

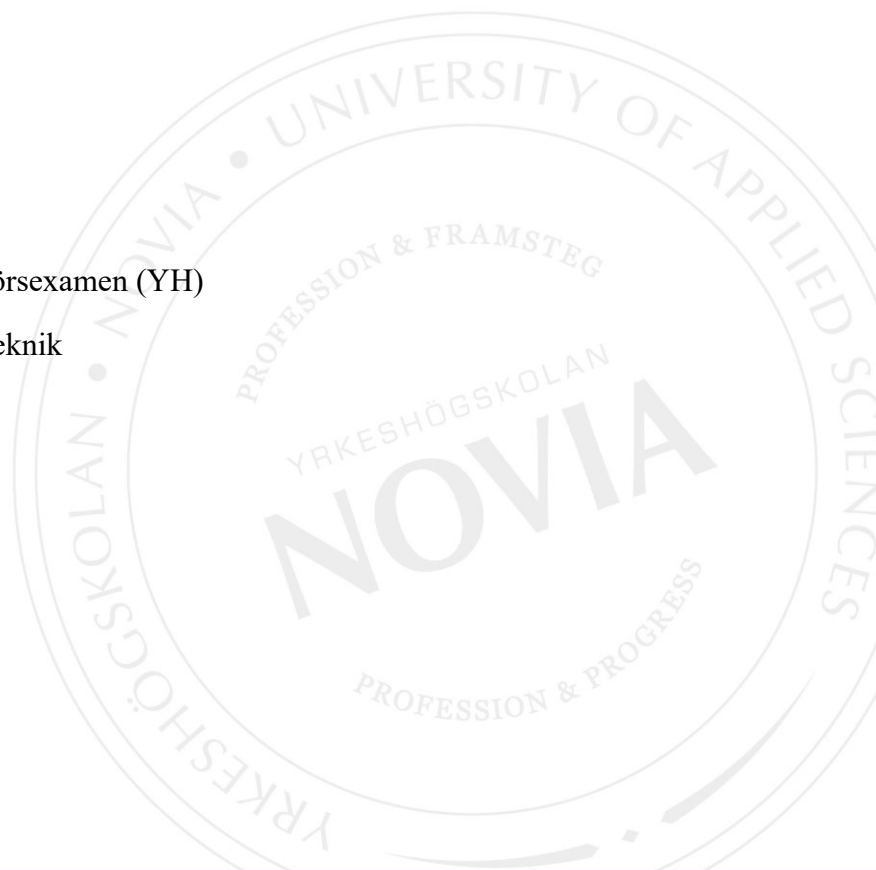
Uppbyggnad av underhållssystem för CNC-bearbetningsmaskiner

Niklas Blomqvist

Examensarbete för ingenjörsexamen (YH)

Maskin- och produktionsteknik

Vasa 2021



EXAMENSARBETE

Författare: Niklas Blomqvist
Utbildning och ort: Maskin- och produktionsteknik, Vasa
Inriktningsalternativ: Maskinkonstruktion
Handledare: Tobias Ekfors, Simon Yliaho

Titel: Uppbyggnad av underhållssystem för CNC-bearbetningsmaskiner

Datum 1.4.2021

Sidantal 31

Abstrakt

Detta examensarbete är utfört åt BS-Metall Ab Oy i Jakobstad. BS-Metall fungerar som underleverantörer inom CNC-bearbetning och är specialiserade på finmekaniska precisionskomponenter.

Syftet med examensarbetet var att skapa systematiska underhållsplaner till produktionsmaskinerna vid BS-Metall. Underhållen är främst tagna från maskinmanualer och underhållssystemet byggdes upp i ett underhållsprogram. Ett passande program söktes under arbetets gång och programmet som valdes var Monitor ERP System.

I examensarbetets teoridel beskrivs den allmänna underhålls uppbyggnaden och maskinerna som underhållsplanerna skall lämpas åt. Allmänna underhållsmetoder som smörjning och mätning tas även upp.

Inom detta arbete beskrivs huvudsakliga underhåll för CNC-maskiner, hur man kan bygga upp ett fungerande underhållssystem i Monitor ERP System och hur detta arbete har framskridit.

Under resultatdelen finns förutom resultatet även en praktisk genomgång av hur det färdig gjorda underhållssystemet fungerar.

Språk: svenska

Nyckelord: underhållssystem, CNC-bearbetning

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Niklas Blomqvist
Koulutus ja paikkakunta: Kone- ja tuotantotekniikka, Vaasa
Suuntautumisvaihtoehto: Konesuunnittelu
Ohjaajat: Tobias Ekfors, Simon Yliaho

Nimike: CNC-koneistuksen kunnossapitojärjestelmien rakentaminen

Päivämäärä 1.4.2021

Sivumäärä 31

Tiivistelmä

Tämä opinnäytetyö on suoritettu BS-Metall Ab Oy:lle Pietarsaassa. BS-Metall toimii alihankkijoina CNC-koneistuksessa ja on erikoistunut huipputarkkoihin komponentteihin.

Opinnäytetyön tarkoitus oli luoda järjestelmälliset huoltosuunnitelmat BS-Metallin tuotantokoneille. Huollot on pääosin otettu koneiden käsikirjoista ja huoltojärjestelmä on rakennettu huolto-ohjelmaan. Työn aikana haettiin sopiva ohjelma ja ohjelmaksi valittiin Monitor ERP-järjestelmä.

Opinnäytetyön teoreettisessa osassa kuvataan yleistä huoltorakennetta ja koneita, joita huoltosuunnitelmat koskevat. Lisäksi käsitellään yleisiä huoltomenetelmiä, kuten voitelua ja mittausta.

Tässä opinnäytetyössä kuvataan CNC-koneiden päähuoltoja: Miten toimiva kunnossapitojärjestelmä rakennetaan Monitor ERP-järjestelmään ja miten tämä opinnäytetyö on edennyt tarkalleen.

Tulososassa on tuloksia ja sen lisäksi käytännön katsaus miten valmis kunnossapitojärjestelmä toimii.

Kieli: ruotsi

Avainsanat: kunnossapitojärjestelmä, CNC-koneistus

BACHELOR'S THESIS

Author: Niklas Blomqvist
Degree Programme: Mechancial and Production Engineering, Vaasa
Specialization: Mechanical Construction Enigneering
Supervisors: Tobias Ekfors, Simon Yliaho

Title: Construction of maintenance system for CNC-machines

Date 1.4.2021

Number of pages 31

Abstract

This Bachelor's thesis was made upon request from BS-Metall Ab Oy in Jakobstad. BS-Metall works as a subcontractor in CNC machining and specializes in fine mechanical precision components.

The purpose of this thesis was to create systematic maintenance plans for the production machines at BS-Metall. The maintenance is mainly taken from machine manuals and the maintenance system was built in a maintenance program. A suitable program was sought during the thesis and the program which was chosen was Monitor ERP System.

The theoretical part of the thesis describes the general maintenance structure and the machines which the maintenance plans will apply to. General maintenance methods such as lubricating, and measuring are also discussed.

This thesis describes the main maintenance for CNC machines, how to build a functioning maintenance system in Monitor ERP System and how exactly this thesis has progressed.

In the results section, in addition to the results, also a practical review of how the finished maintenance system works is provided.

Language: swedish

Key words: maintenance system, CNC-machining

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Examensarbetets bakgrund	1
1.2	Syfte.....	1
1.3	Avgränsningar.....	1
1.4	BS-Metall.....	2
1.5	Disposition.....	2
2	Teori	3
2.1	Underhållets uppbyggnad	3
2.1.1	Avhjälpande underhåll.....	4
2.1.2	Förebyggande underhåll	4
2.1.3	Direkt och indirekt förebyggande underhåll.....	4
2.1.4	Tillståndsovervakning	5
2.1.5	Underhållsfönster	5
2.2	Underhållsstandard	6
2.3	Underhållssystem.....	6
2.3.1	Anläggningsregister.....	7
2.3.2	Arbetsorder och underhållsorder	7
2.3.3	Underhållsstatistik	7
2.3.4	Reservdelsregister.....	8
2.3.5	ERP-system	8
2.4	Underhållsekonomi	8
2.5	Maskinerna.....	9
2.5.1	Svarvning.....	9
2.5.2	CNC	10
2.5.3	NC- och CNC-svarvar	10
2.5.4	Stångmagasin.....	11
2.6	Underhåll av CNC-maskiner	12
2.7	Maskinmanualer.....	13
2.8	Smörjning.....	14
2.9	Mätning.....	15
3	Metod.....	17
3.1	Uppdragets inledande	17
3.2	Framställning av underhållsplaner.....	17
3.3	Maskinerna.....	18
3.4	Sökande av programvara	18
3.5	Planering av underhållssystem.....	19
4	Resultat.....	20

4.1	Val av maskiner	20
4.1.1	Första kategorin	20
4.1.2	Andra kategorin	21
4.1.3	Stångmagasin.....	21
4.2	Val av programvara	21
4.3	Uppbyggnad.....	22
4.3.1	Artikelregister	23
4.3.2	Serienummer/Batch	23
4.3.3	Formulärmallar	23
4.3.4	Underhållstyper	23
4.3.5	Underhållsmallar	23
4.3.6	Registrera underhåll.....	24
4.4	Verkliga underhållsplanernas skapande.....	24
4.5	Underhållsplanen i praktiken	26
5	Diskussion	29
5.1	Vidareutveckling av projektet.....	30
5.2	Slutord.....	30
6	Källförteckning.....	31

Figurförteckning

Figur 1. Typer av underhåll. (Järviö & Åström, 2007, s. 47)

Figur 2. Underhållsfönster. (Möller & Jurgen, 1998, s. 51)

Figur 3. Supportsvarven och dess huvudsakliga delar. (Ansaharju & Maaranen, 2011, s. 163)

Figur 4. Bild av Citizen L20 till vänster och Citizen L12 till höger.

