALA	GÅLSE PÅ REPPPLATS HÖGER	2327	
2024-02-08	11:18:00	SPC-PALA	P13 EJ INTRÄD om PG filter	230	
2024-02-08	11:18:00	Manufakt	211 NÄRIN DRAGARE AR SORTVALD_36.7	1208	
2024-02-08	11:18:00	Manufakt	MANU/LÖPFT. AUTTRÄD A01	667	
2024-02-08	11:18:00	Manufakt	GÅLSE PÅ REPPPLATS VÄNSTER	82	
				281	

Figur 29. Larmlista

När ett larm identifieras, har operatören i kontrollrummet till uppgift att kontakta och upplysa underhållstekniker om situationen och skicka personal för att åtgärda problemet. Operatören i kontrollrummet skriver då ut arbetsorder med maskinnummer, tidpunkt för larmet, vilket slags larm det gäller, vad som gjorts för att lösa problemet, antalet minuter stationen stått stilla och vem som reparerat stationen.

Personalen berättar att larmsystemet fungerar tillfredsställande och att de upplever att de har kontroll över övervakningen. Operatören blir varslad om pågående larm och stopp i fabriken genom att övervaka displayen och larmlistan. I displayerna tittar operatören efter symboler som färgats rött eller blått. Rött innebär att en station har stannat och blått betyder att stationen har stoppats manuellt. Larmlistan radar upp systemfel från fabriken alla system, där raderna är färg- och symbolmarkerade och indikerar vilken riskgrad ett problem har för att fabriken ska stanna. Kontrollrummet kan även bli uppringt av operatörer från varje station i fabriken, om de har identifierat ett problem eller stopp som behöver åtgärdas. TC:s kontrollrum använder även ljudsignal till sin larmlista med motiveringen att ljudsignalen hjälper operatören mycket lättare att bli varslad om larm.

För TC:s kontrollrum har ett antal beslut tagits som gett rummet dess design.

Kontrollrummets display och larmlista över fabriken härstammar från WinCC, ett äldre programsystem som Volvo Cars globala ingenjörsgrupp (ME) ville ersätta. Eftersom det nya systemet inte var anpassat varken för TC-fabriken produktion eller dess standardiserade larmsystem, valde TC att fortsätta uppdatera sitt WinCC-system på egen hand.

### 5.4.3 Volvo Cars, Charleston, USA

Volvo Cars Charleston, VCCH, startade sin produktion år 2017. I VCCH tillverkas bilmodellerna S60 och EX90. Produktionen av S60 kommer att fasa ut under 2024 och ersättas med Polestar 3. År 2023 tillverkades 70 139 nyproducerade bilar i VCCH. Kontrollrummet är lokaliserat på andra våningen, mitt i fabriken. Kontrollpanelen består av ett L-format skrivbord med totalt 19 skärmar, avsedda för övervakning och styrning av fabriken. I kontrollrummet arbetar enbart en person åt gången med att övervaka systemet.

I målerifabriken på VCCH arbetar endast ett produktionsskift per dag mellan 06:00 och 14:40, då de övervakar en byggnad. Under raster produceras inga bilar, då står produktionen stilla, med undantag av exempelvis ugnar som automatiskt kan färdigställa sina pågående processer och leverera till en buffert. Totalt körs fem produktionsskift varje vecka, med planerat underhållsarbete på kvällar och helger. Under 2023 förväntades en utökning med ytterligare ett produktionsskift, ett kvällsskift. I fabriken arbetar maskin- och robotoperatörer tillsammans med underhållspersonal, specialister, tekniker och ingenjörer.



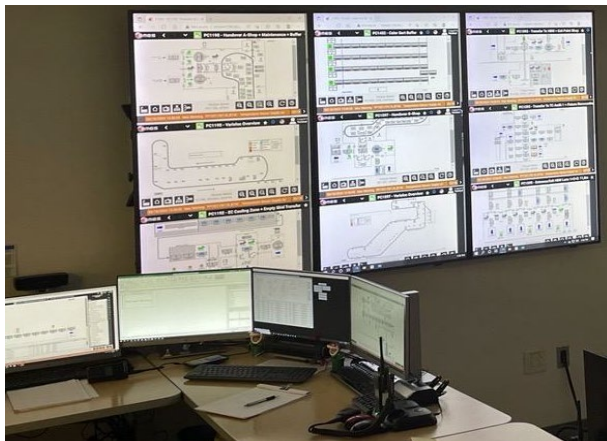
Figur 30. Kontrollrum i VCCH

Elva skärmar finns uppsatta på väggen, medan 8 skärmar och en laptop är placerade på skrivbordet. Det system som VCCH:s målerifabrik använder för att visualisera sina maskiner och produktionsprocesser heter EMES (EISENMANN Manufacturing Execution System). EISENMANN är ett tyskt bolag som satt upp fabriken PLC:er och HMI. Med hjälp av stora illustrativa symboler visualiserar EMES-systemet vad som händer i fabriken för kontrollrumsoperatören, både när en varning dyker upp i systemet och när det sker ett stopp.

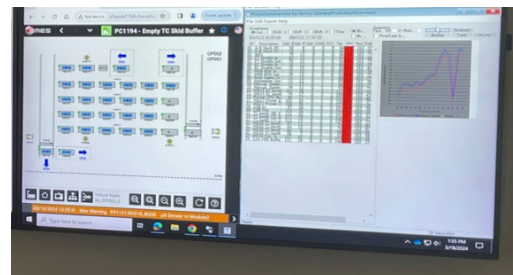
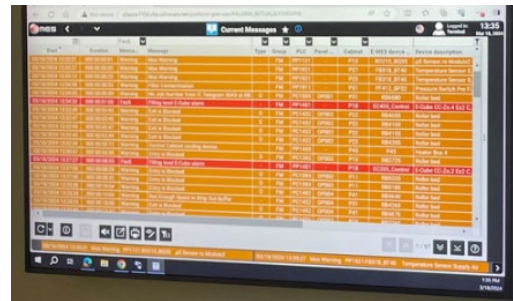
Identifierade larm skickas ut via walkie-talkie, men vid längre informationsutbyten används vanlig telefon. Larmen kan därför tas upp av alla underhållsarbetare eller tekniker, men oftast är det enbart chefen för underhåll som tar emot larmen för att sedan skicka ut rätt person med rätt kompetens till rätt arbetsområde. Arbetsuppgifterna med övervakning och styrning i



kontrollrummet i VCCH utförs till stor del i egen regi. Nackdelen är att det är hög arbetsbelastning och stor arbetsmängd för endast en person att hantera. Förutom underhållsrelaterade samtal ansvarar kontrollrumsoperatören för styrning, till exempel av karosser som ska till reparationsstationer eller defekta delar som ska inspekteras inför reparation. Dessutom ansvarar operatören för styrning ut från höglager och testenheter för olika avdelningar. Kontrollrumsoperatören behöver däremot inte skriva arbetsorder eller genomföra någon form av dokumentation, utan det ansvaret läggs på den underhållstekniker som felsöker och åtgärdar problemet i produktionen.

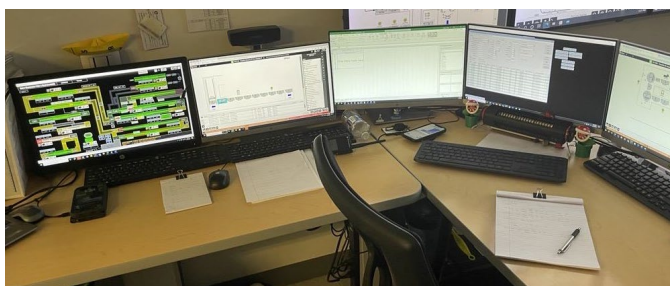


Figur 31. Skärmar på den vänstra väggen

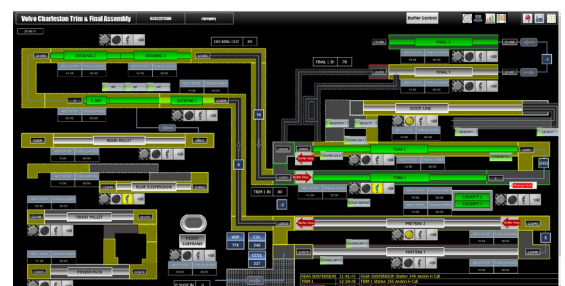


Figur 32-33. Skärmar på den högra väggen

De större bildskärmarna är extra skärmar som visar fler delar av fabriken via EMES. På den vänstra väggen, i figur 31, visas 9 skärmar, som ger en översiktsbild av olika arbetsområden i fabriken. På den högra väggen visas 2 skärmar, där den ena skärmen visar fabriken's larmlista och den andra en översikt av karosser i realtid.



Figur 34. Bildskärmar på skrivbordet



Figur 35. HMI från EMES

På skrivbordet finns det en laptop och 8 skärmar. Den första skärmen på skrivbordet visar produktionsflödet i monteringsfabriken och den andra visar flödet i målerifabriken. Skärmen i mitten används för administrativt arbete, exempelvis för intranät, mail och excel. Därefter finns en skärm som används för att lokalisera karosser i målerifabriken med en mjukvara från

T-Client. Ytterligare en skärm finns för EMES-representation och slutligen en skärm för opplärning av ny personal.

#### 5.4.4 Volvo Cars Gent, Belgien

Volvo Cars Gent, VCG, öppnade sin produktion år 1965. Av VCC:s produktionsanläggningar är produktionsvolymen i VCG mest lik den i VCT. År 2023 tillverkades 230 527 bilar. De bilmodeller som tillverkas i VCG är V60, V60 CC, XC40 och C40. Nästa år tillkommer tillverkning av bilmodellen EX30.

I VCG finns även där en centraliserad plats för övervakning med överblick över SCADA-skärmar samt kameror som är utspridda i fabriken. Kontrollrummet är placerat på tredje våningen, där det är en person per skift som jobbar med övervakning och styrning. Man arbetar i 3-skift och övervakar två byggnader som tillhör målerifabriken, GB1 och GB2, med hjälp av HMI från WinCC.

