

Edvart Anton Hansen
Joakim Aleksander Kristensen
Kaan Koca

Hvordan avviksregistrering og - håndtering kan føre til forbedret kapasitetsberegning og produksjonsplanlegging

Bacheloroppgave i Logistikingeniør
Veileder: Tore Lennart Lauritzen
Mai 2022



Edvart Anton Hansen
Joakim Aleksander Kristensen
Kaan Koca

Hvordan avviksregistrering og - håndtering kan føre til forbedret kapasitetsberegning og produksjonsplanlegging



Bacheloroppgave i Logistikingeniør
Veileder: Tore Lennart Lauritzen
Mai 2022

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for økonomi
Institutt for industriell økonomi og teknologiledelse



<i>Tittel (norsk og engelsk):</i> Hvordan avviksregistrering og -håndtering kan føre til forbedret kapasitetsberegning og produksjonsplanlegging <i>How registration of deviations and deviation handling can lead to improved capacity calculation and production planning</i>	<i>Gruppenr.:</i> 011
<i>Forfattere:</i> Edvart A. Hansen Kaan Koca Joakim A. Kristensen	<i>Dato:</i> 20.05.2022
	<i>Gradering:</i> Åpen
<i>Studieretning:</i> Bachelor logistikkingeniør	
<i>Veileder:</i> Tore L. Lauritzen Tore.L.Lauritzen@ntnu.no	
<i>Oppdragsgiver:</i> Jankos Mekaniske Verksted AS	
<i>Oppdragsgivers kontaktperson:</i> Sindre Berdal Sindre@Jankos.no	

<i>Sammendrag:</i> Denne oppgaven tar for seg avviksregistrering og -håndtering, og følgene dette har for en produksjonsbedrift. Ved simulering har gruppen gransket påvirkningen avvik har på en HMLV-bedrift, og diskutert hvorfor avviksregistrering er viktig for produksjonsplanlegging og kapasitetsberegning.	
<i>Stikkord:</i> Avviksregistrering	<i>Keywords:</i> Registration of deviations

Kapasitetsberegning	Calculation of capacity
Visualisering (Visuell ledelse)	Visualization (Visual Management)
HMLV (High-Mix, Low-Volume)	HMLV (High-Mix, Low-Volume)

Forord

Bachelorgruppen, bestående av Edvart Anton Hansen, Kaan Koca og Joakim Aleksander Kristensen, har jobbet med prosjekt for Jankos Mekaniske Verksted siden høsten 2021, først i forbindelse med faget TLOG3011 *Prosjekt Logistikk*, og påfølgende Bacheloroppgave våren 2022. I faget TLOG3011 valgte gruppen å se på standardisering og opplæring, men etter ønske fra bedriften ble ikke dette temaet videreført på bacheloroppgaven. Grunnen var at bedriften hadde ansatt en opplæringsansvarlig nylig som tok seg av dette. Videre ble fokuset satt på visualisering av avvik og visuell ledelse i bedriften. Etter rådføring med både veileder og bedriften, ble det til slutt besluttet at oppgaven skulle ta for seg avviksregistrering og visualiseringsverktøy, og påfølgende endring i kapasitet og produksjonsplanlegging. Rapporten tar for seg noe av arbeidet gjort høsten 2021 i faget TLOG3011.

Bacheloroppgaven fremstiller en kombinasjon av det praktiske arbeidet gruppen har tatt for seg og teorien som er lært de siste tre årene. Gruppen har anvendt teorien lært gjennom studiet i en praktisk case ved å komme med løsninger til en reell utfordring hos Jankos, både i form av planlegging, ledelse og teknisk teori.

Gruppen vil sende stor takk til veileder Tore L. Lauritzen for tett oppfølging og gode råd gjennom hele vårsemesteret 2022. Gruppen vil også sende stor takk til produksjonsleder Sindre Berdal, daglig leder Jan Rune Berdal, opplæringsansvarlig Sohil Memarpour, og andre ansatte ved Jankos gruppen har vært i kontakt med, for godt samarbeid. Til slutt vil gruppen også takke Ørjan Valstrand i BDO for rådgivning og tilgang til BDO sine digitale verktøy for Jankos.

Trondheim, mai 2022.



Joakim A. Kristensen



Kaan Koca



Edvart A. Hansen

Sammendrag

Denne rapporten tar for seg virkningene avviksregistrering har på en produksjonsbedrift. Gruppen har samarbeidet med Jankos Mekaniske Verksted, en HMLV-bedrift, og analysert og vurdert hvordan dette påvirker bedriften. Jankos har opparbeidet seg et rykte for å levere produkter av høy kvalitet, og hadde i 2021 kun 4 kundereklamasjoner. Bedriftens interne kvalitet er derimot en større utfordring, og systemet for avviksregistrering og -håndtering er ikke optimalisert, blant annet fordi det ikke registreres tid brukt på avvik.

Ved bruk av historiske data og oppstartsark har gruppen laget et system for avviksregistrering som kan brukes av bedriften, frem til de finner en permanent løsning. I dette systemet simulerte gruppen registrering av 500 avvik for å vise hvordan et slikt system kan brukes, og hvilke slutninger som kan trekkes av resultatene. Videre blir det utdypet hvordan man kan bruke resultatene fra dette systemet for å etablere måltall, slik at bedriften kan gjøre løpende tilstandssjekker. Måltallene skal også brukes i PUKK-hjulet, for kontinuerlig forbedring.

Bruk av visuell kommunikasjon kommer også frem som en viktig del i bruken av avviksregistrering og måltall, for å skape felles mål og forståelse gjennom hele bedriften. Gruppen legger frem forslag til hvordan Jankos kan bruke dette for å øke markedsandel og jobbe mot kontinuerlig forbedring. Til slutt ser gruppen på hvordan Jankos de neste årene kan bygge videre på gruppens forslag for å forbedre systemene rundt produksjonen og bli enda mer konkurransedyktige.

Abstract

This report addresses the effects registration of deviations has on a production company. The group has collaborated with Jankos Mekaniske Verksted, an HMLV company, and analyzed and assessed how this affects the company. Jankos has built up a reputation for delivering high quality products, and in 2021 had only four customer complaints. The company's internal quality, on the other hand, is a major challenge, and the system for deviation registration and handling has not been optimized, partly because time spent on deviations is not registered.

Using historical data and start-up sheets, the group has created a system for deviation registration that can be used by the company until they find a permanent solution. In this system, the group simulated the registration of 500 deviations to show how such a system can be used, and what conclusions can be drawn from the results. Furthermore, it is elaborated how to use the results from this system to establish Key Performance Indicators, so that the company can do ongoing condition checks. The Key Performance Indicators will also be used in a PDCA-cycle-, for continuous improvement.

The use of visual communication also emerges as an important part of the use of deviation registration and Key Performance Indicators, in order to create common goals and understanding throughout the company. The group puts forward proposals for how Jankos can use this to increase market share and work towards continuous improvement. Finally, the group looks at how Jankos can build on the group's proposals in the next few years to improve the systems around production and become even more competitive.