Figur 5. Utsidan av ett IEMCA-stångmagasin.

Figur 6. Exempel på underhåll med nummerhänvisning. (CITIZEN MACHINERY MIYANO CO., 2014)

Figur 7. Bild av en maskin med numrorna hänvisade. (CITIZEN MACHINERY MIYANO CO., 2014)

Figur 8. Indikatorcklocka.

Figur 9. Uppbyggnad av en underhållsplan.

Figur 10. Registrering av maskin och underhåll.

Figur 11. Rapportera underhåll i Monitor.

Figur 12. Underhållsmallarna indelat enligt tidsintervall.

Figur 13. Underhållen blir synliga.

1 Inledning

Detta examensarbete handlar om att hindra maskinskador med hjälp av förebyggande underhåll. Underhållsplaner för maskinparken kommer att skapas. En lämplig programvara söks som underhållssystemet kan byggas upp i. De maskiner som uppdraget tillämpas åt är CNC-bearbetningsmaskiner. Examensarbetet utförs åt BS-Metall Ab Oy i Jakobstad.

1.1 Examensarbetets bakgrund

BS-Metall Ab Oy är ett företag som tillverkar komponenter genom CNC-bearbetning. Maskinerna producerar komponenter dygnet runt och en stor del av dygnet är maskinerna obemannade. BS-Metall har varit i behov av en systematisk underhållsplan för att kunna hantera maskinernas underhåll bättre. Det nuvarande sättet att göra underhåll på kunde förbättras så att det finns bättre koll på vad som skall göras och vad som är gjort. För att kunna optimera drifttiden så bra som möjligt krävs ett underhållssystem. Ett ordentligt underhållssystem har inte skapats i ett tidigare skede på grund av tidsbrist.

1.2 Syfte

Syftet med detta examensarbete är att BS-Metall skall få ett underhållssystem. Ett lämpligt underhållsprogram bör hittas som uppdraget kan utföras i. Maskinerna skall ha en egen individuell underhållsplan som består av förebyggande underhåll. Underhållsinstruktionerna skall översättas till svenska och vara förståeliga för personalen vid BS-Metall.

1.3 Avgränsningar

Examensarbetet kommer att begränsas till en liten del av maskinparken, där sådana maskiner väljs ut som lämpar sig för uppgiften. Uppgiften avgränsas till att fastställa underhållsbehovet, skriva underhållsinstruktioner på svenska och föra in informationen i ett underhållssystem varifrån underhållet administreras.

1.4 BS-Metall

BS-Metall är ett företag som finns i Sandsund, strax utanför Jakobstad. Företaget grundades år 1991 i Kållby och flyttade sedan år 1993 till deras nuvarande plats i Sandsund. BS-Metall fungerar som underleverantörer åt några stora företag, både finländska företag och utländska företag. BS-Metall håller främst på med CNC-bearbetning och har idag ungefär 30 olika CNC-maskiner. De tillverkar små precisionskomponenter i många olika material med krävande toleranser.

BS-Metalls maskinpark är väldigt automatiserad vilket betyder att många maskiner kör obemannat dygnet runt. Tusentals komponenter tillverkas dagligen och därför är det också viktigt att maskinerna fungerar. Med tanke på detta så är underhållet viktigt för att allt detta skall fungera.

1.5 Disposition

Examensarbetets disposition består av en lista med kapitlen och även en kort beskrivning om vad som ingår i kapitlen.

- Kapitel 1 introducerar examensarbetet med arbetets bakgrund, syfte, avgränsningar och en kort företags beskrivning.
- Kapitel 2 beskriver de teorier som finns bakom examensarbetet. Inom kapitlet beskrivs underhållens uppbyggnad, maskinerna som underhållen lämpas åt och underhållssystem som tre viktiga delar till teoridelen.
- Kapitel 3 redogör hur den praktiska delen av examensarbetet utförs, arbetets olika etapper samt de val som behandlas. Detta kapitel beskriver hur resultatet uppnås som sedan hittas under resultatdelen.
- Kapitel 4 presenterar resultaten som uppnåtts från praktiska delen av examensarbetet. Resultatet är indelat i fyra delar och inleds med valet av maskiner och programvara, kapitlet avslutas med underhållssystemets skapande och en presentation om hur underhållssystemet fungerar i praktiken.
- Kapitel 5 innehåller diskussion kring examensarbetet. Uppdragets resultat diskuteras och reflektioner över arbetet. Diskussionen avslutas med vidareutveckling av arbetet och slutord.

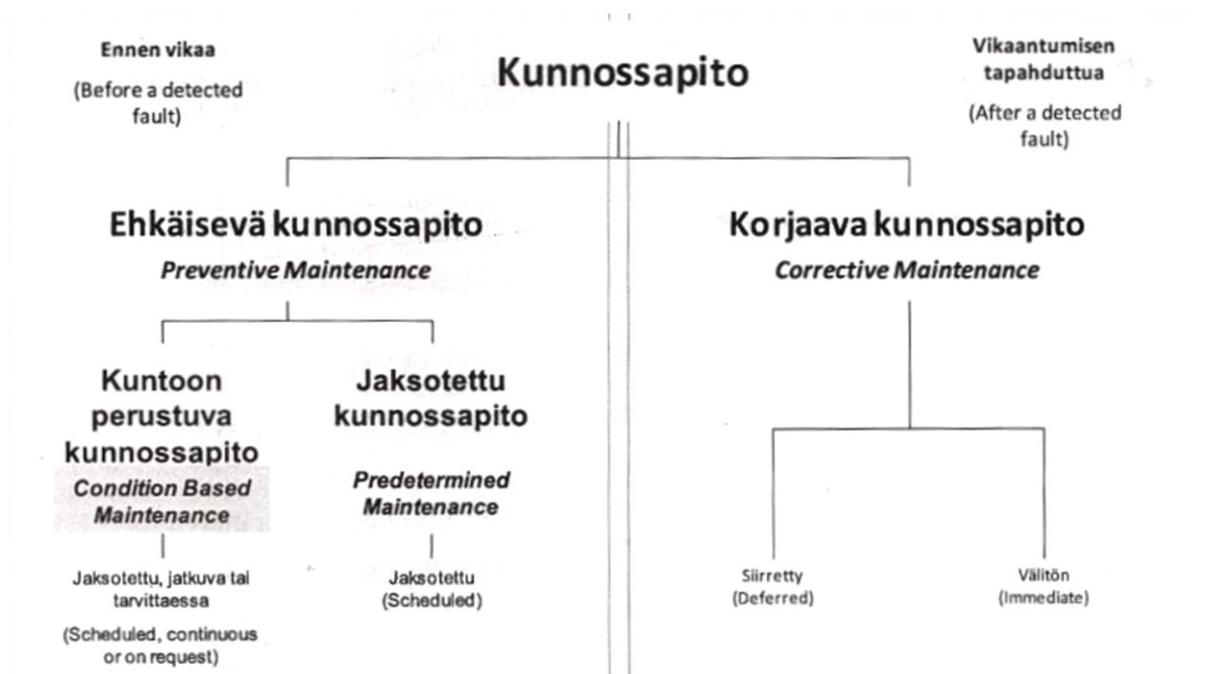
2 Teori

Inom detta kapitel kommer de olika delarna inom underhåll att beskrivas samt vad underhåll baseras på. Kapitlet innehåller även en beskrivning av maskinerna som underhållsplanen lämpas åt, underhållssystem och några allmänna underhållstekniker tas upp.

2.1 Underhållets uppbyggnad

Underhåll görs för att hålla till exempel en maskin i fungerande skick eller när omedelbara åtgärder krävs på grund av ett systemfel. Förebyggande underhåll görs för att kontrollera maskinens driftsförhållanden, och beroende på resultatet av inspektioner vidtas nödvändiga åtgärder för att förhindra att problem uppstår. För att maskinen skall fungera länge är det därför nödvändigt att vidta förebyggande underhåll enligt riktlinjerna från maskintillverkarna. (CITIZEN MACHINERY MIYANO CO., 2014)

Ett fel kan definieras som ett tillstånd när ett objekt inte längre kan utföra den önskade funktionen. Vanligtvis så indelas underhåll i två kategorier, avhjälpande underhåll och förebyggande underhåll. Alla åtgärder som görs innan ett fel uppstår för att förhindra en komponent från att fungera hör till förebyggande underhåll. (Järviö & Åström, 2007)



Figur 1. Typer av underhåll. (Järviö & Åström, 2007, s. 47)

2.1.1 Avhjälpande underhåll

Begreppet avhjälpande underhåll kan definieras som underhåll som genomförs efter att ett funktionsfel har upptäckts och att man har avsikt att få tillbaka enheten i sådant skick att den kan utföra funktionen. Med avhjälpande underhåll anses ofta underhåll som är oplanerade, men det kan också med vissa undantag handla om ett planerat underhåll. (Möller & Jurgen, 1998, s. 41)

2.1.2 Förebyggande underhåll

Begreppet förebyggande underhåll kan definieras som underhåll som genomförs vid förutbestämda tidpunkter med avsikt på att minska sannolikheten för funktionsfel. Genom att utföra förebyggande underhåll i en industri ökar man på driftsäkerheten som leder till förbättrad lönsamhet. Detta medför lägre underhållskostnader på längre sikt. (Möller & Jurgen, 1998, s. 41)

2.1.3 Direkt och indirekt förebyggande underhåll

Förebyggande underhållets åtgärder kan delas in i två huvudgrupper, direkt förebyggande underhåll och indirekt förebyggande underhåll. (Möller & Jurgen, 1998, s. 54)

Direkt förebyggande underhåll är åtgärder som görs för att förhindra uppkomst av fel. Sådana åtgärder kan vara till exempel:

- Smörjning.
- Rengöring.
- Ytbehandling.