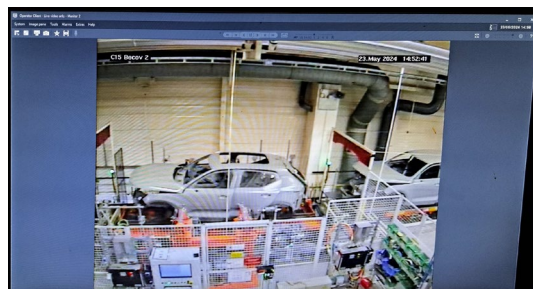


Figur 36. Kontrollrum Gent

Här finns totalt 11 skärmar, 4 tangentbord och 5 datormöss. Borden är inte höj- eller sänkbara. Längst fram finns två stora skärmar med ett dussintal kamerabilder. Det finns 2 skärmar längst till vänster på skrivbordet som används för att justera kamerainställningar så att de anpassas till de större främre skärmarna. I mitten finns en skärm för temperaturövervakning av ugnar, de 2 skärmarna i mitten är för SCADA och den lilla skärmen ovanför SCADA-skärmen är för personliga anteckningar. De 3 skärmarna längst till höger är för produktionsstyrning och administrativt arbete samt för sporadisk och temporär loggning vid behov.

När en produktionsstörning uppstår får kontrollrumsoperatören larm som visas i larmlistan i SCADA. Larmen dyker upp både som ljus- och ljudsignal, där kontrollrumsoperatören behöver kvittera larmen. Kontrollrummet ansvarar för att upptäcka produktionsstopp genom

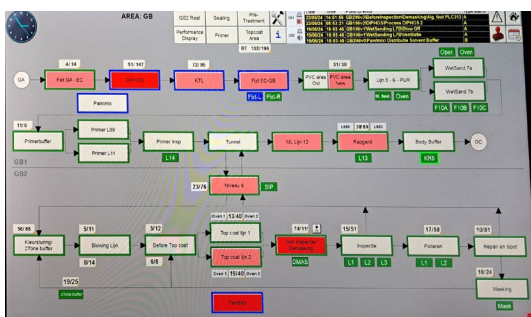
att övervaka produktionsflödet och uppmärksamma när bilar inte rör sig i förväntad takt. Kontrollrumsoperatören skapar däremot inte arbetsorder, utan det sköter underhållsteknikerna själva.



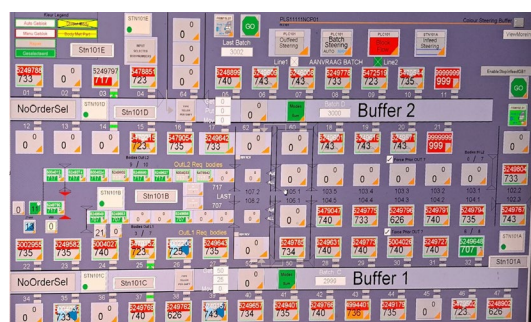
Figur 37-38. Kamerabilder över produktionsprocesser och karosser

Kontrollrumsoperatören i VCG har möjlighet att ta hjälp av en mängd olika kamerabilder för att kontrollera och stämma av avvikelser. När en produktionsstörning uppstår, dyker larmen upp på SCADA-skärmarna, både som ljus- och ljudsignal för A- och B-larm, där kontrollrumsoperatören behöver kvittera larmen.

I VCG är larmmeddelanden programmerade i PLC, på så sätt att akuta larm (A-, larm, B-larm, C-larm) automatiskt skickas direkt till underhållsteknikerna, som får ett sms-larm på sin arbetstelefon och de skapar då sina egna arbetsordrar. Det kan hända att en produktionsstörning uppstår utan att en larmsignal fås. Detta är dock sällsynt, eftersom utredningar görs för att säkerhetsställa att falska larm åtgärdas och att systemet ska fungera bättre i framtiden. I VCG arbetar man med att automatisera de flesta funktioner i kontrollrummet för att uppnå ett automatiserat system och ett decentraliserat kontrollrum, utan människans roll i kontrollrummet.

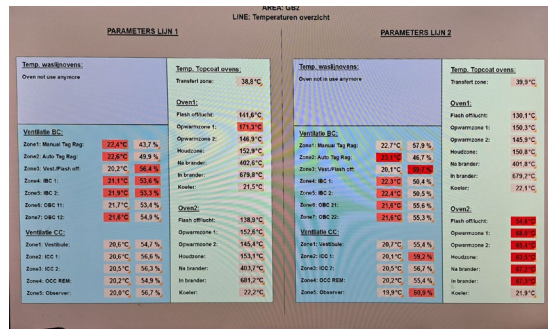


Figur 39. HMI från Siemens WinCC



Figur 40. HMI från Siemens WinCC

Figur 39 visar HMI som gäller för hela målerifabriken medan HMI i figur 40 visar buffert för måleristyrning före grundlack. Det är en grafisk översikt över produktionen med antal bilar i varje zon. Zonerna är färgkodade med olika färger och betydelse för rektangelns ram såväl som för själva rektangeln som säger något om produktionslinan (till exempel linjen är stoppad med tekniska problem, linjen körs med tekniska problem, inte tillräckligt många bilar på linjen, bufferten är full etc.).



Figur 41. HMI över ugnars temperatur och luftfuktighet i täcklacksområdet

## 5.5 Extern Benchmarking

Nedan följer benchmarking mot kontrollrum i andra företag än Volvo Cars. I dessa företag kan kontrollrummen skilja sig väsentligt från kontrollrummet i Volvo Cars målerifabrik. Nedan följer ett antal olika företag som har besökts: ABB i Borås, Nouryon i Stenungsund, Södra i Värö samt Eskilstuna Energi och Miljö.

### 5.5.1 ABB

ABB är ett globalt industriföretag inom elektrifiering och automation och har bland annat en kontrollrums-avdelning, där de utvecklar olika typer av kontrollrum till olika industrier. De erbjuder kontrollrumslösningar till olika företag och har arbetat med allt ifrån tågverksamhet till polismyndigheter med cirka 100 projekt årligen. ABB har ett stort produktsortiment för kontrollrum, där de kan skraddarsy lösningar efter ett företags behov och önskemål.

Företaget kan designa operatörsarbetsplatser, men också renovera och uppgradera befintliga kontrollrum. De erbjuder leverans av koncept alltifrån problemutredning och förstudier till designutförning, beställning, leverans, montering och uppföljning. ABB har även möjlighet att rita förslag på nya och gamla kontrollrum så att alla arbetsroller kan få plats. De betonar vikten av användarvänlighet och ett helhetstänk. Deras filosofi är att tekniken ska utvecklas efter människan och inte tvärtom, det vill säga människan ska inte anpassa sig efter tekniken, utan tekniken ska anpassas till människan.

ABB genomför datainsamling genom frågeformulär, bildinsamling från ett företags kontrollrum och organisering av workshops på plats. Arbetsprocessen bygger på kontrollrumsstandarden ISO 11064 och består av fyra olika delprocesser: datainsamling, analysering, iterativ design och slutligen leverans. Under besöket betonades att arbetet med ett kontrollrums arbetsmiljö bör vara en iterativ process som är följsam och anpassningsbar och inte ett arbete som görs en gång och sedan är saken löst för all framtid.

En iterativ process resulterar i ett antal analyseringsloopar som ABB arbetar vidare med. De skapar ett collage av idéer och olika designlösningar, där koncepten itereras och bearbetas fram innan man landar i en färdig design som levereras till kunden. ABB levererar den

kompleta designen av kontrollrummet med två modeller, en i 2D och en i 3D, samt en lista på utrustning och möbler för det nya kontrollrummet.

ABB i Borås har operatörsbord som ställs ut och visas med ett antal olika koncept och funktioner. Operatörsbordet nedan, i figur 40, heter EOW (*Extended Operator Workplace*) och finns utställt på ABB som demoversion. Detta kontrollrum används är ett av de större som ABB erbjuder och används exempelvis i oljeraffinaderier.



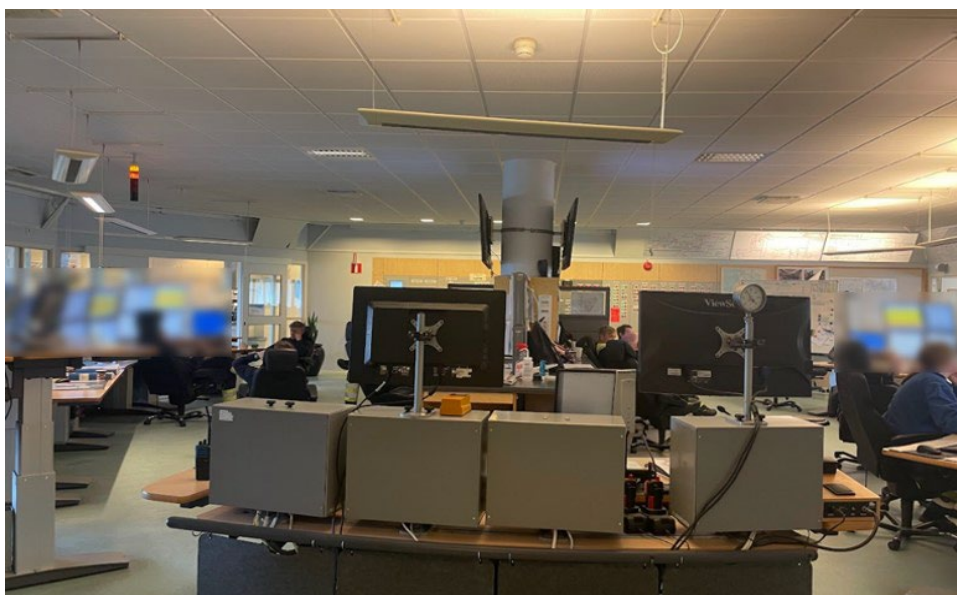
Figur 42. Kontrollrum "Extended Operator Workplace" från ABB

Operatörens arbetsplats består av ett robust skrivbord på två tjocka pelare med inbyggda motorer för att justera positionen beroende på operatörens önskemål. Datorskärmarna kan höjas, sänkas och vinklas så att operatören alltid kan ha skärmarna i ögonhöjd. Alla datorskrämar är sammanlänkade med ett tangentbord och en dattormus, vilket möjliggör effektiv navigering och förflyttning av muspekaren över ett dussintal skärmar. Denna funktion underlättar och gör kontroll och styrning av datorsystemet enkelt, minimalistiskt och mer användarvänligt, jämfört med till exempel en dattormus för varje skärm.