Innholdsfortegnelse

DEFINISJONER	3
1 INTRODUKSJON	4
1.1 BAKGRUNN	4
1.2 PROBLEMSTILLING	4
1.3 MÅLFORMLERING	5
1.3.1 RESULTATMÅL	5
1.3.2 EFFEKTMÅL	5
1.4 SITUASJONSANALYSE	6
1.4.1 GENERELT OM BEDRIFTEN	6
1.4.1.1 Pro-M	10
1.4.1.2 Power BI	11
1.4.2 STYRKER	11
1.4.3 UTFORDRINGER	12
1.4.3.1 Dagens avviksregistrering	12
1.4.3.2 Manglende standarder	13
1.4.3.3 Dagens kapasitetsberegning og produksjonsplanlegging	14
1.4.4 MULIGHETER	15
1.4.5 TRUSLER	16
1.5 OMFANG OG AVGRENSNINGER	17
1.6 INTERESSEENTER	17
1.7 ORGANISERING	18
1.8 LESERVEILEDNING	19
2 TEORI	19
2.1 SWOT-ANALYSE	19
2.2 WBS	20
2.3 KONTINUERLIG FORBEDRING (PDCA)	21
2.4 MÅLTALL	22
2.5 VISUELL LEDELSE	23
2.6 AVVIK - REGISTRERING OG HÅNTERING	24
2.7 KVALITETSSTYRING	25
3 METODE	25
3.1 VEILEDNINGSTIMER	26
3.2 BEDRIFTSMØTER	28
3.2.1 BEDRIFTSBESØK	28
3.2.2 BEDRIFTSMØTER	29
3.3 DATAINNSAMLING	30
3.3.1 KVALITATIV DATA	31

3.3.2 KVANTITATIV DATA	31
3.4 LITTERATURSØK.....	32
3.5 USIKKERHET.....	33
3.5.1 USIKKERHET KNYTTET TIL SIMULERING	33
3.5.2 USIKKERHET KNYTTET TIL HISTORISKE DATA	34
3.6 PROSJEKTET GJENNOMFØRELSE I HENHOLD TIL PLAN	34
<u>4 EGNE UNDERSØKELSER/MÅLINGER/OBSERVASJONER.....</u>	<u>35</u>
4.1 SPØRREUNDERSØKELSE	35
4.2 AVVIKSREGISTRERING.....	41
4.2.1 AVVIKSKODER.....	42
4.2.2 GJENNOMGANG AV AVVIKSREGISTRERINGSARK	45
4.3 KAPASITETSBEREGNING	49
<u>5 RESULTATER.....</u>	<u>50</u>
5.1 RESULTAT AV AVVIKSSIMULERING	50
5.2 SIMULERING AV KAPASITETSBEREGNING	54
5.3 VISUALISERINGSVERKTØY	56
<u>6 DISKUSJON.....</u>	<u>58</u>
6.1 ANALYSE AV AVVIKSREGISTRERING.....	58
6.2 ANALYSE AV KAPASITETSBEREGNING	61
6.3 ANALYSE AV VISUALISERINGSVERKTØY.....	62
<u>7 KONKLUSJON OG ANBEFALINGER</u>	<u>65</u>
<u>8 VIDERE ARBEID</u>	<u>66</u>
8.1 SØK ETTER ROTÅRSAKER OG TILTAK MOT AVVIK	66
8.2 STANDARDISERING AV OPPLÆRING	67
8.3 BRUK AV OVERALL EQUIPMENT EFFICIENCY (OEE) OG ANDRE MÅLTALL.....	67
<u>9 REFERANSER.....</u>	<u>68</u>
<u>10 FIGURER OG VEDLEGG</u>	<u>69</u>
10.1 FIGURER	69
10.2 VEDLEGGSLISTE	71

Definisjoner

Ord	Forklaring
HMLV	High Mix, Low Volume. Produseres mange forskjellige produkter i relativt små kvantum
MTO	Make-To-Order. Produksjon starter etter ordre er mottatt
Single-op	Produkter som produseres ved å kun bruke en maskin
Multi-op	Produkter som må kjøres gjennom flere enn én maskin for å produseres
Avvik	Tilstand eller hendelse utenfor det normale. Det normale defineres av hver enkelt bedrift
Standardisering	Innføring av like arbeids- og andre protokoller
Rotårsak	Et forhold som kan føre til at en feil kan oppstå
PDCA/PUKK	Plan, Do, Check, Act. System for forbedring

1 Introduksjon

1.1 Bakgrunn

Bachelorgruppen tok med seg erfaringene fra TLOG3011 *Prosjekt logistikk*, og videreførte samarbeidet med Jankos Mekaniske Verksted til våren 2022. Oppgaven virket for gruppen som utfordrende og spennende, og med utført kartlegging av bedriften semesteret før var gruppen motivert for å fortsette samarbeidet og levere et produkt Jankos kunne ha nytte av.

Jankos Mekaniske Verksted AS, heretter omtalt som Jankos eller bedriften, er en bedrift med to produksjonsanlegg, lokalisert i henholdsvis Snillfjord og Orkdal. Bedriften har siden 1993 drevet med bearbeiding av metall, og tar i dag hånd om alle typer produksjonsoppgaver fra en stadig økende kundemasse. Bedriften har høy kompetanse innen dreining, fresing, boring og sveising (Jankos, N.D). Jankos er en High-Mix, Low-Volume (HMLV) bedrift, som betyr produksjon av en rekke forskjellige produkter i lave antall. Som en følge av dette, benytter Jankos seg av produksjonsstrategien Make-To-Order (MTO). MTO er en strategi hvor bedriften ikke produserer før de har fått ordre på et eller flere produkter. Fordi bedriften ikke produserer til lager, men produserer på bestilling, er den avhengig av fleksibilitet og oversiktighet i produksjonsplanleggingen.

I dag har ikke Jankos detaljert oversikt over tilgjengelig kapasitet eller hvor mange, og hvilke avvik som inntreffer, og dette gjør det utfordrende å gi nøyaktig leveringstid og -pris til kunder. Gruppen har dermed, i samråd med bedrift og veileder, besluttet å ha avviksregistrering, og følgene dette har, som hovedtema i oppgaven.

1.2 Problemstilling

Grunnet valg av hovedtema, har gruppen valgt “Hvordan avviksregistrering og -håndtering kan føre til forbedret kapasitetsberegning og produksjonsplanlegging” som problemstilling i denne oppgaven. Dette vil foregå ved undersøkelse og analyse av data fra bedriften, simulering med avviksregistreringssystem, og utforming av visuell modell som kommuniserer effektene avvik har på produksjon med tanke på kapasitet, kostnader og tid tapt. I forbindelse med valgt problemstilling, har gruppen stilt følgende forskningsspørsmål som skal besvares i rapporten:

- Hvordan kan avviksregistrering hjelpe bedriftens nåsituasjon?
- Hva skal til for å kunne gjennomføre gode kapasitetsberegninger?

- Hvilke typer visualisering skal brukes for å gi bedriftens ansatte informasjon på en effektiv måte?
- Hvilken virkning vil avviksregistreringen og visualiseringsverktøyet ha for kontinuerlig forbedring?

1.3 Målformulering

Ved prosjektets start har gruppen satt mål som skal være oppnådd ved prosjektslutt. Disse er utformet etter retningslinjer for målformulering innen prosjektstyring, SMART-mål (Spesifikt, Målbart, Akseptert, Realistisk, Tidsavgrenset). Målene er som følger:

1.3.1 Resultatmål

Resultatmålene forteller hva som skal være levert ved prosjektslutt, og har som formål å sikre at prosjektet gjennomfører det som har blitt avtalt. Målene er utformet av gruppen, og godkjent av veileder og ledelsen hos Jankos, slik at prosjektet får ønsket resultat for interessentene.

- Levere pilot på avviksregistreringssystem som grupperer og visualiserer avvik, og gir oversikt over de hyppigste avvikstypene.
- Utføre simulering med registreringssystem, og regne ut hvordan avvikene i dag påvirker produksjonen.
- Avdekke manglende data for kapasitetsberegning, og vise viktigheten ved bruk av måltall.
- Dashboard som visualiserer ønsket data.