(Möller & Jurgen, 1998, s. 54)

Indirekt förebyggande underhåll är underhåll som görs med avsikt på att undvika uppkomst av fel. Åtgärderna är sådana som ger effekt först när till exempel upptäckta fel avhjälpas som:

- Inspektion.
- Tillståndskontroll av maskiner och maskindelar.
- Kontroll av slitdelar.

- Förutbestämda utbyten.

(Möller & Jurgen, 1998, s. 54)

2.1.4 Tillståndsövervakning

Då någonting håller på att hända vid en maskin är det oerhört viktigt att så tidigt som möjligt detektera felet. Desto tidigare man upptäcker ett fel desto bättre. Genom att upptäcka ett fel i ett tidigt skede undviker man följdskador och man behöver inte kassera eventuella tillverkade produkter. Vanligtvis delas tillståndsövervakning in i två delar, subjektiv tillståndsövervakning och objektiv tillståndsövervakning. (Johansson, 1997, s. 105)

Subjektiv tillståndsövervakning:

- Lyssna
- Känna
- Se
- Lukta

(Johansson, 1997, s. 105)

Objektiv tillståndsövervakning innebär att en direktbedömning görs med hjälp av att givare och mätsystem ger mätvärden. Det är också möjligt att samla mätvärden för en trendanalys. (Johansson, 1997, s. 105)

2.1.5 Underhållsfönster

Produktionen i de flesta verksamheter styrs av marknadens behov. Tillverkningsplaner, marknadsplaner och försäljningsplaner omsätts i en produktionsplan som vanligen resulterar i naturliga stopp. Dessa naturliga stopp brukar man kalla för underhållsfönster. (Möller & Jurgen, 1998, s. 51)

Ifall man har med hjälp av förebyggande underhåll hittat framväxande fel kan reparationen förberedas för att utföras under ett naturligt stopp. På detta sätt minskar man på förlorad produktionstid. För att detta skall fungera måste underhållspersonalen få information om alla naturliga stopp. (Möller & Jurgen, 1998, s. 51)

Underhållsfönster



Figur 2. Underhållsfönster. (Möller & Jurgen, 1998, s. 51)

2.2 Underhållsstandard

Programmet som underhållsplanen kommer att byggas upp i är anpassat enligt underhållsstandarden SS-EN 13306. Standarden är en europeisk standard om underhålls terminologi och standarden blev godkänd av CEN 16.7.2017. CEN är den europeiska standardiseringskommittén. (CEN, 2017)

Syftet med underhållsstandarden är att definiera de vanliga termerna som används till alla typer av underhåll och underhållssystem. (CEN, 2017)

2.3 Underhållssystem

I dagsläget har i princip alla större företag något slags underhållssystem, både för att höja driftsäkerheten och även med tanke på ekonomin. Att vara steget före en skada är oerhört viktigt och det är det huvudsakliga syftet med ett underhållssystem. (AMsystem, u.å.)

Med ett underhållssystem får man en helhetsbild över anläggningen. Man sparar på tid genom att inte behöva gå igenom maskinmanualer när man vill underhålla. Det går enkelt att kontrollera vad som är gjort och vad som skall göras. Underhållssystemet påminner när det är dags att underhålla en maskin. Statistik över underhållen samlas i ett system och från statistiken kan man enkelt hitta fel som förekommer regelbundet. Genom att planera in förebyggande underhåll i ett underhållssystem kommer mindre akuta haverier att uppstå, produktionstiden blir större och tekniska tillgängligheter ökar. (Idus, 2021)

Det finns många olika program och sätt att bygga upp ett underhållssystem på. Många av programmen kostar en hel del men det finns även en del program med öppen källkod som man kan använda gratis.

Underhållssystem är ofta uppbyggda av flera moduler. I de flesta fall är modulerna integrerade med varandra. De förbinder sig med andra system i verksamheten som till exempel ekonomisystemet i företaget. (Möller & Jurgen, 1998, s. 29)

2.3.1 Anläggningsregister

Anläggningsregister är grunden för underhållssystemet. Till anläggningsregistret registreras alla utrustningar som finns i anläggningen. Varje utrustning registreras med ett ID-nummer för att enkelt kunna identifiera den. Data som vanligen registreras med maskinen är typbeteckning, tillverkningsdatum och andra tekniska data. (Möller & Jurgen, 1998, s. 30)

2.3.2 Arbetsorder och underhållsorder

En arbetsorder är ett dokument som omfattar detaljer om en produkt eller en tjänst som ett företag erbjuder. Den som tar nytta av dokumentet kan vara till exempel en kund eller en annan person inom företaget. Dokumentet innehåller detaljer som hjälper den person som skall utföra arbetsordern att exakt veta hur kunden vill att produkten eller tjänsten skall uppfyllas. En arbetsorder brukar även inkludera hur många enheter som skall tillverkas och detaljens storlek, färg och andra viktiga valmöjligheter. (netinbag, 2018)

Underhållsorder utnyttjas när man vill planera underhåll, tid och material för olika typer av underhåll. Underhållsorder är en annan typ av arbetsorder som läggs in i schemat för en maskin och berättar vilka underhåll som skall göras och när de skall göras. Underhållsordrar görs oftast på förhand och sätts in i maskinens schema när man vill att ett underhåll skall utföras. Underhållsordrar kan även skapas utifrån ett behov, till exempel om akuta haverier uppstår. En ny underhållsorder skall skapas varje gång ett nytt underhåll skall utföras. (MonitorERP, 2020)

2.3.3 Underhållsstatistik

För att kunna planera och optimera underhållet i en industri krävs det statistik från verksamheten. De flesta underhållsprogram idag samlar information om underhållen vartefter de kvitteras i programmet. Genom att samla information från verksamheten får man en bättre helhetsbild över anläggningen. Man får även uppfattning om vad som fungerar bra och vad som borde förbättras. (OnUpKeep, 2017)

Utveckling av driftsäkerheten och förbättring av underhållet kan förverkligas med hjälp av statistik, man måste dock vara säker på att resurserna som läggs ner faktiskt kommer till

nytta. De områden som är viktigast att förbättra eller de områden som har högsta underhållskostnader är saker som kan hittas inom statistiken. (Möller & Jurgen, 1998, s. 32)

2.3.4 Reservdelsregister

En stor del av underhåll innebär att byta ut defekta maskindelar. För att undvika att väntetider uppstår för de reservdelar som behövs vid reparation är det viktigt att delarna färdigt finns tillgängliga. Underhållssystem består vanligen av ett reservdelsregister som är uppbyggt av maskinens reservdelar. De reservdelar som en specifik maskin använder kan ofta hittas under maskinens dokumentation. Med ett reservdelsregistret är det möjligt att hålla koll på vilka maskindelar som finns tillgängliga och vilka maskindelar som borde anskaffas. (Möller & Jurgen, 1998, s. 33)

2.3.5 ERP-system

ERP-system, Enterprise Resource Planning, eller även kallat affärssystem är ett programpaket som sköter ett företags informationshantering och uppfyller ett företags behov av styrning och administration. ERP-system är uppbyggda av moduler som stöder ett företags order- och lagerbehandlingar, produktionsplanering, projektplanering, resursplanering, inköp, personaladministration och tidsanvändning. Dessa moduler är vanligen kopplade till en gemensam databas där allt detta lagras. (Affärssystem, 2007)

ERP-system bidrar till förbättringar i företagets måluppfyllelse, kvalitet, produktivitet och bättre kundkontakt. (Affärssystem, 2007)

2.4 Underhållsekonomi

En av de viktigaste faktorerna för ett framgångsrikt företag är att ha ekonomin i skick. Man bör därför ha koll på varifrån utgifterna och inkomsterna härstammar. Här kommer underhållet in i bild i och med att de producerande maskinerna bör fungera för att kunna leverera produkter och även för att förhindra eventuella maskinskadorna. Dessa saker har stor inverkan på företagets ekonomi och därför borde underhållet tas på allvar.