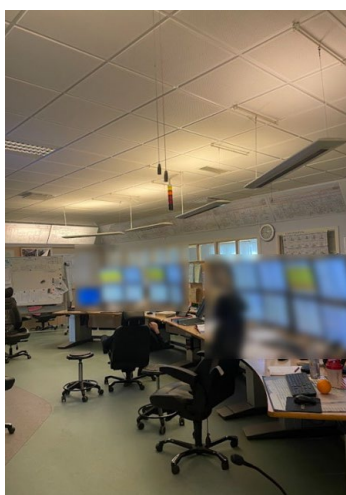
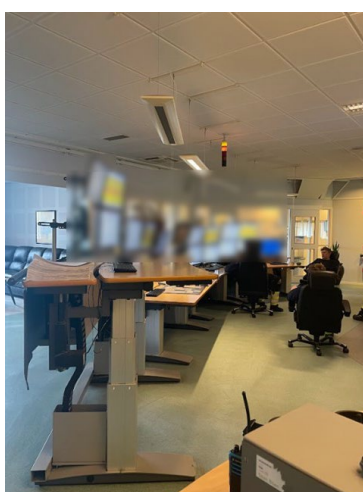
Exempel på andra funktioner som fanns tillgängliga med fokus på ergonomi är en ljuddusch vid kontrollpanelen, som hindrar påverkan av omgivande ljud och buller så att ljudnivån hålls på en behaglig nivå i operatörens arbetsområde. Detta har stor betydelse när det finns flera operatörer som arbetar samtidigt i samma rum. En annan funktion som finns tillgänglig är en personlig tag eller bricka som automatiskt anpassar personliga inställningar såsom bordshöjd, skärmhöjd, belysningsstyrka, färgtemperatur och andra individuella preferenser, vilket möjliggör en personlig, användaranpassad och god ergonomi.

## 5.5.2 Nouryon

Nouryon är ett globalt kemiföretag som finns i ett 80-tal länder. Ett besök gjordes i deras produktion i Stenungsund, där de tillverkar etylenoxid (EO) och diverse aminer (AMIN), det vill säga, kemikalier som används i slutprodukter såsom rengöringsprodukter, färg, hygienartiklar, livsmedel, läkemedel och byggmaterial. EO-fabriken och AMIN-fabriken har ett delat kontrollrum. AMIN-fabrikens arbetslag jobbar på vänster sida medan EO-fabrikens arbetslag jobbar på höger sida. Man jobbar 5-skift, där ett skift varar i 12 timmar. På varje skift arbetar cirka 12 personer, med ungefär hälften i varje lag. En person har rollen som produktionsledare och leder laget.



Figur 43. Kontrollrummet på Nouryon



Figur 44-46. Kontrollrummet, vänster respektive höger sida, samt nödlägesbordet

Vid nödlägesbordet tas inkomna samtal om hand som rör inpasseringssystem, skador och olyckor. Det finns även möjlighet för fjärrstyrning av brandvattenkanoner och att utlösa internlarm, såväl som brand- och gaslarm. Vid bordet finns dokumentation, rutiner och översiktsskator över anläggningen för att underlätta effektiv hantering av arbetsuppgifter.

Operatörerna är i stort sett nöjda med arbetsmiljön. De lyfter en sak som kan bli bättre, ljudisoleringen i kontrollrummet. När ett larm utlöses för det ena arbetslaget kan det bli mycket oväsen för det andra på grund av att det är en öppen planlösning, där många arbetar tillsammans.

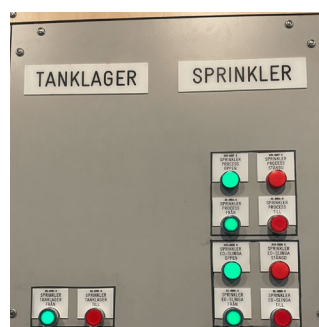


Figur 47. HMI från Emerson, Delta V



Figur 48. Kamerabild

När det gäller SCADA hade man tidigare en mörk bakgrundsbild, men man ändrade den till ljusgul för att främja en bättre kognitiv ergonomi och en behagligare översikt för operatörerna. Det finns dussintals kameror utplacerade på fabriksområdet, varav några blickar ut över varje produktionsdel. Kamerorna gör det möjligt att ändra kameravinkel och zooma in. Operatören kan välja mellan olika kameravyer i en lista och använda varje kamera för att få en överblick med möjlighet att zooma in och ut. Dessa kameror ger kontrollrummet bra bilder över produktion av både etylenoxid och aminererna, in- och utlager och andra produktionsområden.



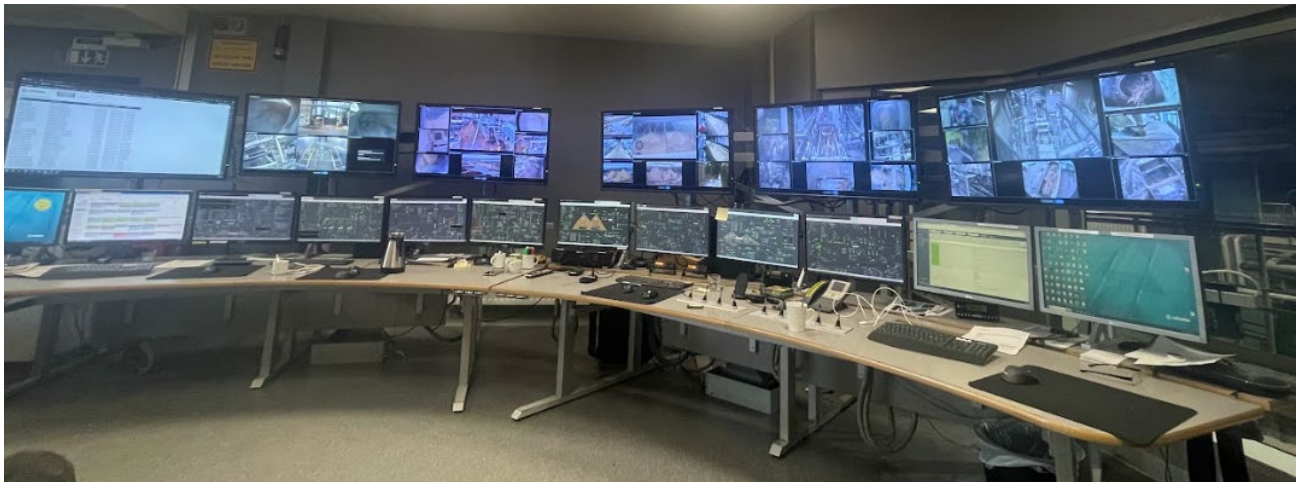
Figur 49-50. Diverse utlösningknappar för styrning

Nouryon har en del utlösningknappar av olika slag, som kan stoppa och stänga processerna vid nödsituationer. Några knappar är kopplade för att aktivera sprinklersystemet, där sprinklers sprider ut saltvatten för att släcka eventuella bränder, men de kan också användas för att neutralisera och späda ut kemiska reaktioner och på så vis minska faran.

### 5.5.3 Södra Cell, Värö

Ett besök gjordes på Södra Cell i Värö, som är ett pappersmassabruk. Det är beläget ca 6 mil söder om Göteborg. Företaget är en av världens största barmassafabriker och har en kapacitet på 760 000 ton per år. Massaved är det rundvirke som ska användas till pappers-, textil- eller marknads massa. Södra Cell i Värö består av ett massabruk, sågverk och KLT (korslimmat trä). Utöver det är företaget också en grön energileverantör med en årlig elproduktion på 1,6 TWh.

Ett besök gjordes i renseriets manöverrum, som är ett av fyra kontrollrum. Processen i fabriken styrs och övervakas från kontrollrum av processtekniker. På Södra Cell kallar de sitt kontrollrum för manöverrum och de som övervakar för processtekniker. Manöverrummet är placerat i fabriken, där processteknikerna arbetar i 6-skift, dygnet runt, alla dagar om året. Det är alltid två personer som arbetar samtidigt.



*Figur 51. Kontrollrummet på Södra Cell*

Manöverrummet består av 6 övre större skärmar och 12 nedre skärmar. Manöverrummet gjordes om och renoverades 2016 för att anpassas för nya bord, fler skärmar och mer personal i samband med en expansion. Layouten på våningsplanet förändrades med mindre kontor, utbyggnad av kök, flytt av konferensrum och större kapprum. Styrsystemet är från ABB, medan borden köptes in separat, för att kunna anpassas efter varje avdelning och upplägg med skärmar och spakar. Borden är höj- och sänkbara och har god ergonomi då samtliga går att justera separat.

Det finns ett stort antal kamerabilder till hjälp och stöd för processteknikerna. Totalt finns minst 37 kamerabilder uppsatta av Södras IT-avdelning, fördelade över de 5 övre, större skärmarna. De nedre skärmarna visar främst SCADA-displayer kopplade till fabriken maskiner. De flesta processtekniker tycker att arbetsmiljön och övervakningen fungerar bra, men något de pekar på som mindre bra är ventilationen i manöverrummet.



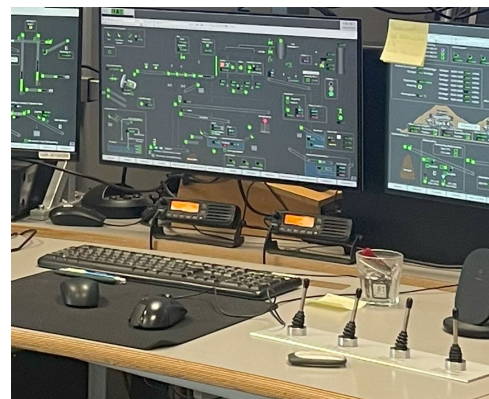


Figur 52. HMI från ABB 800xA

Styrssystemet är från ABB 800xA. Det finns vissa skärmar med annan SCADA-uppdatering som ser lite annorlunda ut, men skillnaden är knappt märkbar och över lag följer alla HMI samma grafiska gränssnitt.



Figur 53. 360-Kamerabild



Figur 54. Styrspakar

Kamerorna har utomordentligt bra bildkvalitet och visar detaljer med mycket hög upplösning, detaljrikedom och bra kontrast. Vissa kan roteras 360 grader, vilket gör att man kan visa flera områden samtidigt. Om det förekommer en större avvikelse har Södra Cell styrspakar som kan stanna och manövrera delar av driften för att förhindra eller avhjälpa eventuella driftsstörningar.