1.3.2 Effektmål

Ovennevnte resultatmål vil ha effekter for bedriften etter prosjektets slutt. Målene for disse effektene har gruppen valgt å sette som:

- Jankos kan gi forventet leveringstid og -pris med større sikkerhet, fordi bedriften er klar over hvor stor reell kapasitet er
- Positiv utvikling for bunnlinje på grunn av færre avvik, og høyere intern kvalitet på produksjonen.
- Økt forutsigbarhet for kommende produksjon for ledelse og ansatte hos Jankos.

1.4 Situasjonsanalyse

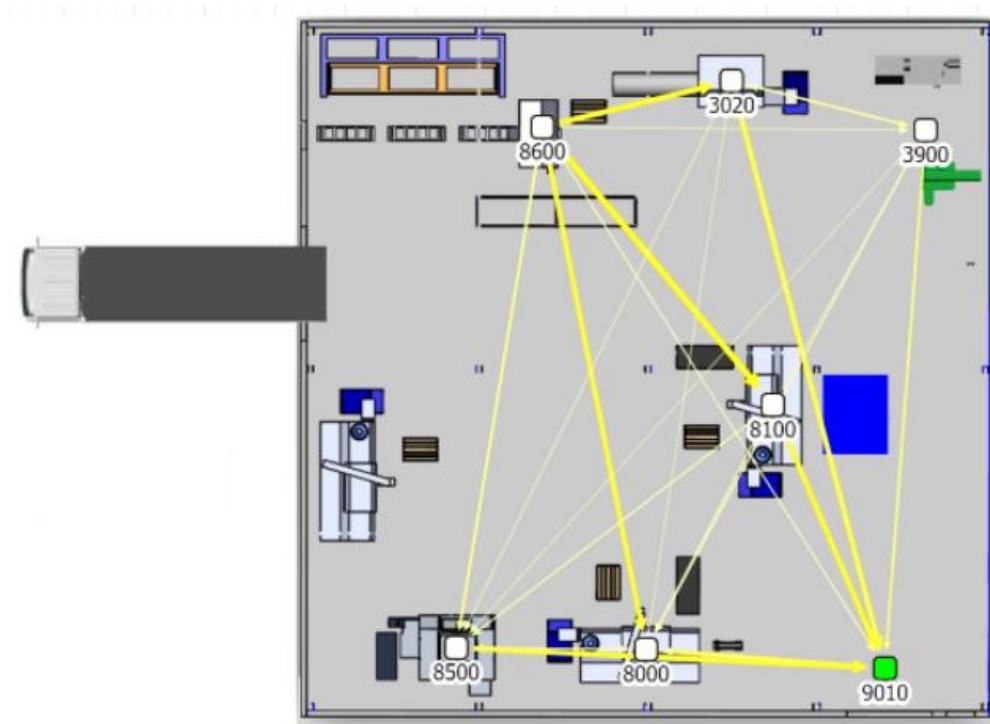
I dette delkapitlet vil gruppen presentere en situasjonsanalyse som gjennomgår dagens situasjon hos bedriften, dette for å introdusere nåsituasjonen hos bedriften på en overordnet måte. Delkapitlet er også skrevet i en form som følger en SWOT-analyse, der det gjennomgås hvilke styrker (S, strengths), utfordringer (W, weaknesses), muligheter (O, opportunities) og trusler (T, threats) som finnes i bedriften. Dette gjøres både for å kartlegge bedriftens nåsituasjon, og for å gi et detaljert innblikk i SWOT, se figur 1.2, som blir presentert videre i situasjonsanalysen.

1.4.1 Generelt om bedriften

Jankos Mekaniske Verksted er en maskineringsbedrift som spesialiserer seg i CNC fresing, dreining, boring og sveising. De er sertifisert med ISO 9001 *Kvalitetsledelse* og ISO 14001 *Miljøledelse*. Deler produsert av bedriften finnes over hele verden, i et vidt spenn av bedrifter og produkttyper. Produktene Jankos produserer varierer fra små plastbiter til store metallokk for bruk ved smelteverk. Produksjonen klassifiseres som High-Mix, Low-Volume (HMLV), noe som betyr at det produseres et mangfold av forskjellige produkter i lave kvantum. På grunn av mangfoldet av produkter som produseres i lavt kvantum, har ikke bedriften ferdigvarelager av betydning, og benytter seg av produksjonsstrategien Make-to-Order (MTO). MTO innebærer at produksjonen av et produkt ikke starter før bedriften har fått ordre på det spesifikke produktet. Dette gjør at kundene har mulighet til å etterspørre skreddersydde, spesielle produkter. Ordrene blir som regel ikke gjentatt på jevnlig basis eller på en forutsigbar måte (Saniuk & Waszowski, 2016). (Haldorhamn, et al., 2021) Denne MTO-karakteristikken gjør det vanskelig for bedrifter som Jankos å forutsi hvilke produkter de får ordre på i fremtiden, og i hvilket kvantum. Produksjonsplanlegging og behandling av forespørsler kan derfor bli krevende, og fremtiden mer uvisst for MTO-bedrifter sammenlignet med masseproduksjonsbedrifter som produserer til lager, ofte kalt Make-to-Stock (MTS). Produktene som produseres hos Jankos varierer også i kompleksitet. Noen av produktene er simple nok til å produseres i en maskin, kalt single-op, mens andre produkter må gjennom flere maskiner før de er ferdige, kalt multi-op. Hvilke maskiner de forskjellige produktene må gjennom er forskjellig fra produkt til produkt, og dette fører til at det ikke er noen kontinuerlig, naturlig flyt mellom arbeidsstasjonene. I 2020 var opptil 70% av

antall deler produsert hos Jankos single-op, og disse sto for omtrent 58% av den totale årlige omsetningen (Haldorhamn, et al., 2021).

Jankos har i dag to produksjonslokasjoner, et verksted i Snillfjord og et verksted i Orkanger. Verkstedet i Snillfjord er hovedkvarteret for bedriften, og på denne lokasjonen gjøres det arbeidsoppgaver innen sveis og maskinering. Det er også ved dette verkstedet administrasjonen har kontorer. Denne lokasjonen har vært med fra starten, og var i utgangspunktet en låve. Her har det i løpet av årene siden 1993 blitt satt inn diverse maskiner for å kunne møte etterspørsel i både kvantum og kompleksitet. Siden maskinene gradvis har kommet på plass, er ikke planløsningen på verkstedet optimalisert, og maskinene har blitt satt der de har fått plass. Dette har endt med at det er korte avstander mellom maskinene, og verkstedet er generelt trangt. Det er heller ikke tatt hensyn til hvilke maskiner som ofte samhandler i produksjonen ved plassering. Ved det andre verkstedet, i Orkanger, foregår det kun maskinering. På denne lokasjonen er det også færre maskiner, som fører til bedre plass. Her er det heller ikke tatt hensyn til hvilke maskiner som ofte brukes sammen i produksjonen av deler. Det arbeides i dag med ferdigstilling av nytt lokale i Orkanger, og Jankos forventer å flytte inn her i løpet av året. Ved det nye lokalet er det tatt hensyn til optimalisering av planløsningen, blant annet basert på innspill fra tidligere bachelorgruppe våren 2021, som vist i figur 1.1.