Ifall att en industriprocess stannar kan ekonomiska konsekvenser uppstå. Till exempel om en industriprocess stannar kommer leveranser inte att levereras och förtroendet hos kunderna sjunker. På grund av detta har det blivit en nödvändighet i industrin att utveckla system för

förebyggande underhåll. Nuförtiden finns det alla möjliga sorters kalkylmodeller och system i industrin för att minimera haverier. (Svenska kommunförbundet, 1999)

2.5 Maskinerna

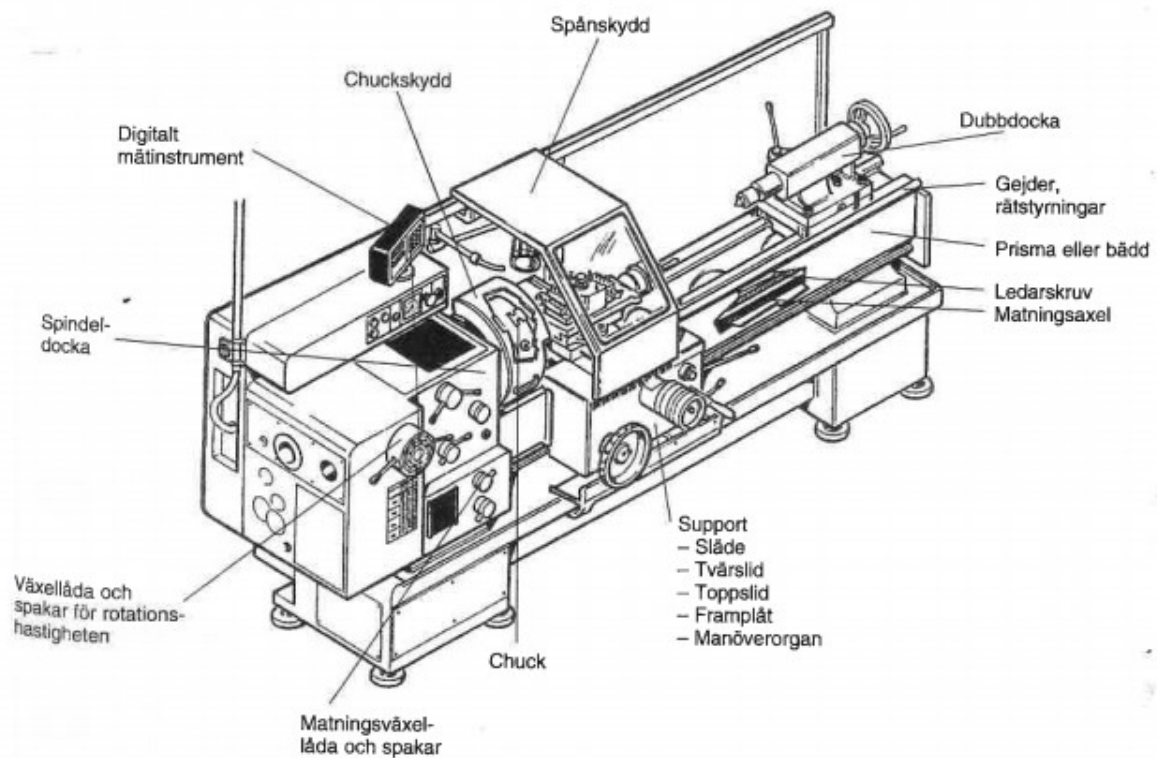
Maskinerna som underhållsplanerna görs åt i detta examensarbete är CNC-svarvar och stångmagasin som är kopplade till CNC-svarvarna. Vid skapande av underhållsplaner är det viktigt att känna till maskinernas funktion och uppbyggnad. Inom detta underkapitel kommer svarvning, CNC, CNC-svarvning och stångmagasin att tas upp.

2.5.1 Svarvning

Svarvning är en spånskärande bearbetningsprocess där ett verktyg bearbetar ett roterande cylindriskt arbetsstycke. Verktyget förflyttas linjärt medan arbetsstycket roterar och samtidigt som verktyget tangerar arbetsstycket, vilket innebär att material avverkas från arbetsstycket. Genom svarvning genereras cylindriska och runda former och därför utgås också arbetsstycken normalt som runda profiler. Vanliga material som används vid svarvning är olika typer av metall, trä och plast. (Allmän svarvning, u.å.)

Råämnet eller arbetsstycket spänns fast i en så kallad chuck som har centrerade backar som spänner mot arbetsstycket. Chucken roterar med hjälp av en spindel som överför en roterande rörelse, spindelns finns inne i ett så kallat spindelhus. Skärverktyget spänns fast i en verktygshållare och kan röra sig horisontellt/parallellt med råämnet. Ifall att råämnet är långt men endast en del av ändan skall behandlas kan den sida som inte skall bearbetas placeras inne i spindelns. Om arbetsstycket är långt så kan ändan av arbetsstycket stödas av en dubbdocka för att reducera vibrationer. (Svarvning, 2014)

Det finns många olika sorters svarvar, support svarven är idag den vanligaste typen av manuellt styrda svarvar. Man kan säga att support svarven är maskinverkstadens universalsvarv eftersom utöver svarvning kan det även utföras borrar, brotschning, gängning, fräsning och slipning i support svarven. För produktion så har CNC-svarvarna idag vunnit över manuellt styrda svarvar. Nuförtiden används manuella svarvar främst när det inte är fråga om serieproduktion. (Ansaharju & Maaranen, 2011, s. 161)



Figur 3. Supportsvärven och dess huvudsakliga delar. (Ansaharju & Maaranen, 2011, s. 163)

2.5.2 CNC

Idag finns CNC-maskiner, Computer Numerical Control, överallt i världen, från små verkstäder till stora industrier. CNC-maskiner används när det krävs fina toleranser eller när automatiserade processer är önskvärda. (The Basics of Computer Numerical Control, 2019)

Många CNC-maskiner behöver inte övervakas vilket frigör operatören från att ständigt behöva monitorera maskinen. Detta leder till färre misstag orsakade av mänskliga fel och det uppnås även en konsekvent och förutsägbar bearbetningstid. Maskinen drivs under programkontroll vilket innebär att erfarenhetsnivån som krävs av operatören minskar jämfört med manuella maskiner. En annan fördel med CNC-maskiner är att noggrannheten och repeteringsnoggrannheten hos CNC-maskiner är otroligt höga. Resultaten som uppnås är konsekventa vilket innebär att arbetsstycken som produceras har väldigt små avvikelser sinsemellan. (The Basics of Computer Numerical Control, 2019)

2.5.3 NC- och CNC-svarvar

Moderna industrier drar även nytta av automation inom spånskärande bearbetning. NC-teknik eller CNC-teknik är automationstekniker som ständigt utvecklas. Benämningen NC

används ännu idag fastän de flesta har övergått till CNC-teknik. (Ansaharju & Maaranen, 2011, s. 457)

- NC = Numerical Control (Numerisk styrning)
- CNC = Computerized Numerical Control (Datoriserad numerisk styrning)

Det finns inga större skillnader i skärtekniker mellan manuella maskiner och CNC-maskiner, samma verktyg och bearbetningsdata kan användas. Skillnaden är i styrsättet. Manuella maskiner styrs av en operatör och CNC-maskiner styrs av en dator. Till CNC-maskinen bör ett program skapas innan det går att tillverka ett arbetsstycke. (Ansaharju & Maaranen, 2011, s. 457)



Figur 4. Bild av Citizen L20 till vänster och Citizen L12 till höger.

2.5.4 Stångmagasin

Ett stångmagasin är en valfri tilläggsutrustning som gör det möjligt att ladda materialstänger automatiskt till en CNC-svarv. Det huvudsakliga syftet med ett stångmagasin är att hindra operatören från att ständigt behöva övervaka och mata in material i maskinen. Med ett stångmagasin installerat kan operatören göra andra uppgifter under tiden som maskinen

jobbar. Beroende på detaljen som tillverkas kan det även vara möjligt att utföra obemannad körning när man har kopplat ett stångmagasin till svarven.

Stångmagasin finns i olika modeller men de är alltid fäst till svarvens spindel. Materialstänger matas in för hand i stångmagasinet och sedan matas materialstängerna in till svarvens arbetsområde automatiskt. Stångmagasin gör det möjligt att köra obemannat längre stunder, ibland dygnet runt och i vissa fall till och med ännu längre. (Bar Feeder Process Description, u.å.)



Figur 5. Utsidan av ett IEMCA-stångmagasin.

2.6 Underhåll av CNC-maskiner

Underhållet av CNC-maskiner är oerhört viktigt med tanke på att deras drifttid oftast är planerat att vara väldigt hög. När en CNC-maskin går sönder kan det kosta ordentligt, inte bara kostnader för reparation utan även förlorade vinster. Med stora mängder mekaniska delar och högteknologiska delar är haverier oundvikliga. Med hjälp av en konsekvent checklista och en bra långsiktig förebyggande underhållsplan är det möjligt att minska risken för kostsamma stopp. (Absolutemachine, u.å.)

En förebyggande underhållsplan är viktig för att hålla maskinerna i gång och kunna producera detaljer. Förebyggande rutinkontroller ökar produktionseffektiviteten och även drifttiden och vinstmarginalerna höjs. (Absolutemachine, u.å.)

Vanliga underhåll för CNC-maskiner är till exempel:

- Maskindelar som bör bytas med jämna intervall.
- Maskindelar som bör granskas för skador med jämna intervall.
- Kritiska punkter på maskinen som bör rengöras med jämna intervall.
- Kast på spindlar och verktygsplatser. Kasten mellan spindlar och verktygsplatser.
- Glappen på spindellagren. Glappen på drivsystemet.
- Smörjnings relaterade granskningar och underhåll.