#### 5.5.4 Eskilstuna Strängnäs Energi och Miljö

Eskilstuna Strängnäs Energi och Miljö (ESEM) är ett kommunalägt bolag som levererar energi och miljölösningar. ESEM ansvarar för driften på affärsområdet energi, vilket omfattar produktion för biogas, el och fjärrvärme. Produktionen körs enligt produktionsplaner för de olika produktionsanläggningarna. Kontrollrummet är placerat vid kraftvärmeverket, där skiftlag arbetar i 6-skift, dygnet runt, alla dagar om året. Totalt arbetar ungefär 25 personer med olika ansvarsområden och arbetsroller i kontrollrummets lokaler och tre personer arbetar i varje skiftlag med olika arbetsuppgifter.

Operatören för kontrollrummet kallas kontrollrumstekniker och samarbetar med driftstekniker och driftsledare. Kontrollrummet som hanterar övervakningen ansvarar för att både stoppa produktion vid akuta problem och skicka ut arbetstillstånd till driftstekniker för att lösa problemen. Ett problem eller en avvikelse som uppstår dyker upp i övervakningssystemet, tillsammans med en ljudsignal, och driftsledaren utfärdar ett arbetstillstånd. Personalen i kontrollrummet ansvarar också för att dokumentera planerade och oplanerade produktionsavbrott och skickar också ut felanmälan med anledning av avvikelsen.

Kontrollrummet byggdes 2001 och hade inte förändrats eller uppdaterats på länge. Personalen i kontrollrummet hade kommit till insikten att det behövdes en förändring. Kontrollrummet var omodernt och det fanns ingen tanke på ergonomi eller rummets utformning. Detta blev tydligt när man införde nya system eller funktioner, då skärmar placerades på lediga ytor utan att någon tog ansvar eller tänkte på helheten med kontrollrummet. Det var vanligt när man bytte styrsystem att man kopplade in ett nytt tangentbord och satte upp en ny skärm.

Avsaknaden av ett helhetstänk resulterade i en ganska dålig arbetssituation, och i slutet - innan man byggde om - hade man vid ett operatörsbord 7 tangentbord med 7 datormusar. Detta ledde ofta till daglig frustration när man använde fel tangentbord eller mus och inte kunde navigera till rätt datorskärm. Dessutom var det framför allt slitage som gjorde att arbetsplatsen såg omodern ut. Eftersom man arbetar dygnet runt, 365 dagar om året, blir det större slitage på alltifrån stolar och tangentbord till faciliteter som kök och toaletter. Ett problem var att det inte fanns någon tanke på hur man skulle organisera eller förändra det och att ingen tog tag i det arbetet.

En driftsledare lyfte idén om förbättring till ledningen. Man beslutade då att ta med detta i budgeten, och ombyggnation och förbättring av ergonomin och arbetsmiljön genomfördes under sommaren 2023. Den budget som fanns tilldelad höll inte, eftersom man ursprungligen hade tänkt sig enklare åtgärder, som att lägga på ny målarfärg och nya bordsskivor. Men operatörerna insisterade på att de inte bara ville få lite ytskiktsförändring utan att man måste ta kontrollrummet till en ny nivå. Det är ett stort projekt att dra igång – och inte heller lätt – eftersom produktionen måste fortgå samtidigt som en uppdatering sker med ombyggnationen. Till en början försökte de anställda tänka själva men insåg snart att de var fast i sina gamla tankemönster och inte tänkte utanför boxen. Många av de äldre såg inte problemet och undrade varför något behövde förändras, eftersom de var vana vid det nuvarande systemet och

kände sig bekväma med det. De nya medarbetarna såg däremot på situationen med fräscha ögon och insåg hur ologiskt och ineffektivt systemet var.

Man insåg att det var för svårt att själva utföra ombyggnationen och att därför extern hjälp behövdes. Eftersom det är många som arbetar i kontrollrummet är det viktigt att det fungerar för alla. Man tog kontakt med olika leverantörer tidigt i processen och valde att ta hjälp av ABB för att utforma det nya kontrollrummet. Två personer från ESEM, en driftsledare och en kontrollrumstekniker, hade huvudansvaret för projektet och arbetade tillsammans med ABB med förstudieplaneringen och rumsgestaltningen. Personalen fick gå runt med specialister från ABB för att genomföra en förstudie, planering och design.

ABB skapade ett antal koncept med en genomtänkt och bra ergonomisk design för kontrollrummet. Man bestämde sig för att presentera ett litet antal förslag för alla involverade och de fick säga vad de tyckte. Sedan presenterades 3D-bilder på de slutgiltiga förslagen för övrig kontrollrumspersonal. Efter att ha fått en förhandsvisning insåg man att vissa saker behövde justeras. Man arbetade iterativt, fram och tillbaka, för att få till en bra design. Det var viktigt att tänka på alltifrån möbler och förvaring, flödet i rummet – hur man rör sig in och ut ur lokalerna – till omklädningsrummet, köket och pannhallarna. De två ansvariga för projektet valde ut de bästa förslagen och tog med dem till kollegor för att de skulle få välja och tycka till. Det var viktigt att alla skulle vara delaktiga och att den slutgiltiga designen skulle fungera för alla. I oktober 2023 invigde ESEM sitt nya kontrollrum, där rummet gjorts om i sin helhet med en ny kontrollpanel. Personalen är mycket nöjd med resultatet och ombyggnationen.



*Figur 55. Kontrollrummet på ESEM*

## 6. Diskussion

Nedan följer reflektioner och diskussion kring rapportens frågeställningar och metodik. I sista delen diskuteras hur metodiken påverkat resultatet och på vilket sätt de olika metoderna fungerade i projektet.

### 6.1 Vilka problem och begränsningar finns det med den nuvarande arbetsprocessen i kontrollrummet?

Fyra områden har identifierats som generella problemområden eller begränsningar, vilka kommer att diskuteras i detta kapitel: maskin, visualisering, kontrollrummets utformning och arbetsmiljö samt arbetssätt.

#### 6.1.1 Maskin

Det första problemområdet som kan identifieras är den utrustning som används i kontrollrummet. Fiskbensdiagrammets analys visar på problem med att maskinerna inte har tillräckligt med kamerasystem och att SCADA-programmen kan ge missvisande information. Intervjuanalysen styrker att operatörerna upplever svårigheter att övervaka fabriken med nuvarande utrustning och att information om stopp inte levereras till kontrollrummet i minst hälften av fallen.

Bohgård m.fl. (2015) skriver att människa-maskinsystem behöver innehålla rätt, korrekt och fungerande funktionalitet för att vara välfungerande. Konsekvensen av att en fungerande funktionalitet saknas är att det kan ta längre tid innan varsel om ett stopp går ut och att företagets produktion blir försenad.

#### 6.1.2 Visualisering

Att ge rätt information i rätt tid är A och O i ett arbete i kontrollrum. Resultaten från studiens fiskbensdiagram, 5-varför och intervjuer indikerar att utformningen av TB2:s SCADA-system och skillnaderna mellan kontrollrummets visuella gränssnitt gör det svårare att läsa av och förstå systemet.

Att TB2-bildens gränssnitt är anpassad till TA-fabrikens kontrollrum styrker det resultat som Bligård m.fl. (2008) kom fram till, nämligen att människa-maskinsystem och kontrollrum i sin helhet måste vara anpassade till arbetsuppgifterna och användarnas förmågor. Resultaten från Bligårds m.fl. (2008) studie överensstämmer också med det resultat som Danielsson (2001) och Prevent (2024) presenterat; att inte anpassa tekniken utifrån människors förmågor leder till lägre effektivitet vid övervakning, ökar risken för misstag, försämrar koncentrationen och kan leda till att en användare glömmar eller blandar ihop saker.

### **6.1.3 Kontrollrummets utformning och arbetsmiljö**

I resultatet från fiskbensdiagrammet baserat på observationer framkom att kontrollrummet har arbetsmiljörelaterade problem i form av hög arbetsbelastning, få möjligheter att ta pauser samt dålig belysning och ventilation. Problemen med för hög arbetsbelastning bekräftas i intervjuerna, där det framkom att belastningen varierar mellan perioder med få eller inga larm och intensiva perioder med många larm i följd. Resultaten från denna studie tycks också överensstämma med Danielssons (2001) forskning, som säger att under långa monotona arbetsperioder ökar risken för att personalen tappar fokus och får försämrad uppmärksamhet. Det är därför troligt att personalen har försämrat fokus redan innan många larm i följd inträffar och på det viset presterar sämre.

Det befintliga ventilationssystemet tycks inte fungera tillräckligt bra för att ge bra luftutbyte och temperaturreglering. Detta påverkar personalen negativt så att förmågan att koncentrera sig på arbetsuppgiften blir försvagad. Ivergård och Hunt (2008) poängterar att om temperaturen i arbetsrummet blir för hög eller för låg kan det upplevas som obekvämt och därmed minska en arbetares mentala förmåga. Ytterligare besvär som omnämndes i intervjuerna är att belysningen kan vara bländande och leda till huvudvärk. Det kan antas att starkare ljus behövs för att äldre kontrollrumsoperatörer ska kunna se, medan yngre operatörer blir bländade av ljuset.