Figur 1.1: Foreslått planløsning til lokasjon i Orkanger ved bachelorgruppe våren 2021 (Haldorhamn, et al., 2021)

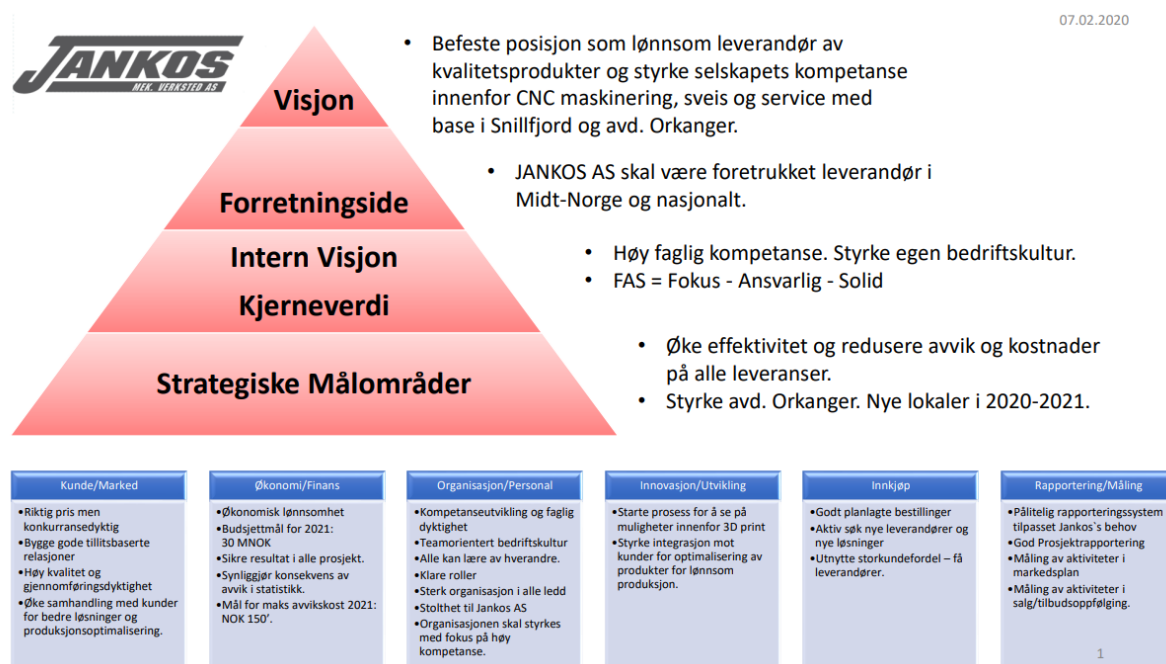
Høsten 2021 startet gruppen et nytt samarbeid med Jankos Mekaniske Verksted, i forbindelse med faget TLOG3011, Prosjekt Logistikk. I løpet av dette faget fikk gruppen innblikk i bedriften, og fant ut at dette er en bedrift med få kundereklamasjoner, men med en del interne kvalitetsproblemer. Dette innebærer blant annet produkter som kommer utenfor toleransegrenser for mål, produkter med dårlige gjenger, og produkter som blir skadet eller ødelagt underveis i produksjonen. Bedriften forsøker å minimere effekten av dette ved å kappe flere emner ved produksjonsstart i tilfelle vrak. Dette gjøres dog ikke på alle ordre, og i 2021 ble det registrert 61 avvik på feil størrelse, 16 avvik på ødelagt underveis i produksjon og 12 avvik på produksjon av ny bit. Alle disse avvikene krever at det enten bearbeides for å fikse produktet, eller at det produseres et helt nytt produkt. Dette er tidkrevende, og om det ikke er tatt tilstrekkelig høyde for dette fra begynnelsen, vil det være nødvendig å kappe nye emner og starte om igjen. For en bedrift som produserer flere tusen produkter i året er ikke dette ekstreme tall, men på grunn av manglende avviksregistrering kan dette være kun en liten del av faktiske avvik. Dette blir gjennomgått videre i kapittel 1.4.3 “Utfordringer”. Gruppen gjennomførte en SWOT-analyse for å få en grundig situasjonsanalyse av Jankos. Denne er presentert i figur 1.2, og diskuteres videre fra kapittel 1.4.2 *Styrker* til og med kapittel 1.4.5 *Trusler*. Fremgangsmåte og hvorfor SWOT-analyse brukes gjennomgås i kapittel 2.1 *SWOT-analyse*.

	Nytte	Skade
Intern	<p>Styrker</p> <ul style="list-style-type: none"> - Allsidighet - Kvalitet til kunde - Ekspertise/erfaring - Organisasjonen ønsker forbedring 	<p>Utfordringer</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kapasitetberegning - Mangel på standard - Lite visualisering - Mangelfull avviksregistrering
Ekstern	<p>Muligheter</p> <ul style="list-style-type: none"> - Stort kunde potensial - Forbedre rennømmé 	<p>Trusler</p> <ul style="list-style-type: none"> - Stor konkurranse - Vanskelig å ansette nye

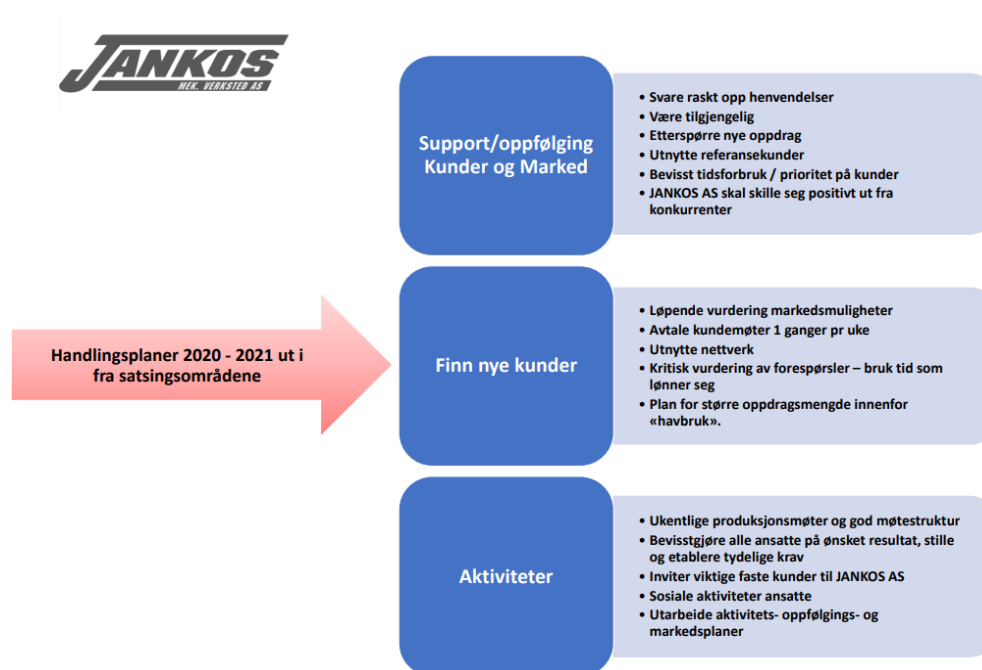
Figur 1.2: SWOT analyse av bedriften

Kvalitetsstyring i produksjon for Jankos er, ifølge bedriftens visjon og forretningsidé, å ha riktig, men konkurransedyktig pris, gode og tillitsbaserte relasjoner, høy kvalitet og gjennomføringsdyktighet. Kvaliteten i produksjonen betyr her at produktene levert til kunden er innenfor spesifikasjonene, estetiske og letthåndterlige. Det er også viktig for Jankos, som enhver bedrift, at de er konkurransedyktige på pris, men også får en god nok pris til at bedriften tjener penger. Dette er direkte knyttet til bedriftens økonomiske visjon, hvor Jankos har satt et mål for maks avvikskostnad i 2021 på NOK 150'000. Det kommer også frem av visjonen at Jankos ønsker å synliggjøre konsekvensene av avvik i statistikk, noe gruppen har tatt for seg gjennom bachelorprosjektets løp, se kapittel 1.4.3.1 for dagens avviksregistrering og -behandling, og kapittel 4.2 for gruppens forslag til alternativ løsning.

Fra punktene under Organisasjon/Personal i visjonen, kan man lese at kompetanseutvikling og faglig dyktighet er et viktig tema for bedriften. Jankos har som mål å være en sterk organisasjon hvor alle kan lære av hverandre, og dette er en karakteristikk for bedrifter med gode systemer for kvalitetsstyring.