2.7 Maskinmanualer

Maskinmanualer är någonting som tillhör de flesta nyköpta maskiner. Gamla maskiners manualer är utprintade men de nyare maskinernas manualer kommer oftast i PDF-format. Ämnen som ingår i en maskinmanual är till exempel:

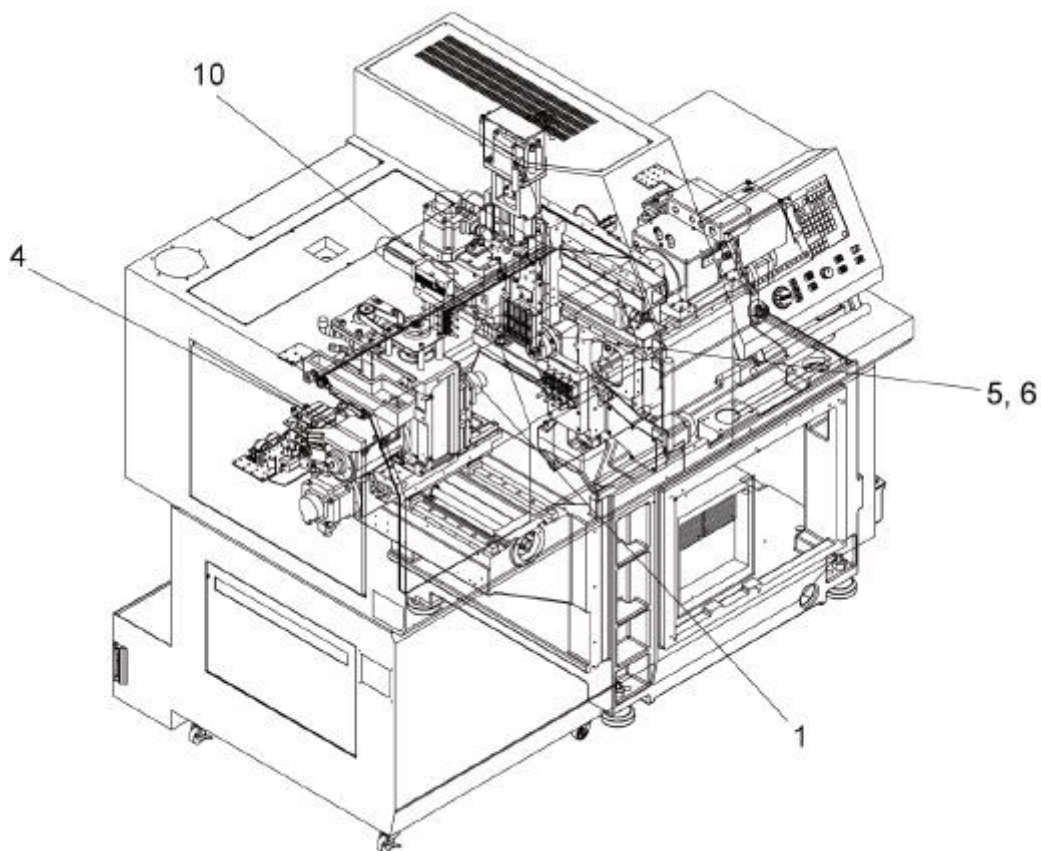
- Säkerhetsanvisningar.
- Installationsanvisningar.
- Användning av maskinen.
- Programmering.
- Underhåll och felsökning.

Maskintillverkarna har delat in underhållen i intervaller. Intervallerna är vanligtvis dagligen, veckovis, månadsvis, halvårsvis och årsvis. Även mellan olika maskintillverkare hittas det liknande underhåll med motsvarande intervaller.

I de flesta underhållslistor som finns i maskinmanualerna så har även varje underhåll hänvisats till ett nummer. Detta nummer finns utritat på en bild av maskinen för att enkelt kunna hitta maskindelen vid underhåll.

Spindle	1	Deflection of the spindle straight hole	Attach the dial indicator to the hole into which the spindle chuck sleeve is inserted, and give a full rotation to the spindle softly.	Normal if the indicator shows a value which is within the tolerance of the inspection table provided with the machine (TIR0.005)
	2	Wear of the chuck bobbin	Visual check of the outer circumference	The chuck bobbin can be used if not severely worn out.

Figur 6. Exempel på underhåll med nummerhänvisning. (CITIZEN MACHINERY MIYANO CO., 2014)



Figur 7. Bild av en maskin med numrorna hänvisade. (CITIZEN MACHINERY MIYANO CO., 2014)

2.8 Smörjning

De flesta moderna maskiner skall smörjas på ett eller annat sätt. Smörjning görs för att minska på friktionen när två ytor har kontakt. Idag är olika typer av oljor det vanligaste smörjmedlet men även andra vätskor och gaser kan användas. Maskiner idag har oftast en

pump som pumpar ut smörjmedlet till de punkter som skall smörjas. Vissa punkter på en maskin kan dock kräva att man måste manuellt smörja de punkterna.

”En yrkesskicklig arbetstagare underhåller och sköter sina maskiner med omsorg”
(Ansaharju & Maaranen, 2011, s. 57)

Smörjning är en avgörande faktor på maskinens noggrannhet och livslängd. Med rätt typ av underhåll kan maskinen bibehålla sin noggrannhet för en lång tid. Ifall att smörjningen utelämnas kommer lagerytorna att skadas vilket leder till sämre noggrannhet och service av maskinen blir då krävande. (Oiling the lathe, u.å.)

Den främsta funktionen av smörjning är att eliminera friktion och att förhindra lagerytor från slitage. Detta kan undvikas ifall att maskinerna smörjs och smörjoljan skapar en oljefilm som eliminerar kontakt mellan två metallytor. Ju mer fullständigt oljefilmen separerar ytorna desto mindre friktion och slitage uppstår. Under ideala förhållanden finns det inga metallytor i kontakt med varandra. Ideala förhållanden uppnås sällan men det är möjligt att få en någorlunda fullständig oljefilm som eliminerar det mesta slitaget. (Oiling the lathe, u.å.)

2.9 Mätning

En viktig del av underhåll av CNC-maskiner är att de olika kasten och glappen i maskinen är i skick. Kasten och glappen bör mätas med jämna mellanrum för att kunna upptäcka när maskinen inte längre är tillräckligt noggrann. Att kastet mellan spindeln och verktygen, kastet mellan båda spindlarna, eller glappet på spindelns lager är i skick är några av de viktiga mätningar som bör utföras. Dessa mätningar görs främst med olika slags indikatorlockor.



Figur 8. Indikatorklocka.

Indikatorklockan spänns fast i ett justerbart stativ och stativet är fäst till en magnetfot som man kan fästa på valfria ställen i maskinen. Indikatorklockan har en fjädrande mätspets som visar analogt ett värde på hur mycket spetsen är intryckt. Vanligtvis har indikatorklockor en noggrannhet på 0,01 mm. Den används mycket i tillverkningsindustrin för att mäta tillverkade detaljer eller maskindelar. Med indikatorklockan kan man mäta till exempel diametrar, ovaliteter, parallelliteter och koniciteter. (Indikatorklocka, 2012)

3 Metod

Inom detta kapitel kommer uppdraget att beskrivas och hur man har gått till väga för att förverkliga uppdraget.

Uppdraget påbörjas i augusti 2020 med att man diskuterar olika examensarbeteämnen. Då bestäms det att underhållsplaner för maskinparken vore ett lämpligt uppdrag. En handledare från företagets sida utses.

3.1 Uppdragets inledande

Behovet av en förbättrad underhållsplan har funnits vid BS-Metall men på grund av tidsbrist har det inte blivit gjort i ett tidigare skede. I augusti 2020 när sommarpraktiken börjar lida mot sitt slut diskuteras olika examensarbetsämnen. Ett fåtal ämnen tas upp men en förbättrad underhållsplan lyfts fram som en viktig förbättring vid BS-Metall och skulle även passa bra som examensarbete. Under september 2020 bestäms en tidsplan för arbetet och även vilka krav som ställs på underhållssystemet.

3.2 Framställning av underhållsplaner

Uppdraget påbörjas med att leta fram maskinmanualer för att utifrån dem hitta underhåll till underhållsplanerna. Det eftersträvas att hitta maskiner med liknande underhållslistor givna av maskintillverkarna. Med liknande underhållslistor är det möjligt att göra underhållsplaner åt flera maskiner samtidigt utan att vara tvungen att gå igenom oerhört många maskinmanualer.

Manualerna är oftast på engelska som medför vissa svårigheter vid framställningen av underhållsplanerna. Många maskindelar som underhållen riktas åt är väldigt ovanliga vilket gör att hitta lämpliga översättningar blir tidskrävande.

För att operatörerna säkert skall kunna utföra de givna underhållen gås alla underhåll igenom och det klargörs vad de innebär. Positionen av de maskindelar som skall underhållas kontrolleras och de glapp och kast som skall mätas undersöks. När underhållsplanerna sedan är färdiga bör alla givna underhåll vara förståeliga och utförbara.

Underhållen översätts och skrivs ner i ett Microsoft Word dokument. Underhållsplanerna skapas först i Microsoft Word för att sedan smidigt kunna överföra underhållsplanerna till det verkliga underhållsprogrammet.

Underhållen som från tidigare görs diskuteras med personalen vid BS-Metall. Detta görs för att eventuellt komplettera underhållsplanerna med dem.

3.3 Maskinerna

Examensarbetet begränsas till en del av maskinparken och till vilka maskiner som det görs åt undersöks i början av arbetet. BS-Metall önskar att det görs åt några av de nyare maskinerna eftersom de anses vara viktigare. Genom att hitta flera maskiner med liknande underhåll är det möjligt att göra en sammanlagd underhållsplan och då vid examensarbetets slut ha underhållsplaner åt ett flertal maskiner. För att hitta maskiner som har liknande konstruktion och då även förhoppningsvis liknande underhållslistor, görs en del antagande och gissningar vid det initiala valet av vilka maskiner som kommer undersökas.

Nästan varje svarv har ett stångmagasin kopplat till sig. Även en spåntransportör och en högtryckspump är komponenter som också är vanligtvis kopplade till svarven. Till underhållsplanerna bestäms det att underhåll för både svarven och stångmagasinet skall finnas med. I framtiden kan man vid behov även beakta de andra komponenterna.

BS-Metall har flera maskiner och stångmagasin som är identiska. Till varje maskin och stångmagasin skapas en individuell underhållsplan, fastän det finns flera maskiner av samma märke och modell.

3.4 Sökande av programvara

Det första programmet som övervägs till detta examensarbete är Microsoft Excel. En enkel testunderhållsplan byggs upp i Excel för att få inblick i hur det kunde se ut. Den stora nackdelen med Excel är att det är svårt att bygga upp ett system med alla de funktioner som underhållsprogrammen erbjuder.