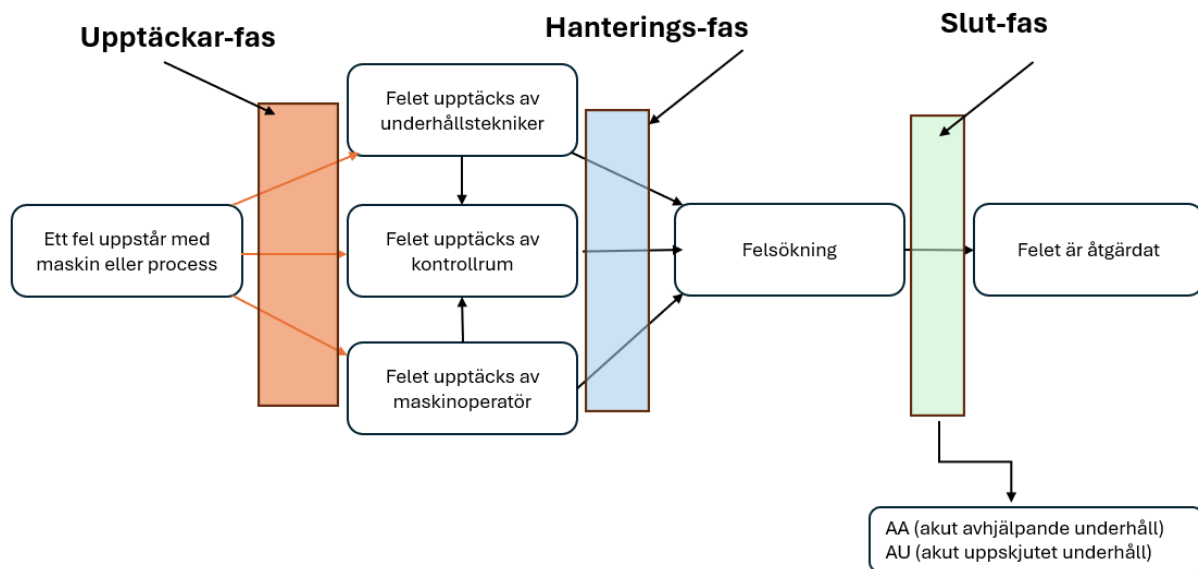
Exempel på riktlinjer för ventilation och belysning är att vid allmänna ytor i kontrollrum bör den minsta belysningsstyrkan vara 300 lux enligt SS-EN 12464-1 (SIS, 2021). Det är här viktigt att beakta alla former av ljuskällor för att uppnå god belysningsstyrka i kontrollrummet. När det gäller ventilationssystemet krävs, enligt Arbetsmiljöverkets föreskrifter gällande stillasittande arbete inomhus (AFS 2020:1), en lufttillförsel via ventilationssystemet på minst 7 liter uteluft per sekund och operatör.

### **6.1.4 Arbetssättet**

Några av de svar som framkom i analysen av intervjuerna gällde det splittrade arbetssättet och avsaknaden av ett standardiserat arbetssätt i kontrollrummet. De olika arbetssätten mellan skiften tyder på att visionen om hur kontrollrummet ska fungera inte delas av alla kontrollrumsoperatörer och chefer i organisationen. Dessa fenomen belyses i Wallenholm och Granbergs (2021) bok, där de tar upp att tveksamhet till organisationsledningens vision och framgångsfaktorer är en ny utmaning för framtidens förändringsarbete. Vad som framkommit av intervjun är att beslut kommit från högsta ledningen om vilka standarder som bör gälla för hela målerifabriken. Studier såsom de utförda av Beer och Nohria (2008) och Kotter (2007) visar på att många förändringsinitiativ misslyckas på grund av bristande kunskap gällande just förändringsledning. Ägandeskapet av kontrollrummet har framkommit i fiskbensdiagrammet som ytterligare en begränsning av förbättringsarbetet. Utan större befogenheter, mandat, budgetansvar eller inflytande begränsas omfattningen av de förändringar som kan implementeras i kontrollrummet. Detta är problematiskt med tanke på att flera problem förekommer i kontrollrummet, vilka beskrivits ovan i diskussionen.

## 6.2 Hur kan man hantera produktionsstörningar i ett kontrollrum på ett bättre sätt och minska produktionsstoppen?

För att i tid kunna upptäcka produktionsstörningar i en kontrollrumsmiljö är det viktigt att försöka arbeta med att minska reaktionstiden. Det vill säga, tiden i ”upptäckar-fasen”, som är från det att ett produktionsstopp inträffar med en maskin eller process, till dess att det upptäcks av kontrollrummets operatörer.



Figur 56. Schematisk bild från det att en produktionsstörning inträffar till dess att den har åtgärdats

Figuren synliggör var produktionsstörningarna finns och illustrerar kontrollrummets roll i en produktionsstörning samt var man bör arbeta mot att reducera dessa störningar. Detta hade förmodligen motiverat att reducera tiden i samtliga kategorier och kategorisera de områden/processer i TB som har det största antalet produktionsstörningar. Hade man kunnat kvantifiera hur mycket tid man tappar i produktionsstopp på grund av systemfel, såsom falska larm eller att SCADA inte visar larm, då hade man också kunnat finna rotorsakerna.

Att upptäcka produktionsstörningar med övervakningssystemen har visat sig vara ett av de större problemen i kontrollrummet, eftersom det framkommit att med nuvarande system utlöses inte larm för vissa stopp i fabriken. Rimligtvis kan det bero på att inte alla möjliga tänkbara produktionsstörningar har analyserats och kodats för att kunna visualiseras i kontrollrummets övervakningssystem. För att kunna identifiera produktionsstörningar som inte upptäckts är det viktigt att samla in data och rapportera om avvikelser för analys av kontrollrummets övervakningssystem. Bligård m.fl. (2008) menar att kontinuerliga loggstudier av drifttillgänglighet och larndata kan användas för sådan bedömning och verifiering. Data från avvikelserrapporter som rör hur kontrollrummet presterar måste också vägas in, eftersom rapporterna pekar på händelser som inte får eller inte ska inträffa.

Resultatet från 5-varför metoden visade att rotorsaken till att skärmbilderna i kontrollrummet är svårtolkade är att kontrollrumsoperatörerna inte varit helt involverade i design- och utvecklingsfaserna. Eftersom skärmbilderna är svårtolkade tar det längre tid att upptäcka produktionsstörningar. Antalet produktionsstörningar hade kunnat minska genom att stärka samarbetet med Volvo Cars systemutvecklare. Genom ett tätare samarbete med systemutvecklare kan kontrollrumsoperatörernas synpunkter och erfarenheter användas vid utvärdering av nuvarande lösningar. Detta är av stor vikt för att kunna utforma skärmbilder efter operatörens behov, såsom beskrivs i ISO 11064-1 (SIS, 2001).

Skärmbildernas gränssnitt för färgkodning bör också vara detsamma för alla skärmbilder, på samma sätt som i kontrollrummet i Volvo Cars TA-fabrik och Södra Cell i Värö. Där är gränssnittet kodat utifrån fabriken förutsättningar. Dessutom följer alla skärmbilder samma färgkodning, vilket underlättar för operatörerna att avgöra vilken typ av produktionsstörning som inträffat. För att kunna göra gränssnittet ännu tydligare för kontrollrumsoperatörer så att de snabbare kan upptäcka larm, bör färgkodning användas sparsamt och konsekvent, såsom Bligård m.fl. (2008) förespråkar.

För att kunna upptäcka produktionsstörningar i en så stor fabrik som TB behöver informationsgapen i övervakningen överbryggas med överlappande övervakningssystem som visar hela fabriken produktion. Det finns delar ute i produktionen som skulle gynnas av extra övervakning, såsom hissarna, där det framkom i intervjuerna att skids kan fastna utan att något larm utlöses. Genom att införskaffa flera kamerasytem för andra platser i fabriken får kontrollrummet bättre förutsättningar att kunna identifiera var driftsstörningar inträffar och effektivisera hanteringen av produktionsstopp. Processindustrier såsom Nouryon och Södra använder sig av flera kamerabilder för att lättare kunna övervaka de delar av processerna där inga operatörer finns i fabriken och på så vis säkerhetsställa att ingen del är utan bevakning.

För att övervaka produktionen och upptäcka produktionsstörningar i kontrollrummet används främst hjälpmedel som SCADA, larmsystem, kamerasytem och MPM. Det saknas däremot en fullständig skriftlig beskrivning av hur övervakningssystemen ska användas samt en skriftlig åtgärdsplan för vad en kontrollrumsoperatör ska göra när ett larm flaggas. Produktionsstopp kan därför inträffa utan att operatören varken ser eller vet om vad han eller hon ska göra i en sådan situation eller hur situationen ska hanteras på ett korrekt sätt enligt Volvos standard. Det saknas även en samsyn mellan produktion och underhåll – liksom även högre upp i ledningen och de avdelningar där man utformar systemdesignen – rörande vilken utrustning och information kontrollrumsoperatören främst ska övervaka och förlita sig på. En förankrad syn och dokumentation hade skapat ett standardiserat arbete för kontrollrumsoperatörerna liksom för avlösare och nyanställda. Om man hade gjort saker på ett likadant och välinformerat sätt hade en produktionsstörning kunnat upptäckas enklare och snabbare.

Arbetsmiljön i TB:s kontrollrum har inte genomgått några mer omfattande förändringar. I stället har man arbetat med detta när tid och resurser har funnits, det vill säga arbetet har inte haft en hög prioritet hos ledningen. Den fysiska arbetsmiljön påverkar kontrollrumsoperatörens koncentrationsförmåga och förmåga att fokusera på att upptäcka och hantera de produktionsstörningar som visas i kontrollrummet.

Resultatet från 5-varför metoden var att det saknas insikt om ergonomins stora påverkan på operatörernas prestationsförmåga. Detta kan jämföras med ESEM, där man lyckats koppla arbetsmiljöarbete till ökad produktivitet och visa hur ett sådant arbete påverkar kontrollrummets förmåga att hantera produktionsstopp. En åtgärd bör därför vara att belysa kopplingen mellan ekonomi och ergonomi genom en kostnad-nytta-analys. I framtida undersökningar skulle det kunna vara möjligt att tydliggöra denna koppling mellan ekonomi och ergonomi för kontrollrum. Om det visar sig svårt att utveckla och designa kontrollrummets arbetsmiljö är en lösning att anlita hjälp utifrån. Här är ESEM ett bra exempel, där man anlätade ABB för att utveckla kontrollrumskonceptet.

Splittrade arbetssätt innebär att det är hög risk att produktionsstörningar hanteras på olika sätt och att information om hur problem ska lösas inte sprids i organisationen. För att minska dessa skillnader behöver arbetssätten i kontrollrummet därför definieras med konkreta arbetsmål som är gemensamma för alla arbetslag som jobbar i och omkring kontrollrummet. På så vis möjliggörs hantering av produktionsstörningar på ett välinformerat och korrekt sätt. Jacobsson och Åkerlund (2019) konstaterar att större fokus på informationsdelning underlättar integreringen av ny information och stärker samarbetet gällande förändringsarbete.