Figur 1.3: Jankos' visjon og forretningsidé side 1



2

Figur 1.4: Jankos' visjon og forretningsidé side 2

1.4.1.1 Pro-M

Pro-M er et digitalt planleggingsverktøy, levert av MyProduction AS, spesielt designet for bransjene Mekanisk Industri og Overflatebehandling. Det brukes for å optimalisere og dokumentere viktige verdiskapende prosesser knyttet til blant annet kalkyler, ordre, innkjøp, lagerstyring, prosjekter, produksjonsplanlegging og kostnader. Systemet kan brukes både av administrasjon, som får overblikk over hele verdikjeden, og arbeidere med egne terminaler for sine respektive arbeidsstasjoner. Systemet er mulig å skreddersy for hver enkelt bedrift ut fra behov, og det er dette programmet Jankos bruker i dag (MyProduction AS, N.D).

Dagens produksjon hos Jankos lener seg i stor grad på Pro-M, og bedriften får stor hjelp av dette verktøyet. Programmet gjør det enkelt for produksjonssjef å delegere ordre på forskjellige arbeidsstasjoner, og ha oversikt over pågående produksjon og ordreserver. Det er dog noen områder med forbedringspotensiale med dagens løsning, som blir gått gjennom i senere kapitler. Dette går for det meste ut på avviksregistrering og kapasitetsberegning, og diskuteres i kapittel 1.4.3.1 og 1.4.3.3.

Pro-M brukes aktivt av både administrasjon og arbeidere i bedriften hver dag. For arbeiderne brukes det til å se nåværende og kommende arbeidsoppgaver, mens det hos administrasjonen brukes til å delegere arbeidsoppgaver og å ha overblikk over produksjonen.

1.4.1.2 Power BI

Power BI er en programvare for bearbeiding og visualisering av data, levert av Microsoft, og er ment for forretningsbruk. Programmet kan visualisere data fra databaser, nettsider eller regneark, som for eksempel Excel. Ved å koble Power BI til en datakilde kan man få visualisert data direkte fra produksjonen. I dag har BDO levert en Power BI løsning til Jankos. Denne løsningen benytter seg av en database som henter data ut fra Pro-M og legger det inn i visualiseringsmodeller i Power BI.

I dag brukes Power BI for å visualisere data som for eksempel finansrapport og kundeoversikt. Dagens visualisering brukes mest av administrasjonen og brukes ikke aktivt i daglig produksjon. Det vises for det meste historiske data, og viser store sammenhenger over lengre tid (Microsoft, 2022). Potensialet for bruken av Power BI for en bedrift som Jankos er stor. Ved å samle inn relevante “live”-data kan man visualisere nyttig informasjon til hele organisasjonen. Visualiseringene kan også brukes til å analysere produksjonen og være nyttig for å sjekke om for eksempel nye tiltak har hatt en positiv effekt. Hvis Jankos begynner å bruke måltall, som er forklart i kapittel 2.4, vil Power BI være et godt verktøy for visualisering for disse.

1.4.2 Styrker

Siden Jankos ble etablert i 1993, har de utviklet seg til å bli spesialister innenfor sitt felt. Hovedstyrken til bedriften ligger i kompetansen de har på bearbeiding av metaller. Jankos setter høye standarder for seg selv når det kommer til leveranser til kunder, både innenfor funksjonalitet og finish. Produktene som blir sendt til kunden skal være akkurat som kunden har bestilt, estetiske og letthåndterlige, uten skarpe kanter og skader. Som et resultat av de høye standardene, er kundene til Jankos veldig fornøyd. I 2021 fikk bedriften kun 4 kundereklamasjoner, det vil si kunder som har klaget på produktene de har mottatt (Vedlegg 7). For en bedrift med HMLV-produksjon er dette svært gode tall, og viser at produksjonen holder god kvalitet.

For å klare å opprettholde den gode kvaliteten ut til kunden er det viktig med internkontroll og sluttkontroll på varene. Jankos har i dag systemer for å sikre dette gjennom produksjonen. Når et produkt skal produseres gjøres det alltid en kontroll på første del, dette gjøres for å sjekke at maskinen er satt opp rett og programvaren som styrer maskinen er innstilt som den skal. Produktet måles opp mot tegningen fra kunden, og dobbeltsjekkes av

sidemann for å unngå at man måler feil. Hvis det første produktet er godkjent, starter produksjonen. Slike kontroller av produktene gjennomføres også gjennom produksjonen for å sikre at alt er som det skal og det for eksempel ikke har blitt for mye slitasje på verktøyet. Syklusen på slike kontroller er på produkt nummer; 1, 5, 10, 50 og så videre, Hvis operatøren oppdager avvik under kontroll undersøker hen hvor det oppstår og gjør endringer for å korrigere feil. Når en produktserie er ferdig produsert, blir den sendt til sluttkontroll. Ved sluttkontroll blir produktene kontrollert opp mot tegningene igjen, for å sikre at alle produktene er i henhold til spesifikasjonene.

En annen styrke Jankos har er fleksibilitet og allsidighet. Bedriften har stor spennvidde innen bearbeiding av metall med sin moderne maskinpark. Dette fører til at Jankos blir en attraktiv leverandør for sine kunder. Fra starten av året frem til midten av mai 2022, har bedriften 82 fakturerte kunder.

1.4.3. utfordringer

1.4.3.1 Dagens avviksregistrering

Avviksregistreringen hos Jankos i dag er mangelfull, og hva som blir lagt inn i avviksregisteret er personavhengig. Retningslinjene for registrering av avvik i dag er at det skal registreres om avviket medfører en viss kostnad. Denne kostnaden har ingen fast verdi eller grense for hvor mye tid som skal ha gått tapt. De fleste avvikene som er registrert i dag er relatert til vrak/tapte varer og skadde råvarer. Registreringen skjer i dag via Pro-M, der de samler inn det meste av data fra produksjonen. Et av hovedproblemene med dagens situasjon er at registreringen ikke registrerer tid brukt på avvikene, så bedriften har ingen formening om hvor mye tid som går tapt til avvik eller hvor stor påvirkning et spesifikt avvik hadde på produksjonen. Dette fører videre til at kapasitetsberegning og produksjonsplanlegging blir vanskelig å ha kontroll på, da produksjonsleder ikke har oversikt over forholdet mellom faktisk produksjonstid og tid brukt på retting av avvik. Dette medfører utfordringer knyttet til beregning av kalkulert tid, da man ikke har tilstrekkelig informasjon om lignende varer.

Grunnet dagens situasjon er det også en god del avvik som er skjult. Mange avvik som ikke direkte fører til vrak, blir ikke registrert, selv om de påfører ekstra jobb og tapt tid. For eksempel så viser data fra registreringsskjema ved oppstart at Jankos har mange tilfeller

hvor det er nødvendig å rette på programmeringer til produksjonen, men det blir ikke registrert som avvik.

Registreringen gjør det også vanskelig å analysere data fra avvik, og Jankos bruker ikke noe verktøy i dag for å analysere avvikene. I dag blir avvikene presentert som en liste i Pro-M, der de ligger sortert etter dato. Når avviket registreres blir det kategorisert som for eksempel produksjonsavvik eller reklamasjon, men det er ingen form for videre kategorisering i listen. Dette gjør det vanskelig å få et tydelig bilde av hva som oppstår hyppigst. Det er heller ingen tydelig oversikt over totalt antall avvik, periodisering av disse, eller kategorisering. Da produksjonsleder viste gruppen hvordan avvikslisten ble håndtert i dag, kom det frem at det stort sett kun er avsjekking om avviket er rettet opp eller ikke. Dette skjer gjerne flere dager til uker etter avviket har oppstått. Det er ingen prosedyre for bedriften ser på hva som skjedde galt, og hvorfor det skjedde, eller hva som burde gjøres for å unngå eller redusere påvirkningen ved en senere anledning.