BS-Metall använder från förut ett program som heter Monitor ERP. De använder programmet som deras ERP-system. En av de anställda vid BS-Metall nämner att han hade hört nyligen att Monitor har ett verktyg för att bygga upp underhållssystem med. Det tas kontakt med Monitor för att få mera information om verktyget. Detta leder till att ett möte ordnas med en anställd från Monitor för att diskutera verktyget och samtidigt få en inblick över hur verktyget ser ut. Det skulle vara en fördel att bygga upp underhållssystemet i ett program som BS-Metall redan använder från tidigare för att hålla ned mängden program

som används. Eftersom BS-Metall redan använder Monitor som deras ERP-system finns det från förut registrerat maskiner och dylikt i Monitor.

3.5 Planering av underhållssystem

Planering av underhållssystemet inleds i december 2020 med ett möte med Monitor ERP där de förklarar och ger rekommendationer till arbetet. Eftersom att underhålls verktyget är nytt vid BS-Metall kommer inläringen av programmet till största del från att man testar sig fram. Monitor ERP har gjort videokurser för deras verktyg och de hittas i Monitor Academy, utifrån de kurserna kommer även en del av inläringen.

Under mötet som hålls med Monitor i december 2020 så är det även på tal om ett en ny funktion till underhållsverktyget kommer inom en snar framtid. Funktionen kommer att göra underhållspåminnelserna tydligare och även göra det möjligt att få in underhållen i en maskins schema.

I slutet av januari 2021 uppdateras Monitor och med uppdateringen kommer den nya funktionen Registrera underhållsorder. Från tidigare görs arbetsordrar i Monitor som sätts in i maskinens schema. Registrera underhållsorder funktionen testas och en verklig underhållsorder skapas för att prova hur det fungerar i praktiken.

BS-metall har nyligen börjat använda maskintegration som är en funktion som Monitor även erbjuder. Varje CNC-svarv har en datorplatta kopplat till sig och till datorplattan är maskinintegrationen kopplad. Underhållsordern som talar om för operatören när det är dags att göra ett visst underhåll kommer via maskinintegrationen.

4 Resultat

Inom detta kapitel kommer den praktiska delen av examensarbetet att presenteras. Resultatet inleds med valet av maskinerna och programvara till underhållsplanen. Resultatet avslutas med hur underhållssystem uppbyggdes och en presentation om hur det fungerar i praktiken.

4.1 Val av maskiner

Valet av vilka maskiner som det gjordes underhållsplaner åt lyckades väl. Som önskat så fick man gjort underhållsplaner åt många maskiner utan att behöva gå igenom allt för många maskinmanualer. Maskinerna som fick underhållsplaner delades in i två kategorier beroende på deras konstruktion. Sammanlagt elva maskiner fick underhållsplaner, när det i själva verket gjordes två underhållsplaner som fungerade som grund för maskinerna. Även om maskinerna från samma maskintillverkare var väldigt lik varandra fanns ändå små variationer som gjorde att varje maskin måste ha en egen smått anpassad version av underhållsplanen.

4.1.1 Första kategorin

Nyligen har BS-Metall inskaffat två nya identiska svarvar. Dessa två svarvar anseddes vara viktiga och de behövde få underhållsplaner så fort som möjligt. BS-Metall har även i sin maskinpark tre andra liknande maskiner, alla med samma märke men av andra modeller.

Det framstod från maskinmanualerna att de tre äldre maskinerna som alla var av olika modeller hade liknande konstruktion och underhåll. Detta betydde att de maskinerna fick även underhållsplaner uppbyggda med samma grund som de två nya maskinerna. Olika tillbehör och dylikt mellan maskinerna krävde dock egna underhåll. Detta ledde till att en underhållsplan grund gjordes för de alla fem maskinerna och sedan sattes de avvikande underhållen in skilt för de maskiner som krävde extra underhåll. De givna underhållen var överlag väldigt lika så det gick bra att göra en sammanlagd underhållsplan åt dessa maskiner. Alla maskiner hade ändå tänkts få en egen underhållsplan fastän de skulle vara lika. I detta fall så blev grunden lika för alla maskiner och sedan kompletterades underhållsplanerna med de avvikande underhållen.

De avvikande underhållen var till exempel att en av maskinerna har en dubb som man kan stöda långa arbetsstycken med och denna dubb måste vara centrerade och dubbens kast bör mätas årligen. Ett annat avvikande underhåll var ett en av maskinerna har en synkroniserings

rem som skall granskas årligen. Det är möjligt att andra maskiner även har denna synkroniseringsrem men för de maskinerna var det inte utskrivet. Detta är då någonting som bör undersökas i framtiden.

Det totala antalet maskiner under den här kategorin blev fem maskiner.

4.1.2 Andra kategorin

BS-Metall har i sin maskinpark tre Citizen Cincom L12 maskiner och tre Citizen Cincom L20. Dessa två maskiner är mer eller mindre identiska. Den stora skillnaden är att Citizen Cincom L12 har en stångkapacitet på 12mm och Citizen Cincom L20 har en stångkapacitet på 20mm.

Underhållen som var givna för dessa två maskiner var mer eller mindre identiska fastän de är av olika modeller. På grund av något extra tillbehör som avviker mellan även de här två maskinerna så gjordes det på samma sätt som i första kategorin. En underhållsplan grund skapades för varje maskin och sedan sattes de avvikande underhållen in skilt för var och en av maskinerna. En annan orsak till att denna kategori även krävde skilda underhållsplaner var att hänvisningsnumrorna i manualerna var annorlunda mellan maskinerna.

Under denna kategori blev det totala antalet maskiner sex, tre maskiner av var modell.

4.1.3 Stångmagasin

Många av maskinerna som det valdes att göra underhållsplaner åt har samma stångmagasin kopplat till sig. Det finns två olika sorters stångmagasin mellan de maskiner som utseddes till underhållssystemet. Jämfört med CNC-svarvarna så är stångmagasinen rätt så enkla till konstruktion och funktion och kräver därför inte lika mycket underhåll som CNC-svarvarna. De givna underhållen för de två olika typerna av stångmagasin var få och relativt enkla vilket gjorde att översättningen av underhållen och att klargöra dem inte tog så värst mycket tid.

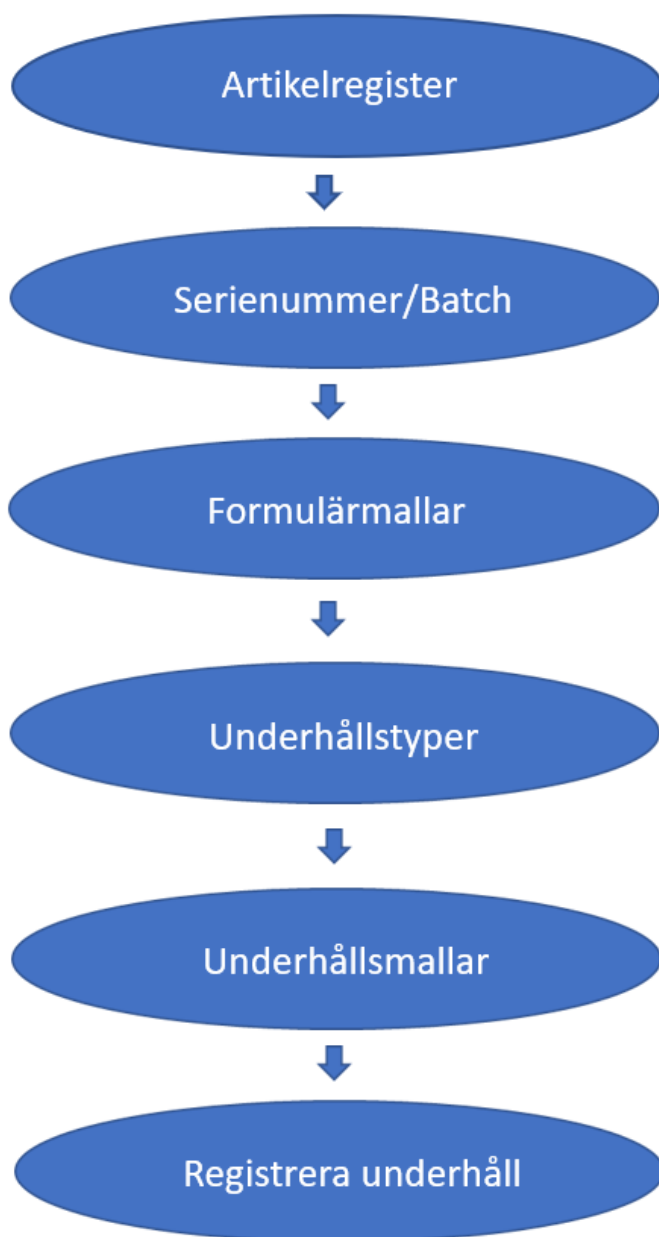
4.2 Val av programvara

Monitor som BS-Metall redan använder från förut som deras ERP-system var ett bra val som programvara till underhållssystemet. Det är önskvärt att ha så få program som möjligt i användning eller få allting i ett och samma program. Med den nya uppdatering i Monitor som kom med underhållsorder funktionen gjorde att det går smidigt att sätta in underhållen

i maskinens schema. Eftersom BS-Metall redan använder Monitor som deras ERP-system blev det också för den delen väldigt lämpligt att använda Monitor som program.