Ett ytterligare problem med det nuvarande arbetssättet är att tekniker skickas på larm som de ibland saknar kunskaper för att lösa, vilket innebär att det tar längre tid att åtgärda produktionsstörningar. Detta beror på att kontrollrummets operatörer inte alltid vet vem av teknikerna som kan vad och därför tar det längre tid att finna rätt tekniker till att åtgärda produktionsavvikelsen. För att lösa problemet skulle därför en kompetenslista kunna utformas som anger vilka elektriker och mekaniker för varje skift som kontrollrummet har. En operatör i kontrollrummet kan sedan använda listan för att direkt kontakta den tekniker som har den expertis som behövs och på så vis minska tiden för att åtgärda produktionsstörningar.

Operatörerna uppgav i intervjuerna att de saknar referensmaterial till arbetssättet för kontrollrummet, vilket gör det svårt att förstå hur det ska användas för att underlätta hanteringen av produktionsstörningar. Lösningen skulle därför vara att skapa en gemensam dokumentation av det arbetssätt som ska införas, vilket också skulle underlätta för nya medarbetare att lära sig hantera produktionsstörningar. Wheelan (2005) påpekar i sin bok att de förutsättningar som organisationen ger påverkar direkt personalens effektivitet, vilket stärker argumentet för förbättrad dokumentation. För att etablera ett nytt arbetssätt som standard måste det läras ut över tid och förankras, förslagsvis i form av riktade kurser. Enligt Nilsson m.fl. (2018) behöver man erbjuda möjligheter till lärande i form av strukturerade aktiviteter. För att underlätta inläring av det nya arbetssättet skulle man kunna sätta upp lathundar med standarden inne i kontrollrummet.



### 6.3 Metoddiskussion

I detta projekt användes följande metoder: observationer, intervjuer, litteraturstudier, benchmarking, fiskbensdiagram och 5-varför. Metoder av kvalitativ karaktär valdes framför kvantitativa metoder. Kvalitativa metoder tenderar generellt att leda till en mer nyanserad och djupgående analys och förståelse, vilket var det som eftersträvades. Dessutom fanns inte mycket kvantitativ data från företaget att utgå ifrån.

Observationerna under projektets gång hade stor betydelse för att få mer kunskap om kontrollrum, målerifabriken, produktionsprocesserna och vilka områden som kontrollrummet övervakar, då detta är information som presenteras på skärmarna i kontrollrummet. Dessa observationer skapade en grundläggande förståelse för kontrollrummets funktion och design och låg också till grund för nulägesbeskrivningen och samspelet mellan de olika delfabrikerna i produktionen.

Det finns flera orsaker bakom valet att använda intervjuer i stället för enkäter. En av orsakerna var att respondenterna var få och att en enkät därför inte hade gett samma mängd data. En annan anledning är att intervjuer bidrar till fler nyanser och djupare information jämfört med enkäter. Således bedömdes den kvalitativa metoden vara mest lämplig. Att genomföra intervjuer visade sig dock vara en tidskrävande uppgift, särskilt när det kom till bearbetningsdelen med manuell transkribering och analys av intervjuerna.

Benchmarking är en metod som är fördelaktig för att få en övergripande bild. Den är desto mer givande om företaget vet mer precist vad man är ute efter, då man som forskare har begränsad tid på plats. Resultaten från benchmarking visade att det fanns liknande utmaningar i olika företag och industrier. Detta gav inspiration och förslag på hur man kunde arbeta och utforma ett kontrollrum. Benchmarking har vidare bidragit till större förståelse för implementeringen av designprinciper i kontrollrum.

Benchmarking gjorde det möjligt att dra slutsatser som visar att projektets resultat kan generaliseras och användas av andra industriföretag. Genom att använda benchmarking har man kunnat synliggöra kontrollrum i olika industrier och visa på den direkta relevansen för kontrollrum inom industrin.

När det gäller benchmarkingsmetoden gjordes avgränsningar för att fokusera på specifika delar, såsom larm, SCADA och riktlinjer för utformning av kontrollrummet. Resultaten från metoden är till viss del otydligare än förväntat. Om man hade valt färre och mer specifika jämförelseobjekt hade man fått mer detaljerad data om ett objekt, data som hade kunnat användas för att leverera en mer detaljerad och ingående analys och resultat. För detta projekts syfte var däremot benchmarking med mer generaliserbar data ett bättre alternativ, med tanke på att frågeställningarnas omfattning var större. Med generaliserbar data lyckades man få en bättre helhetsbild. Metoden möjliggjorde jämförelse med resultaten från andra företag.

## 7. Slutsats och rekommendationer

Detta projekt åskådliggör kontrollrum i många branscher och visar på vikten av ett välfungerande system. Projektet utgör ett bidrag till alla industriföretag med kontrollrum och som befinner sig i en förändringsprocess. Resultaten och dokumentet med förbättringsmål kan användas på flera produktionsföretag och tillämpas av olika typer av industrier.

Det finns vissa delar som har särskilt stor betydelse för effektiviteten i ett kontrollrum: utformningen av gränssnitt och larmsystem liksom även den fysiska arbetsmiljön och ergonomin. För att kunna driva en lyckad förändringsprocess är även organisationsbiten och ledarskapet väsentliga faktorer.

Under projektets gång har det visat sig att målgruppens kontrollrum har brister när det gäller samtliga betydande faktorer. Arbetet med kontrollrummet har kännetecknats av småsatsningar och "duttande", något som inte gett de önskade effekterna på god arbetsmiljö och inte heller reducerad reaktionstid att upptäcka fel. En större förändring, där man arbetar på ett strukturerat sätt, hade troligtvis varit nödvändig för att uppnå de önskade effekterna.

För att kunna vara en attraktiv och trygg arbetsplats och samtidigt främja prestation, välbefinnande samt undvika belastningsskador och sjukfrånvaro, utgör arbetsmiljö och ergonomi en viktig grund. Med tanke på tidigare bristfälliga försök att implementera förändringar är en rekommendation att överväga att ta stöd och hjälp av en extern leverantör med kompetens inom just kontrollrumsmiljöer. Man kan även ta hjälp av en projektledare, exempelvis en facilitator, som kan agera pådrivare för att processen inte ska stanna av och hjälpa organisationen att nå det gemensamma målet. Genom att ta hjälp utifrån med rätt kompetens visar man att utvecklingsarbetet är viktigt.

En annan viktig rekommendation är att stärka samarbetet mellan kontrollrumsoperatörerna och de som designar och utformar SCADA och larmsystemen. Kontrollrumsoperatörerna behöver involveras i processen i mycket högre grad än som görs idag. Här spelar ledarskap en viktig roll, så att operatörerna såväl som deras närmaste chefer inte blir förbisedda utan får gehör och blir lyssnade på.

Slutsatsen av projektet är att det är fullt möjligt att utforma ett modernare och mer arbetsmiljövänligt kontrollrum, så länge som ett starkt tvärfunktionellt samarbete där slutanvändaren är i fokus.

## 7.1 Förslag på förbättringar

Utifrån resultaten har ett antal konkreta och implementerbara förslag formulerats för att effektivisera kontrollrumsarbetet inom fyra områden:

- a) Skapa en gemensam vision och ett gemensamt arbetssätt för kontrollrummet i målerifabriken.
- b) Förbättra den fysiska arbetsmiljön
- c) Förbättra övervakningssystemen
- d) Genomföra ett kontinuerligt förbättringsarbete

De konkreta förslagen kan ses i bilaga 2.

## 7.2 Vidare forskning

Det finns många intressanta områden inom kontrollrum att vidareutveckla och fördjupa sig inom. Baserat på studiens resultat är en rekommendation att forska vidare inom design och utformning av gränssnitt och larmsystem i kontrollrum. Dessa områden har visat sig ha stor betydelse för effektiviteten och tillförlitligheten i kontrollrum.

Ett annat intressant forskningsområde är att genomföra mätningar av reaktionstid och ta fram nyckeltal för kontrollrum, för uppföljning av prestanda och systemtillförlitlighet. Många produktionsstörningar hade kunnat minskas, men för detta behöver mer data samlas in.

Ytterligare ett område är utvärdering av ett centraliserat och ett decentraliserat kontrollrum och söka svar på varför vissa verksamheter väljer ett centraliserat och andra ett decentraliserat kontrollrum. Man skulle kunna undersöka vilka faktorer som påverkar detta beslut och vilken kontrollrumstyp som är mest effektiv och säker.

Ett sista forskningsområde som rekommenderas är utvärdering av IT-projekt relaterat till kontrollrum. En sådan utvärdering skulle kunna belysa hur process- och förändringsarbetet genomförts med avseende på det tvärfunktionella samarbetet, beslutsfattandet samt effekten av dessa.

## 8. Referenser

AFS 1998:5. *Arbete vid bildskärm: Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter om arbete vid bildskärm samt allmänna råd om tillämpningen av föreskrifterna*. Arbetsmiljöverket. <https://www.av.se/globalassets/filer/publikationer/foreskrifter/arbete-vid-bildskarm-foreskrifter-afs1998-5.pdf>

AFS 2001:1. *Systematiskt arbetsmiljöarbete: Arbetsmiljöverkets föreskrifter om systematiskt arbetsmiljöarbete och allmänna råd om tillämpningen av föreskrifterna*. Arbetsmiljöverket. [https://www.av.se/globalassets/filer/publikationer/foreskrifter/ursprung/ursprungsafs2001\\_1.pdf](https://www.av.se/globalassets/filer/publikationer/foreskrifter/ursprung/ursprungsafs2001_1.pdf)

AFS 2005:16. *Arbetsmiljöverkets föreskrifter om buller samt allmänna råd om tillämpningen av föreskrifterna*. Arbetsmiljöverket. <https://www.av.se/globalassets/filer/publikationer/foreskrifter/buller-foreskrifter-afs2005-16.pdf>

AFS 2020:1. *Arbetsplatsens utformning*. Arbetsmiljöverket. <https://www.av.se/globalassets/filer/publikationer/foreskrifter/arbetsplatsens-utformning-afs2020-1.pdf>

Alvesson, M. & Sveningsson, S. (2014). *Förändringsarbete i organisationer: om att utveckla företagskulturer*. (2. uppl.). Liber.

Andersen, B. & Pettersen, P-G. (1996). *The benchmarking handbook: step-by-step instructions*. Chapman & Hall.