Avvik	Type	Søknad	Dato	Referanse	Num...	Nummer	Produksjon	Status	Status beskrivelse	Vare	Beskrivelse	Kontak	Kontaktnavn
1492	Kundereklamasjon		13.05.2022		Pakksedø	8119	0	1	Åpen	470350 Rev: 00	Vi fikk 76 stk. 470350 på ordre 82217003 for noen dager siden. Der ser vi at to o-ringspor	10004	Devico AS
1491	Kundereklamasjon		13.05.2022		Pakksedø	7977	0	2	Lukket	470341 Rev: N	På 18 stk av 470341-MAC ser det ut til at frakantgjenge Ø47/Ø49 har blitt kjørt med et ø	10004	Devico AS
1490	Produksjonsavvik		27.04.2022		Ordre	15794	1	1	Åpen	450210 Rev: F	5 deler der mål 20,6 +0,06/-0,02 er utenfor tol/senterse vedlegg.Kunde godtok disse.	10004	Devico AS
1489	Uønsket hendelse		25.04.2022			0	0	2	Lukket		Ola Skårild, onsdag 20. april 2022Fall fra lav høyde.Stod på sagbenken og skulle flytte bo		
1488	Produksjonsavvik		19.04.2022		Ordre	15755	1	1	Åpen	470351-MAC Rev: D	Det er blitt riper/hakk i delene ved maskinering/behandling i frys. Se bilder. Delene er	10004	Devico AS
1487	Produksjonsavvik		05.04.2022		Ordre	15782	1	1	Åpen	15782 Aksel Ø44 34CNIIM06 Lr-U	Delene ble gjenget med feil stgning.Kappa nytt materiale og lagde nye bolterEkstra mi	10441	Wacker Chemicals Nc
1486	Produksjonsavvik		05.04.2022		Ordre	15782	1	1	Åpen	15782 Aksel Ø44 34CNIIM06 Lr-U	Delene ble gjenget med feil stgning.Kappa nytt materiale og lagde nye bolterEkstra mi	10441	Wacker Chemicals Nc
1485	Produksjonsavvik		04.04.2022		Ordre	13859	1	1	Åpen	V215431-012-P001 Pos: 2	Manglende veiledning i program	10414	Volf AS
1484	Produksjonsavvik		28.03.2022		Ordre	15794	1	1	Åpen	450210 Rev: F	WRONG RAMP DOWN PROGRAM WHEN POST TO THE MACHINE BUT GOOD IN SIMULATIC	10004	Devico AS
1483	Produksjonsavvik		23.03.2022		Ordre	15786	1	1	Åpen	Tilkoblingsstusser bensintanker	Front rot holder skjev Y-akse, måtte fellekse. + finne riktig bredde for gjengrefesing av t	10414	Volf AS
1482	Kundereklamasjon		18.03.2022		Pakksedø	7958	0	2	Lukket	2012938 Rev: 0	Petter: Noen/ mange av barene med delenummer 10003185 er veldig ru/ kornete på de	10017	Wingtech AS
1481	Produksjonsavvik		16.03.2022		Ordre	15640	1	1	Åpen	470350 Rev: J	En stk ser ut til å være mistet i gulvet fordi den har en stor bulk...	10004	Devico AS
1480	Produksjonsavvik		14.03.2022		Ordre	15794	1	1	Åpen	450276 Rev: A	Ytterste o-ringspor Ø 34,9 for dypt. (35,5)Kunde kunne ikke bruke disse. Nye må lages.	10004	Devico AS
1479	Produksjonsavvik		04.03.2022		Ordre	15803	1	1	Åpen	20009-N-XG-02389 Pos: Ø	Bommen litt på X kompenseringa på korthullsboren, så hull ble utafør toleranse.	10423	Trondheim Stål AS
1478	Produksjonsavvik		03.03.2022		Ordre	15740	1	1	Åpen	20009-N-XG-02967 5VEISING SLE	programmering av chamfer ble feil.	10423	Trondheim Stål AS
1477	Produksjonsavvik		03.03.2022		Ordre	15750	1	1	Åpen	4-6033 Rev: A	Oppdaget ved sluttmaskinering i LB4000 at aksel var for mye nedreid på grovredning fo	10009	Washington Mills AS
1474	Produksjonsavvik		02.03.2022		Ordre	15640	1	1	Åpen	470120 Rev: N	Feil for toleranse på hull 12mm dia. (+0.01/40.03), 12.04 dia actual.Oversatt toleranse fo	10004	Devico AS
1473	Kundereklamasjon		25.02.2022		Pakksedø	7821	0	1	Åpen	112534 Rev: A-01	Fikk 24/2 fra Per Moebek i retur POM-deler levert på vår ordre 15720.Hans kunde var ikk	10649	PMV Service AS
1472	Kundereklamasjon		24.02.2022		Pakksedø	7920	0	1	Åpen	470186-MAC Rev: C	Fra kunde: Vi har fått 20 stk. 470186-MAC. På 9 stk. av dem har vi problem med indre gje	10004	Devico AS
1471	Reklamasjon		24.02.2022		Bestilling	5394	0	1	Åpen	P256-OE-NB-001-001 Rev: A1	Oppdaget ved oppstart sveising at det er levert kun 8 stk P256-001-001 Sideplate enne	20258	Trondheim Stål AS
1470	Produksjonsavvik		24.02.2022		Ordre	15701	1	1	Åpen	12030115 Rev: 0	Produksjonsrekkefølge ikke riktig i Pro-M, noe som gjør at alle program må lages på nyt	10441	Wacker Chemicals Nc
1469	Produksjonsavvik		23.02.2022		Ordre	15677	1	1	Åpen	1523-0402-1 Pos: 2-13 og 7 Rev: 1	Sammenstillingstegning og detaljtegning på oppheng samsvarer ikke så det ble kappet i	10441	Wacker Chemicals Nc
1468	Produksjonsavvik		21.02.2022		Ordre	15750	0	2	Lukket	410238 Rev: A	Deler levert fra Jankos Orkanger felmerket/umerketse bildeRett merking skal være 130	10009	Washington Mills AS
1467	Produksjonsavvik		18.02.2022		Ordre	15753	1	2	Lukket	410238 Rev: A	Har ikke 100% telling på hvor mange som ble edelagt av endten enkelt stikkstål eller at b	10004	Devico AS

Figur 1.5: Utdrag fra avviksoversikt i Pro-M (kan også ses i vedlegg 7)

1.4.3.2 Manglende standarder

Variasjonen i produksjon, både i kompleksitet og type produkt, gjør det vanskelig for Jankos å legge til rette for standard praksis ved hver arbeidsstasjon. Hva som må gjøres for å produsere en del kan være helt annerledes enn hva som må gjøres for å produsere neste type del, og arbeidsoppgavene på stasjonene varierer derfor ut ifra hvilket produkt som produseres. Arbeiderne har derfor funnet sine egne måter å produsere på, når det gjelder programmering, verktøysystem på arbeidsstasjon og generell gjennomføring av produksjonsprosessene. Dette fører til forskjeller i produksjonshastighet avhengig av hvilken arbeider som utfører produksjonen.

På grunn av dette er det utfordrende for arbeiderne å ta over en arbeidsstasjon de ikke vanligvis er på, grunnet sykdom og lignende. Ved frafall på en arbeidsstasjon blir enten en arbeider satt til å ta over, og må bruke tid på å forstå programmeringen og arbeidsmetoden til vedkommende, eller så blir arbeidsstasjonen stående tom. Ved siste alternativ må produksjonen som var planlagt på denne arbeidsstasjonen enten flyttes over til andre maskiner, eller bli stående frem til noen kan overta.