4.3 Uppbyggnad

För att göra det lättare att förstå hur underhållssystem i Monitor byggdes upp så testade man sig fram i programmet och samtidigt skrevs de olika stegen ner. Detta gjordes för att minnas dem och även för att lättare kunna förstå hur programmet bygger upp hela systemet.



Figur 9. Uppbyggnad av en underhållsplan.

4.3.1 Artikelregister

Under artikelregister registrerar man alla maskiner som skall finnas med i underhållssystemet. Artikelregister är Monitors version av ett anläggningsregister.

4.3.2 Serienummer/Batch

Serienummer/batch fungerar som en spårbarhet för maskinerna. Vid serienummer/batch kopplar man maskinerna från artikelregistret till ett individuellt serienummer. Varje maskin vid BS-Metall har ett eget serienummer, när Monitor kräver ett serienummer under serienummer/batch används maskinens egna serienummer.

4.3.3 Formulärmallar

Under formulärmallar skapar man alla underhåll. Varje underhåll skapas individuellt och kräver att man anger ett sätt att kvittera underhållen med. Sätt att kvittera underhållen med kan vara till exempel:

- Checkbox/kryssruta.
- Decimaltal.
- Datumfält.
- Textfält.

4.3.4 Underhållstyper

Här registreras vilka typer av underhåll man vill ha för att sedan koppla dem vidare vid underhållsmallar. Exempel på underhållstyper:

- Veckovis.
- Månadsvis.
- Årsvis.

4.3.5 Underhållsmallar

Till underhållsmallar kopplas underhållen från formulärmallar och typerna från underhållstyper. Här anges en frekvens för underhållen, till exempel 365 dagar \pm 7 dagar.

4.3.6 Registrera underhåll

Här registreras underhållsplanerna. Man kopplar underhållsplanerna till de maskiner som önskas. Det är möjligt att till exempel använda samma underhållsplan till flera maskiner eller flera underhållsplaner till samma maskin.

4.4 Verkliga underhållsplanernas skapande

När underhållsplanerna var färdigt skrivna i Microsoft Word och hur underhållssystemet skulle byggas upp var bestämt så överfördes informationen till Monitor.

Det första som gjordes var att registrera alla maskiner till Monitor. Maskiner fanns registrerade från förut men för att använda dem i underhållssystemet måste de vara registrerade som underhållsverktyg. Till maskinerna registrerades maskinens namn, serienummer, ID-nummer och tillverkningsdatum. Detta gjordes under fliken *Artikelregister*. Maskinerna kopplades sedan till ett serienummer för att göra den spårbar, som finns under *Serienummer/Batch*. Stångmagasinen registrerades inte som en skild maskin.

Underhållsplanerna infördes under *Formulärmallar*. Underhållen delades in i grupper beroende på deras tidsintervall, månadsvis, halvårsvis och årsvis. Det valdes att inte sätta in de dagliga underhållen i Monitor för att det skulle gå åt en hel del tid varje dag att gå in och godkänna alla dagliga underhåll. Dagliga underhållen är rätt så självklara och de flesta av dem görs redan från förut. Här skapades skilda underhållsmallar som anpassades åt endast maskinens stångmagasin.

Som *Underhållstyper* valdes det att använda underhållens tidsintervall. De tidsintervall som användes var månadsvis, kvartal årsvis, halvårsvis, årsvis, vartannat årsvis och vart fjärde årsvis.

Underhållens frekvens gavs vid *Underhållsmallar* och även en tolerans på frekvenserna. Eftersom underhållsplanerna är nya och det finns oklarheter i hur det kommer att fungera i praktiken så användes rätt så stora toleranser som i ett senare skede kan optimeras.

- ± 7 dagar på månadsvisa underhåll.
- ± 10 dagar på halvårsvisa underhåll.
- ± 14 dagar på årsvisa underhåll.

I det skede når allting är angett så skapades underhållsplanerna i *Registrera underhållsplan*. Fastän det finns flera av samma maskin så skapades ändå en enskild underhållsplan åt varje maskin. Detta gjordes på grund av att ifall det uppstår variationer mellan maskinerna i framtiden så går det enkelt att justera en individuell maskins underhållsplan. Det var även inte särskilt mycket mera jobb att skapa en individuell underhållsplan åt varje maskin. Ifall det görs eventuella ändringar i framtiden så måste de göras individuellt för alla de maskiner som kräver den ändringen.

Hur stångmagasinen registreras var ett av problemen som behövde tänkas över. Ifall man registrerade stångmagasinet som en skild maskin och skapade skilda underhåll åt stångmagasinet så blev både svarvens och stångmagasinets underhåll synliga åt varandra. Detta löstes med att inte alls registrera in stångmagasinen i Monitor, utan man skapade skilda underhåll och underhållsmallar åt svarvarna som namngedes enligt stångmagasinets märke. Till exempel *”Årliga underhåll åt IEMCA”* där IEMCA är märket på stångmagasinet. Då kom alla årliga underhåll åt stångmagasinet under den rubriken.

The screenshot shows a software interface for managing maintenance plans. At the top, there is a search bar with the text 'Underhållsplan för ID112'. Below this is a table titled 'Underhållsmallar' (Maintenance Templates) with the following data:

Kod	Benämning	Underhållstyp	Utfäst av	Start	Frekvens	Min. tolerans	Max. tolerans	Formulärkod
1	Underhåll varje månad för L20	1	Kalender	1,00 dagar	31,00 dagar	-7,00 dagar	7,00 dagar	1
2	Underhåll varje 6 månader för L20	3	Kalender	1,00 dagar	183... dagar	-10,00 dagar	10,00 dagar	2
3	Underhåll varje år för L20	4	Kalender	1,00 dagar	365... dagar	-14,00 dagar	14,00 dagar	3
6	Underhåll varje månad för IEMCA	1	Kalender	1,00 dagar	31,00 dagar	-7,00 dagar	7,00 dagar	6
7	Underhåll varje 6 månader för IEMCA	3	Kalender	1,00 dagar	183... dagar	-10,00 dagar	10,00 dagar	7
8	Underhåll varje år för IEMCA	4	Kalender	1,00 dagar	365... dagar	-14,00 dagar	14,00 dagar	8

Below the table, there is a section titled 'taller för artikel' (Article Details) showing the following information:

M	Artikelnummer	Benämning
	ID 112	Citizen Cincom L20 LPV3

Figur 10. Registrering av maskin och underhåll.

I *figur 10* visas hur en underhållsplan är uppbyggd. I den övre rutan finns underhållsmallarna indelat, de är indelade enligt tidsintervall på underhållen och ifall att underhållen riktas åt CNC-svarven eller magasinet. Inom dessa underhållsmallar finns de specifika underhållen. De maskiner som är kopplade till denna underhållsplan syns i den nedre rutan. Som tidigare nämnt så fick alla maskiner en egen underhållsplan, det vill säga alla underhållsplaner har endast en maskin kopplat till sig som i *figur 10*. Det skulle ha gått att registrera alla de maskiner som identiska till samma underhållsplan. Detta undveks på grund av att ifall det i

framtiden uppstår ändringar mellan de maskinerna så finns det en enskild underhållsplan åt varje maskin för att justera dessa eventuella ändringar.

Underhållssystemet består av totalt elva maskiner vid examensarbetets slut. Vid behov kommer det vara möjligt att enkelt göra ändringar kring underhållsplanerna framöver. I princip allting som gjorts i Monitor går enkelt att justera och ändra vid behov, vartefter så önskas.

Till underhållsplanerna har den gamla underhållsinformationen kompletterats med den nya underhållsinformationen. Underhållen som underhållsplanerna är uppbyggda av består främst av underhåll som hittats från maskinmanualerna. En del gamla underhåll som inte fanns med i maskinmanualerna har lagts med och även nya underhåll rekommenderade av BS-Metall användes till underhållsplanerna.

4.5 Underhållsplanen i praktiken

För BS-metall kommer underhållsplanerna ha en stor inverkan på underhållet av maskinerna. Före detta examensarbete var maskinoperatörerna tvungna att söka igenom engelska maskinmanualer för att hitta maskintillverkarnas rekommenderade underhåll. Det är inte bara tidskrävande och svårt att utföra underhållen på det sättet, utan det blir också svårt att hålla koll på vad som skall göras, när det skall göras och vad som är gjort.

När det är dags att underhålla en maskin går operatören och aktiverar underhållsordern som blivit skapad på förhand. Aktiveringen av tillverkningsordrar och underhållsordrar görs via maskinintegrationen som är kopplad till datorplattan som finns intill maskinen. Efter att underhållet är aktiverat skall operatören gå till närmaste dator och öppna rapportera underhåll fliken i Monitor.

Figur 11. Rapportera underhåll i Monitor.

Genom att ange vilken maskin som skall underhållas i servicenummer fältet dyker då alla underhållsmallar för den maskinen upp. Vilken typ av underhåll som skall göras syns på underhållsordern och fylls i vid underhåll fältet i Monitor för att göra underhållen synliga.

Kod	Benämning	Kod	Beskrivning
9	Underhåll varje månad för ABX-64SYYS	7	Underhållsplan för ID215
12	Underhåll varje 3 månader för ABX-6...	7	Underhållsplan för ID215
17	Underhåll varje 6 månader för ABX-6...	7	Underhållsplan för ID215
21	Underhåll varje år för ABX-64SYYS	7	Underhållsplan för ID215
25	Underhåll varje månad för TOP-mag...	7	Underhållsplan för ID215
26	Underhåll varje år för TOP-magasin	7	Underhållsplan för ID215
27	Underhåll varje 4 år för TOP-magasin	7	Underhållsplan för ID215

Figur 12. Underhållsmallarna indelat enligt tidsintervall.