Arbetsmiljöverket. (2022). *Arbeta med arbetsmiljön*. <https://www.av.se/arbetsmiljoarbete-och-inspektioner/arbeta-med-arbetsmiljon/>

Arbetsmiljöverket. (2023). *Temperatur och klimat*. <https://www.av.se/inomhusmiljo/temperatur-och-klimat/>

Ax, C., Kullvén, H. & Johansson, C. (2021). *Den nya ekonomistyrningen*. (6. uppl.). Liber.

Awbi, H.B. (2003). *Ventilation of Buildings* (2. uppl.). Spon Press. <https://doi.org/10.4324/9780203634479>

Bailey, D., & Wright, E. (2003). *Practical SCADA for Industry*. Newnes.

Beer, M., & Nohria, N. (2000). *Cracking the Code of Change*. Harvard Business Review, 78(3), 133–141.

- Bergman, B., & Klefsjö, B. (2018). *Kvalitet: från behov till användning*. (6. uppl.). Studentlitteratur AB.
- Berlin C., & Adams C. (2017). The Economics of Ergonomics. I Berlin C & Adams C, *Production Ergonomics*. Ubiquity. <https://doi.org/10.5334/bbe.k>
- Bligård, L-O. (2015). *ACD<sup>3</sup> - Utvecklingsprocessen ur ett människa-maskinperspektiv* (Rapportnr. 96). Chalmers tekniska högskola. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1954.4400>
- Bligård, L-O., Andersson, J., Thunberg, A., & Osvalder, A-L. (2008). *MMI-design av systemlösningar i kontrollrum - arbetsprocess för utformning utifrån ett människa-maskin perspektiv*. Värmeforsk Service AB.
- Bohgard, M., Karlsson, S., Lovén, E., Mikaelsson, L-Å., Mårtensson, L., Osvalder, A-L., Rose, L., & Ulfvengren, P. (Red.). (2015). *Arbete och teknik på människans villkor* (3. uppl.). Prevent.
- Boring, R.L., Hugo, J., Richard, M. C., & Dudenhoeffer, D.D. (2005). *SIG: the role of human-computer interaction in next-generation control rooms. CHI EA '05: CHI '05 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, 2033–2034*. <https://doi.org/10.1145/1056808.1057086>
- Bryman, A. (2018). *Samhällsvetenskapliga metoder*. (2. uppl.). Liber.
- Crawford, E. G., Toft, Y., & Kift, R. L. (2014). *Attending to technology adoption in railway control rooms to increase functional resilience*. *Engineering Psychology and Cognitive Ergonomics*, 447–457. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-07515-0\\_45](https://doi.org/10.1007/978-3-319-07515-0_45)
- Danielsson, M. (2001). *Teknisk psykologi*. Natur och kultur.
- Dennis, P. (2007). *Lean Production Simplified: A Plain-Language Guide to the World's Most Powerful Production System* (2. uppl.). Productivity Press.
- Eklöf, M. (2022). *Psykosocial arbetsmiljö: begrepp, bedömning och utveckling* (2. uppl.). Studentlitteratur.
- Falck, A-C., Örtengren, R., & Högberg, D. (2010). *The impact of poor assembly ergonomics on product quality: A cost–benefit analysis in car manufacturing*. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 20(1), 24–41. <https://doi.org/10.1002/hfm.20172>
- García-Alcaraz, J. L. (2017). *Kaizen Planning, Implementing and Controlling*. Springer International Publishing. <https://doi-org.proxy.lib.chalmers.se/10.1007/978-3-319-47747-3>

Gertman, D. I. (2009). *Human factors and data fusion as part of Control Systems Resilience. 2nd Conference on Human System Interactions. 2nd Conference on Human System Interactions, HSI '09, 642-647.* <https://doi.org/10.1109/hsi.2009.5091053>

Google. (2024.). *Karta över fabrikerna i VCT.* Hämtad 23 maj, 2024, från <https://www.google.com/maps/@57.7206167,11.8359449,923m/data=!3m1!1e3?entry=ttu>

Grozdanović, M. (2020). *Interaction between an operator and the control desk at the control room of the railway traffic: A Serbian experience.* *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries, 30(3), 221-234.* <https://doi.org/10.1002/hfm.20835>

Grozdanović, M., & Bijelić, B. (2018). *Ergonomic design of a Railway Traffic Control Room: A Serbian experience.* *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries, 29(1), 95–105.* <https://doi.org/10.1002/hfm.20761>

Hollnagel, E., Woods, D., & Leveson, N. (Red.). (2006). *Resilience engineering: concepts and precepts.* Ashgate Publishing Limited, Aldershot.

Hassall, M., & Lant, P. (2023). *Fundamentals of Risk Management for Process Industry Engineers.* Elsevier.

Ivergård, T., & Hunt, B. (2008). *Handbook of Control Room Design and Ergonomics: A Perspective for the Future (2. uppl.).* Taylor & Francis Group. <https://doi.org/10.1201/9781420064346>

Jacobsen, D.I. (2017). *Hur genomför man undersökningar?: introduktion till samhällsvetenskapliga metoder. (2. uppl.).* Studentlitteratur.

Jacobsson, C., & Åkerlund, M. (2019). *Teamutveckling i teori och praktik.* Natur & kultur.

Johannesson, H., Persson, J-G., & Pettersson, D. (2013). *Produktutveckling: effektiva metoder för konstruktion och design (2 uppl.).* Liber.

Johansson, J., & Abrahamsson, L. (2009). *The good work – A Swedish trade union vision in the Shadow of Lean Production.* *Applied Ergonomics, 40 (2009), 775–780.* <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2008.08.001>

Karlton, A., Karlton, J., Berglund, M., & Eklund, J. (2017). *HTO - A complementary ergonomics approach.* *Applied Ergonomics, 59, 182–190.* <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2016.08.024>

Karlöf, B. (1997). *Benchmarking i verkligheten: de goda förebildernas inspiration till lärande och affärsutveckling.* Svenska Förlaget Liv & Ledarskap.

Kotter, J. P. (2007). *Leading Change: Why Transformation Efforts Fail*. Harvard Business Review, 85(1), 96–103.

Kvale, S., & Brinkmann, S. (2014). *Den Kvalitative forskningsintervjuen* (3. uppl.). Studentlitteratur.

Lehto, M., & Landry, S. (2012). *Introduction to Human Factors and Ergonomics for Engineers* (2.uppl). CRC Press, Taylor & Francis Group.

Levchuk, I., Schäfer, A., Lang, K.-H., Gebhardt, Hj., & Klussmann, A. (2012). *Needs of ergonomic design at control units in production industries*. Institute of Occupational Health, Safety and Ergonomics, 41(1), 1594-1598. <https://doi.org/10.3233/wor-2012-0358-1594>

Li, X., McKee, D. J., Horberry, T., & Powell, M. S. (2011). *The control room operator: The forgotten element in mineral process control*. Minerals Engineering, 24(8), 894–902. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2011.04.001>

Liker, J. K. (2021). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer* (2. uppl.). McGraw Hill.

Lowden, A., & Åkerstedt, T. (2012). *Assessment of a New Dynamic Light Regimen in a Nuclear Power Control Room Without Windows on Quickly Rotating Shiftworkers—Effects on Health, Wakefulness, and Circadian Alignment: A Pilot Study*. Chronobiology International, 29(5), pp.641–649. <http://dx.doi.org/10.3109/07420528.2012.675850>

Lundmark, P. (2012). *Higher Efficiency in Operations Can Be Achieved with More Focus on the Operator*. Nunes, I. L. (red.), Ergonomics - A Systems Approach (ss. 193-210). InTech.

Martinez, E. M., Ponce, P., Macias, I., & Molina, A. (2021). *Automation pyramid as constructor for a complete digital twin, Case study: A didactic manufacturing system*. Sensors, 21(14), 4656. <https://doi.org/10.3390/s21144656>

Mathison, S. (Ed.) (2005). *Encyclopedia of evaluation*. (Vols. 1-0). Sage Publications, Inc., <https://doi.org/10.4135/9781412950558>

Medinilla, Á. (2014). *Agile Kaizen: Managing Continuous Improvement Far Beyond Retrospectives*. Springer. <https://doi-org.proxy.lib.chalmers.se/10.1007/978-3-642-54991-5>

Metodbanken. (26 april, 2018). *Benchmarking*. Hämtad 26 mars 2024 från <https://www.metodbanken.se/post/benchmarking>

Mietkiewicz, J., Abbas, A. N., Amazu, C. W., Baldissone, G., Madsen, A. L., Demichela, M., & Leva, M. C. (2024). *Enhancing Control Room Operator Decision Making*. Processes, 12(2), 328. <https://doi.org/10.3390/pr12020328>

Mohammadian, M., Parsaei, H., Mokarami, H., & Kazemi, R. (2022). *Cognitive demands and mental workload: A field study of the mining control room operators*. *Heliyon*, 8(2). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e08860>

Myndigheten för arbetsmiljökunskap. (2024). *Kognitiv ergonomi*. <https://mynak.se/projekt/kognitiv-ergonomi/>

Nilsson, P., Wallo, A., Rönnqvist, D., & Davidson, B. (2018). *Human resource development - att utveckla individer, grupper och organisationer* (2. uppl.). Studentlitteratur.

Osva, A-L., Andersson, J., Bligård, L-O., & Alm, H. (2011). *Förbättrad arbetsmiljö i kontrollrum genom fokus på ökad människa-maskininteraktion*. Det nya arbetslivet. FALF, forskningskonferensen för arbetslivsforskning, 16-17 juni, Luleå, Sverige. <https://ltu.diva-portal.org/smash/get/diva2:1013163/FULLTEXT01.pdf>

Osva, A-L., Andersson, J., Bligård, L-O., & Colmsjö, A. (2015). *Ergonomic features of control room environments for improved operator comfort and support*. Nordic Ergonomics Society 47th Annual Conference (NES 2015), Lillehammer, Norge

Osva, A-L. (2016). *Tyst kunskap och kompetens – Utveckling av metod för att överföra erfarenheter från processtyrning* (2015:199). Energiforsk AB. <https://energiforskmedia.blob.core.windows.net/media/21212/tyst-kunskap-och-kompetens-utveckling-av-metod-for-att-overfora-erfarenheter-fran-processtyrning-energiforskrappport-2015-199.pdf>

Prevent. (2023). *Vad är arbetsmiljö?*. <https://www.prevent.se/jobba-med-arbetsmiljo/kom-igang/vad-ar-arbetsmiljo/>

Prevent. (2024). *Hjärnvänlig arbetsmiljö*. <https://www.prevent.se/jobba-med-arbetsmiljo/osa/hjarnvanlig-arbetsmiljo/>

Rothenberg, D. H., & Kuch, B. B. (2022). *Control room operator's handbook: At-the-ready control room and operations center guidance*. PennWell Books.