Kostnadene og tapte inntekter er mindre ved første scenario, og det er dermed ønskelig for bedriften å få inn erstatte på arbeidsstasjonen. På grunn av manglende standarder og krevende arbeidsoppgaver i bedriften er det vanskelig å få ansatt dyktige, nye arbeidere. På grunn av høy etterspørsel trengs de nåværende ansatte på sine egne arbeidsstasjoner, en kombinasjon som fører til at bedriften blir tvunget til å la maskiner stå til arbeideren er tilbake, eller til en nyansatt er godt nok opplært til å kunne arbeide selvstendig.

Dersom bedriften får innført tilstrekkelige standarder på arbeidet, som får en sentral rolle i opplæring, vil det bli lettere for nåværende ansatte å overta ved eventuelle frafall, i tillegg til at nyansatte vil bli raskere klare for selvstendig arbeid.

1.4.3.3 Dagens kapasitetsberegning og produksjonsplanlegging

Jankos har i dag en simpel form for kapasitetsberegning, og møter ofte utfordringer knyttet til det. Gjennom Pro-M er det en oversikt over alle arbeidsstasjonene og forventet tilgjengelighet for stasjonen, dette er som regel syv og halv time per dag per maskin. Dette blir brukt til å fremkalle belastningsplanen for produksjonen. Når administrasjonen legger inn en ny ordre i prioriteringslista for en maskin, med kalkulert tid og prioritet, blir det en del av belastningsplanen. Denne viser hvordan produksjonen for de forskjellige arbeidsstasjonene ser ut uke for uke, og gir oversikt om man har etterslep, kapasitet til mer jobb eller om man har planlagt å bruke hele kapasiteten. For at dette systemet i Pro-M skal funke, trenger ordre som ligger inne en sluttdato for produktet. Hvis en ordre ikke har sluttdato blir den oppført som etterslep, og det blir vanskelig å ha oversikt over kapasiteten, da dette kan være feil eller misvisende.

Arbeidsst...	Benevnelse	Belastningskategori	Etterslep	Uke 20	Uke 21	Uke 22	Uke 23	Uke 24	Uke 25
2000	Kapping	Vanlig dagtid	29,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3000	Okuma LB400	Vanlig dagtid	168,95	0,00	0,00	0,00	11,99	26,47	0,00
3010	Okuma LB4000	Vanlig dagtid	61,67	18,17	16,75	34,75	0,00	0,00	0,00
3020	Okuma LB3000	Vanlig dagtid	126,24	0,00	0,00	0,00	30,17	0,00	0,00
3500	Hedelius C80	Vanlig dagtid	97,28	0,00	16,50	33,00	21,42	0,00	0,00
3510	Hedelius T6	Vanlig dagtid	136,31	0,00	0,00	0,00	23,50	0,00	0,00
3900	Manuelle maskiner	Vanlig dagtid	134,51	0,00	0,00	29,00	28,93	0,00	0,00
4000	Sveising	Vanlig dagtid	409,58	143,50	143,50	105,00	90,00	0,00	0,00
5000	Overflatebehandling	Vanlig dagtid	16,67	0,00	34,33	0,00	0,00	0,00	0,00
6000	Montering	Vanlig dagtid	41,83	34,50	36,33	33,75	0,00	0,00	0,00
8000	Okuma LB4000-Orkdal	Vanlig dagtid	0,00	27,50	0,00	0,00	0,00	11,00	0,00
8100	Okuma LB15-Orkdal	Vanlig dagtid	6,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8500	Spinner VC1150-Orkdal	Vanlig dagtid	33,91	0,00	29,98	34,00	0,00	0,00	0,00
8600	Kapping Orkdal	Vanlig dagtid	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8800	Rundslipemaskin RSM 500A-Orkdal	Vanlig dagtid	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8810	Planslipemaskin Orkdal	Vanlig dagtid	11,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9000	Sluttkontroll	Vanlig dagtid	42,25	24,07	22,25	5,50	21,17	23,50	0,00
9100	Etterkontroll direktelevering	Vanlig dagtid	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

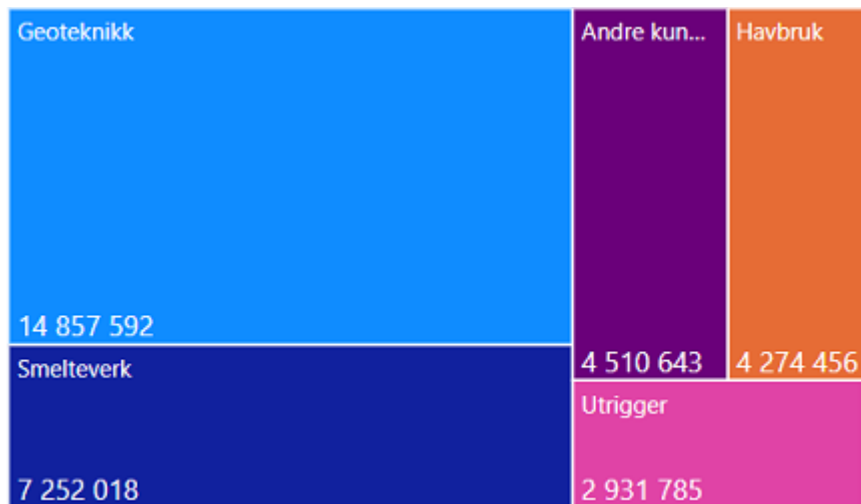
Figur 1.6: Belastningsplan i Pro-M

Det er i dag utfordringer knyttet til dette systemet. Fordi det er mangel på reelle måltall til stasjonene, er det usikkerhet knyttet til verdiene. Dette gir også utfordringen for beregningen av kalkulert tid, som nevnt tidligere. Uten sikre verdier for dette er det vanskelig å fastslå sluttdato er ordre. Systemet har også utfordringer knyttet til multi-op produkter. I multi-op skal produktet innom flere arbeidsstasjoner før det ferdigstilles. Dette medfører at det er flere faktorer som har innvirkning når man skal gjennomføre produksjonsplanlegging. Utfordringene som er i en single-op, blir bare forsterket i en multi-op fordi produktene skal innom flere arbeidsstasjoner.

Dette har påvirkning på produksjonsplanleggingen til Jankos. Utfordringen med å fastsette tidene for produksjonen gjør at når Jankos får en forespørsel, er det vanskelig å gi en korrekt sluttdato og pris til kunde.

1.4.4 Muligheter

Jankos er en bedrift hvor kundene har mulighet for å skreddersy sine produkter. Bedriften er også kjent for sin tekniske ekspertise, og har dermed en rekke muligheter for å nå nye kunder. Det høyest representerte kundesegmentet hos Jankos i dag er bedrifter som arbeider innen geoteknikk, som vist i figur 1.7.



Figur 1.7: Omsetning (NOK) for 2021 sortert i bransjer

Dette er en verdensomspennende industri, som har behov for enorme mengder presist maskinerte deler, deriblant Devico AS, Jankos' største kunde per dags dato. Produktene som lages for slike bedrifter krever nøyaktighet og presisjon da de ofte er små deler som skal inn i større boreutstyr. Om disse delene ikke maskineres nøyaktig, og ikke er innenfor spesifikasjonene, vil det føre til forgreninger av problemer for både kunden og Jankos. På grunn av Jankos sin evne til å levere slike deler med høy nok grad av nøyaktighet innenfor spesifikasjonene, har bedriften opplevd stor vekst siden starten i 1993. Mulighetene for å utvide kundebasen er derfor mange. Nye kunder kommer stadig med forespørsler, men på grunn av stor pågang og utfordringer med produksjonsplanleggingen, er det vanskelig for Jankos å akseptere disse med tilfredsstillende ledetid. Dersom Jankos får bukt med produksjonsplanlegging og får bedre oversikt over reell kapasitet, vil det gi store muligheter for å akseptere flere forespørsler og gi bedriften anledning til å ekspandere ytterligere.