När en underhållsmall är angett blir då alla underhåll för den maskinen med det intervallet synliga.

Rapportera underhåll

Servicenummer: Tillverkningsorder: Serienummer: CT640044 - ID215 Underhåll: Underhåll varje år för A... Rapporterad av: Rapporteringsstatus: Ej påbörjad Verkligt datum:

Status: Nästa tillfälle: Färgkod:

Godkänd för använ...

Underhåll Dokument

Rapportera

Kort kommentar: Kommentar: Underhållsstatus:

Instruktioner

Instruktioner:

Formulär

Benämning	Öv.	Rapporterat värde	Min. tolerans	Börvärde	Max. tolerans
Underhåll varje år	<input type="checkbox"/>				
Granska att radiellt spel och axiellt spel är inom 0,002 mm på både främre och bakre lagret och på båda spindlarna	<input type="checkbox"/>		-0,01	0,00	0,01
Granska repeteringsnoggrannhet och positioneringsnoggrannhet på x-, y- och z-axeln på verktygsrevolverna. Kastet skall vara...	<input type="checkbox"/>		-0,01	0,00	0,01
Granska kastet mellan spindlarna. Kastet skall vara inom 0,01 mm	<input type="checkbox"/>		-0,01	0,00	0,01
Granska vinkeln mellan gejdern och huvudspindeln på både x-axeln och z-axeln. Kastet skall vara inom 0,01 mm	<input type="checkbox"/>		-0,01	0,00	0,01
Granska verktygsplatsernas repeteringsnoggrannhet. Jämför värden med de ursprungliga test värden.	<input type="checkbox"/>				
Granska spelet för drivsystemet. Jämför värden med de ursprungliga test värden.	<input type="checkbox"/>				
Granska skillnaderna mellan revolvrens referenspunkt och spindlarnas referenspunkt. Jämför värden med de ursprungliga test v...	<input type="checkbox"/>				
Granska parallelliteten mellan gejdern och huvudspindeln i z-riktning och y-riktning. Jämför värden med de ursprungliga test värd...	<input type="checkbox"/>				
Byt batteriet för minnesenheten	<input type="checkbox"/>				
Granska spelet på x-, y- och z-axels gejder. Spelet bör vara inom 0,002 mm	<input type="checkbox"/>		-0,01	0,00	0,01
Granska att både främre och bakre lagret på både spindlarna inte har något ovanligt ljud vid körning eller blir ovanligt varma	<input type="checkbox"/>				
Hydraulikoljan skall bytas årligen. Om oljefärgen blir brunare före så skall oljan bytas i förtid.	<input type="checkbox"/>				
Granska att smörjoljans ventil inte är stockad	<input type="checkbox"/>				

Figur 13. Underhållen blir synliga.

Operatören fyller i rapporterat värde som syns i *Figur 13* och när allting är gjort så sparas dokumentet och underhållen är då kvitterade. Ifall att man vill gå tillbaka och kolla upp historiken för de kvitterade underhållen så är det fullt möjligt att göra det.

5 Diskussion

Uppdraget har varit lärorikt såväl som intressant. Före uppdragets början visste jag inte hur stort ämne underhållssystem faktiskt är. Hur ingående vissa program är och alla typer av funktioner som kommer med programmen var helt nytt för mig. Jag har inte heller gått någon underhållskurs eller något liknande tidigare, en stor del av underhållsteorin var nytt för mig också.

Uppdraget fungerade bra som ett examensarbete under COVID-19 förhållandena. Arbetet påbörjades i lugn takt under hösten 2020 och runt höstlovet stod arbetet stilla en stund på grund av att COVID-19 situationen var värre då. Det var först vid årsskiftet som examensarbetet börjades prioriteras, en stor orsak till detta var för att resten av skolarbeten var mildare då. Jag lånade maskinmanualerna från BS-Metall och gick igenom dem hemifrån vilket var bra med tanke på COVID-19 omständigheterna. Från Monitor var det även möjligt att få en DEMO-version av programmet som gick att köra på egen dator. Underhållsplanernas skapande och testande av Monitors verktyg kunde göras i största del hemifrån. De färdig gjorda underhållsplanerna var jag tvungen att överföra vid BS-Metall.

Det finns flera maskiner som inte fick underhållsplaner i det här skedet som har någotsånär liknande konstruktion och är utav samma märke. Detta skulle kunna betyda att deras givna underhåll kunde vara rätt så lika som de underhåll jag redan har översatt och klargjort. Jag tror att det kommer gå att få underhållsplaner åt en del maskiner till utan att behöva lägga värst mycket tid på det. BS-Metall har ett antal maskiner som är av helt annat märke och konstruktion och det kommer troligtvis att kräva lite mer tid för att få underhållsplaner åt de maskinerna.

Monitor som underhållsprogram har varit enkel att jobba med och det har ändå gått att få de funktioner som önskas av ett underhållsprogram. Eftersom underhållsfunktionen är ny så har det funnits en del buggar och även en del önskade saker som inte har varit tillgängliga ännu. Monitor Support har varit väldigt hjälpsamma och svarat fort på frågor och funderingar kring underhållsfunktionen och även korrigerat en del saker som blivit påpekade.

Uppbyggnaden av underhållssystemet fungerade riktigt bra. I Monitor var det möjligt att få med allt som önskades till underhållsplanerna. Inlärningsprocessen till Monitor var även relativt kort. Det finns inte ett korrekt sätt att bygga upp ett underhållssystem på i Monitor, underhållsfunktionen kan lämpas åt olika sorters verktyg. Kunden får själv bestämma hur de vill bygga upp underhållssystemet och till vad det används. För underhållssystemet till BS-

metall hittades en lämplig lösning på uppbyggnaden. En stor del av uppbyggnaden följdes Monitors rekommendationer/exempel men vissa saker krävde egna individuella lösningar.

5.1 Vidareutveckling av projektet

Examensarbetet kommer att fungera som en grund för underhållet av maskinerna och även som en grund för uppbyggnaden av underhållssystemet. Underhållsplanerna kommer att tas i bruk efter att examensarbetet är färdigt och därefter kan man vid behov optimera det som blivit gjort under examensarbetet. Underhållsplaner för de resterande maskinerna kommer även att skapas efter examensarbetets slut.

5.2 Slutord

Jag vill slutligen tacka mina handledare för all hjälp med examensarbetet, tack till min handledare från företagets sida Simon Yliaho som alltid svarat på frågor kring uppdraget. Tack även till min handledare från skolans sida Tobias Ekfors som hjälp till med att strukturera och avgränsa arbetet på ett lämpligt sätt. Med bra handledare har uppdraget gått att utföra på ett effektivt sätt och motivationen har hållits uppe under hela arbetets gång. Jag vill till sist tacka BS-Metall för möjligheten att göra mitt examensarbete i samarbete med dem, tack även till övrig personal som hjälpt till med uppdraget.

6 Källförteckning

- Absolutemachine.* (u.å.). Hämtat från The Importance of CNC Machine Maintenance: <https://absolutemachine.com/importance-cnc-machine-maintenance/>
- Affärssystem.* (2007). Hämtat från Wikipedia: <https://sv.wikipedia.org/wiki/Aff%C3%A4rssystem>
- Allmän svarvning.* (u.å.). Hämtat från Sandvik.coromant: <https://www.sandvik.coromant.com/sv-se/knowledge/general-turning/pages/default.aspx>
- AMsystem.* (u.å.). Hämtat från AM system: <https://amsystem.com/sv/newsroom/anvandningsomrade/underhallsplan/>
- Ansaharju, T., & Maaranen, K. (2011). *Maskinell bearbetning*. Tammerfors.
- Bar Feeder Process Description.* (u.å.). Hämtat från libertymachinery: <https://libertymachinery.com/process-descriptions/bar-feeder-process-description/>
- CEN. (2017). Hämtat från Maintenance terminology.
- CITIZEN MACHINERY MIYANO CO., L. (2014). *Instruction Manual*.
- Idus.* (2021). Hämtat från Idus AB: <https://www.idus.se/fordelar/>
- Indikatorklocka.* (2012). Hämtat från Wikipedia: <https://sv.wikipedia.org/wiki/Indikatorklocka>
- Järviö, P., & Åström, P. (2007). *Kunnossapito*.
- Johansson, K.-E. (1997). *Driftsäkerhet och underhåll*.
- Möller, P., & Jurgen, S. (1998). Underhållsteknik. i P. Möller, & S. Jurgen, *Underhållsteknik* (s. 220). Liber.
- MonitorERP.* (2020). Hämtat från Monitor: <https://monitorerp.com/sv/news/news/nytt-aar-och-nya-smarta-funktioner-i-monitor-g5/>
- netinbag.* (2018). Hämtat från Vad är en arbetsorder?: <https://www.netinbag.com/sv/business/what-is-a-work-order.html>
- Oiling the lathe.* (u.å.). Hämtat från bluechipmachineshop: http://www.bluechipmachineshop.com/books/SB_H2.pdf
- OnUpKeep.* (2017). Hämtat från Predictive and Preventive Maintenance Statistics: <https://www.onupkeep.com/learning/maintenance-metrics/maintenance-statistics>
- Svarvning.* (2014). Hämtat från Wikipedia: <https://sv.wikipedia.org/wiki/Svarvning>
- Svenska kommunförbundet. (1999). *Smörja i tid*. Hämtat från kth: https://www.kth.se/social/upload/50f908f7f27654548aea795c/doc14721_1.pdf
- The Basics of Computer Numerical Control.* (2019). Hämtat från cnci: <https://www.cnci.com/post/the-basics-of-computer-numerical-control>