Rubelowitz, S. (2004). *Organisationspsykologi och ledarskap*. (3. uppl.). Studentlitteratur.

SCADA International. (2024). *SCADA systems explained*. <https://scada-international.com/what-is-scada/>

Sederblad, P. (Red.). (2013). *Lean i arbetslivet*. Liber.

Svenska institutet för standarder. (1999). *Ergonomiska krav på kontorsarbete med bildskärmar (VDTs) - Del 5: Arbetsplatsutformning och krav på arbetsställning*. (ISO 9241-5:1998). <https://www.sis.se/produkter/ergonomi-fb23d4ad/ergonomi--manniskasysteminteraktion/sseniso92415/>



- Svenska institutet för standarder. (2001). *Ergonomisk utformning av kontrollrum och relaterade utrymmen – Del 1: Grundläggande principer*. (ISO 11064-1:2000). <https://www.sis.se/produkter/ergonomi-fb23d4ad/ergonomi--manniskasysteminteraktion/sseniso110641/>
- Svenska institutet för standarder. (2002). *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Coding principles for indicators and actuators*. (IEC 60073:2002). <https://www.sis.se/produkter/terminologi-och-dokumentation/fargmarkning/iec600732002/>
- Svenska institutet för standarder. (2004). *Fotografi och grafisk teknik - Färgkodning med utökad tonskala för digital bildlagring, manipulation och utbyte - Del 1: Arkitektur och krav*. (ISO 22028-1:2004, IDT). <https://www.sis.se/produkter/bildteknik-464b1187/fotografi/ovrigt/ssiso2202812004/>
- Svenska institutet för standarder. (2013). *Ergonomisk utformning av kontrollrum och relaterade utrymmen - Del 4: Utformning och dimensionering av arbetsplatser*. (ISO 11064-4:2013). <https://www.sis.se/produkter/ergonomi-fb23d4ad/ergonomi--manniskasysteminteraktion/sseniso1106442013/>
- Svenska institutet för standarder. (2021). *Ljus och belysning – Belysning av arbetsplatser – Del 1: Arbetsplatser inomhus*. (SS-EN 12464-1:2021). <https://www.sis.se/produkter/byggnadsmaterial-och-byggnader/belysning/inomhusbelysning/ss-en-12464-12021-c7ee7e9c/>
- Sveriges kommuner och regioner (2022). *Fysisk arbetsmiljö*. <https://skr.se/skr/arbetsgivarekollektivavtal/arbetsmiljo/fysiskarbetsmiljo.9762.html>
- Ulrich, T. A., Boring, R. L., & Falls, I. (2022). *Beyond control room modernization - nuclear concept of operations development for novel systems using operator-in-the-loop control room simulations*. *Human Factors and Ergonomics Society*, 66(1), 1737–1741. <https://doi.org/10.1177/1071181322661234>
- Wallenholm, H., & Granberg, O. (2021). *Involverande förändringsledning - när förändring förändras*. Studentlitteratur.
- Wheelan, S.A. (2005). *Group processes: a developmental perspective* (2. uppl.). Allyn & Bacon.
- Woods, D. D. (2006). *Resilience Engineering: Redefining the culture of Safety and Risk Management*. *Human Factors and Ergonomics Society Bulletin*, 49(12), 1–3. [https://www.researchgate.net/publication/265290959\\_Resilience\\_Engineering\\_Redefining\\_the\\_Culture\\_of\\_Safety\\_and\\_Risk\\_Management](https://www.researchgate.net/publication/265290959_Resilience_Engineering_Redefining_the_Culture_of_Safety_and_Risk_Management)

# Bilagor

## Bilaga 1: Intervjufrågor för kvalitativ intervju

### Inledande frågor

1. Kan du berätta lite om dig själv och hur länge du har arbetat på Volvo?
2. Kan du beskriva en vanlig arbetsdag för dig?
3. Hur skulle du beskriva Bryggan som arbetsplats?
4. Kan du beskriva de saker som fungerar bäst och varför?
5. Kan du beskriva de saker som fungerar sämst och varför?
6. Vad är viktigt för att du ska kunna göra ett bra jobb?

### Produktionsstopp

7. Kan du beskriva hur du upptäcker produktionsstopp?
8. Hur fungerar samarbetet med de som ska åtgärda problemen?
9. Vad fungerar bra och varför?
10. Vad fungerar mindre bra och varför?
11. Hur mycket kontroll upplever du att du har över det som händer i produktionen?
12. Vilka avvikelser är svårast att upptäcka och varför?
13. Vad behöver bli bättre i Bryggan för att kunna upptäcka produktionsstopp i tid?
14. Kan du ge exempel på driftsstörningar som ni haft som kunde ha hanterats på ett bättre sätt och upptäckts i tid?

### Bildskärmar och gränssnitt

15. Hur bra tycker du att informationen är visualiserad?
16. Är designen och gränssnittet logiskt och begripligt?

### Arbetsmiljö/Ergonomi

17. Hur hade du velat att kontrollrummet såg ut?
18. Finns det något som saknas?
19. Vilka ergonomiska förutsättningar behövs för att du ska göra ett så bra arbete som möjligt?
20. Har det gjorts tidigare förändringar i kontrollrummet och hur?

### Avslutande frågor

21. Vad tycker du är viktigast att implementera eller förändra i Bryggan?
22. Är det något du vill lägga till eller lyfta?

## Bilaga 2: Checklista med förbättringsmål

För att effektivisera kontrollrumsarbetet rekommenderas följande:

### 1. Skapa en gemensam vision och ett gemensamt arbetssätt för kontrollrummet i målerifabriken

- ✓ Definiera kontrollrummets arbetsuppgifter och ansvarsområden. Dokumentera detta skriftligt i form av lathundar inne i kontrollrummet och på intranät.
- ✓ Dokumentera skriftligt hur fel ska upptäckas och hanteras i kontrollrummet. Se till att arbetssättet är förankrat hos samtliga kontrollrumsoperatörer, driftsledare och fabrikschef.
- ✓ Dokumentera skriftligt hur IT-systemen ska användas, tolkas och prioriteras.
- ✓ Använd 5S-metoden för att göra det lättare att organisera arbetsplatsen.
- ✓ Utbilda, lär ut och standardisera arbetssättet.
- ✓ Klarlägga ansvarsområden i fabriken mellan produktionsavdelningen och underhållsavdelningen.
- ✓ Se över kommunikationsvägar mellan kontrollrumsoperatörer och underhållstekniker. Utforma en lista över underhållstekniker och deras kompetens för att stödja att kontrollrummet skickar rätt personal för att åtgärda produktionsstörningar.
- ✓ Skapa ett arbetslag för förändringsarbetet och allokerade en person som har tid och resurser att ansvara för Bryggans långsiktiga förändringsarbete
- ✓ Involvera kontrollrumsoperatörerna i förändringsarbetet

### 2. Förbättra den fysiska arbetsmiljön

- ✓ Inkludera kontrollrummet som arbetsplats i arbetsmiljörundor och i det systematiska arbetsmiljöarbetet med regelbunden uppföljning.
- ✓ Införskaffa nödvändig kompetens och expertis inom arbetsmiljöområdet.
- ✓ Undersöka vilka ergonomiska förbättringar som kan göras med avseende på skärmarbete, såsom skärmarnas storlek, antal och placering.
- ✓ Förbättra ventilationen och belysningen i kontrollrummet.
- ✓ Utvärdera om man ska ha kvar arbetsrummet på sin nuvarande plats eller om en omlokalisering och ett större förbättringsarbete är nödvändigt.
- ✓ Utforma tillsammans en kravspecifikation av operatörernas behov och önskemål för kontrollrummet.
- ✓ Skapa konceptförslag på kontrollrummets design och applicera en iterativ arbetsprocess enligt ISO 11064 för framtagning av ett förbättrat kontrollrum.

### 3. Förbättra övervakningssystemen

- ✓ Utöka antalet kameror och ta hjälp av kontrollrummet gällande vilka områden som har störst behov av övervakning.
- ✓ Undersöka och kontrollera larmsignalens funktion när skids stannar i produktionslinan där kameraövervakning saknas.
- ✓ Förbättra gränssnittet för nya TB2 så att det är snarlikt gränssnittet i TB4, för en mer enhetlig design och effektivare övervakning.
- ✓ Reducera mängden larm till kontrollrumsoperatörerna med sådana som de inte behöver.
- ✓ Se över hanteringen av maskinnummer genom att öka kunskapen hos den produktionspersonal som kontaktar kontrollrummet på grund av maskinfel.
- ✓ Underlätta framtagningen av maskinnummer i displayerna, så att arbetsorder kan läggas snabbare.
- ✓ Undersök möjligheten att ha samma struktur på maskinnummer i nya TB2 som i TB4.

### 4. Kontinuerligt förbättringsarbete

- ✓ Dokumentera tappade minuter på grund av tekniska avvikelser i SCADA, larmsystem och annan utrustning.
- ✓ Utforma en lista över fortlöpande arbeten som behöver förbättras i kontrollrummet för larm och SCADA och utse någon som följer upp och ansvarar för att detta blir gjort.
- ✓ Inkludera kontrollrumsoperatörerna i arbetet med vidareutveckling av kontrollrummet, tillsammans med ingenjörer, driftsledare och andra relevanta intressenter, för att ta vara på deras idéer och kompetens.
- ✓ Stärka det tvärfunktionella samarbetet mellan kontrollrummet och närliggande avdelningar.
- ✓ Kommunicera med öppenhet och transparens gällande förändringsarbeten i kontrollrummet.
- ✓ Stärka kunskapsdelning och kunskapsutbyte genom att fortsätta med kontrollrums-benchmarking internt mellan TA, TB och TC. Men även med andra målerifabriker där processerna är som mest jämförbara.

INSTITUTIONEN FÖR INDUSTRI- OCH MATERIALVETENSKAP

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2024

[www.chalmers.se](http://www.chalmers.se)



**CHALMERS**