1.4.5 Trusler

I dag er den største eksterne utfordringen til Jankos muligheten til å ansette nye folk. Bedriften er i stadig utvikling og har store ordreserver, så potensialet for oppskalering av bedriften er til stede. For at dette skal være gjennomførbart er det viktig at bedriften har tilgjengelig arbeidskraft. I dag sliter de med å finne faglærte i lokalområdet som de kan ansette. De har per dags dato en lærling som tar fagbrev hos dem, og fra tidligere erfaring er dette en ordning som fungerer for bedriften. Til tross for at lærlingordningen gir bedriften gode ansatte ved endt læreperiode, er ikke dette nok for å kunne dekke mannskapsbehovet ved sykdom, frafall eller ved perioder med høy etterspørsel. Jankos har tidligere gjort forsøk

med to-skiftsordning, men mangel på mannskap med tilstrekkelig kunnskap og evner har gjort at dette ikke ble innført på permanent basis.

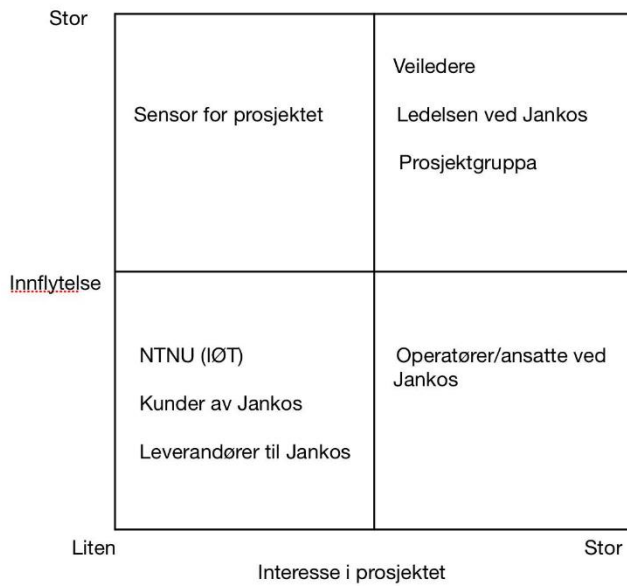
En annen trussel for Jankos i dag er at det finnes en rekke andre bedrifter som er i stand til å utføre samme type arbeid. For å være konkurransedyktige i et tøft marked, er Jankos avhengige av å slå konkurrentene på enten pris, kvalitet eller leveringsdyktighet.

1.5 Omfang og avgrensninger

- Prosjektets løp foregår fra tidlig januar til 20. mai, og har dermed et vindu for arbeid på 5 måneder.
- Gruppen skal se på maskineringsdelen av Jankos, og ser bort fra prosessene i sveiseavdelingen etter ønske fra bedriften. De fleste observasjoner er blitt gjort på Jankos sin avdeling i Snillfjord, da det er der administrasjonen er, og dit gruppen drar på bedriftsbesøk.
- Gruppen vil ikke se på hvordan maskinene fungerer, men heller prosessene før og etter selve maskineringen, samspillet mellom ledelse og operatør, og samspillet operatørene imellom.

1.6 Interessenter

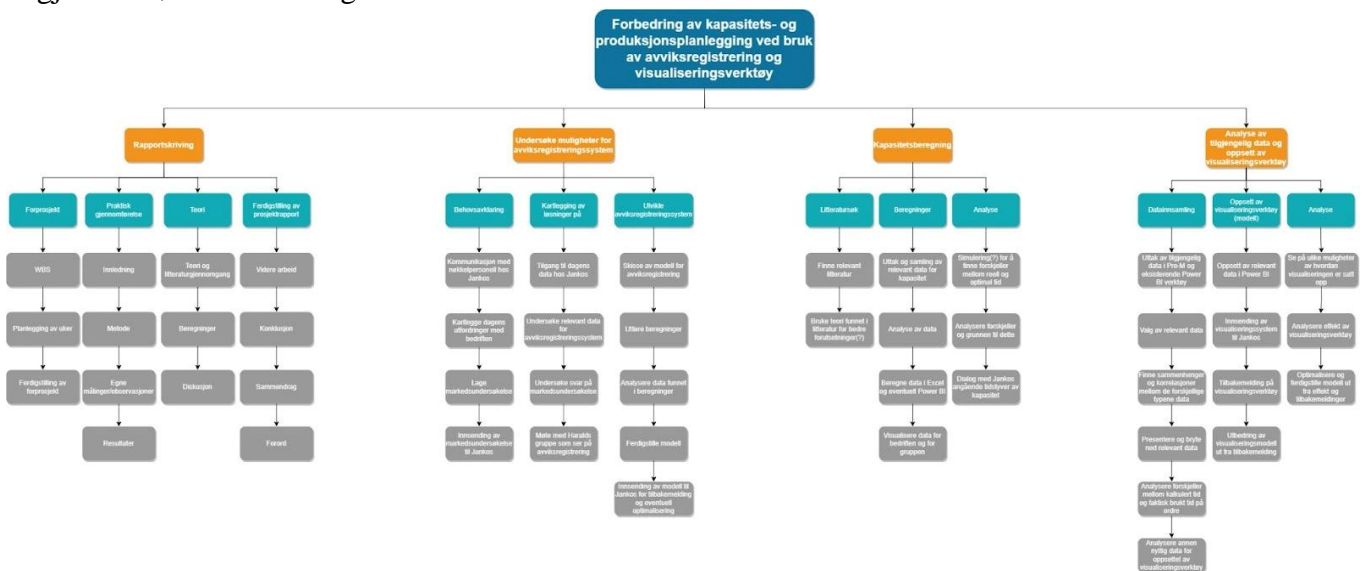
For prosjektet har gruppen gjennomført en interessentanalyse for å kartlegge hvem som har interesse i prosjektet, og hvem gruppen skal ta hensyn til. Jankos er hovedinteressenten for oppgaven da de er oppdragsgiver, men som en bedrift med mange kunder og leverandører vil det være andre som også kan få nytte av prosjektet. Vi har også delt Jankos inn i 2 hovedgrupper, der ledelsen er en og operatører/ansatte er den andre, dette er hovedsakelig for å vise at ledelsen har hatt større innflytelse på oppgaven da de er kontaktperson og styrer bedriften. Figur 1.8 viser oversikt over interessentene i en 2x2 matrise, der x-aksen viser grad av interesse i prosjektet og y-aksen viser grad av innflytelse



Figur 1.8: Interessentanalyse for prosjekt for Jankos Mek. Verksted

1.7 Organisering

Prosjektet har blitt organisert ved hjelp av hyppige møter med veileder, og bruken av Work-Breakdown-Structure (WBS) for å bryte ned spesifikke arbeidspakker som måtte gjennomføres gjennom prosjektets løp. De nedbrutte arbeidspakkene ble så brukt for oppgavefordeling innad i gruppen og til å lage ukeplaner med milepæler, slik at arbeidet ble gjennomført målrettet og strukturert.



Figur 1.9: WBS av bachelorprosjekt

1.8 Leserveiledning

Denne rapporten tar for seg en rekke begreper og teori knyttet til produksjonsbedrifter som kan ha andre definisjoner for andre typer bedrifter. Begreper og teori gruppen har ansett som ikke-allmennkunnskap, blir forklart i varierende grad etter viktighet.

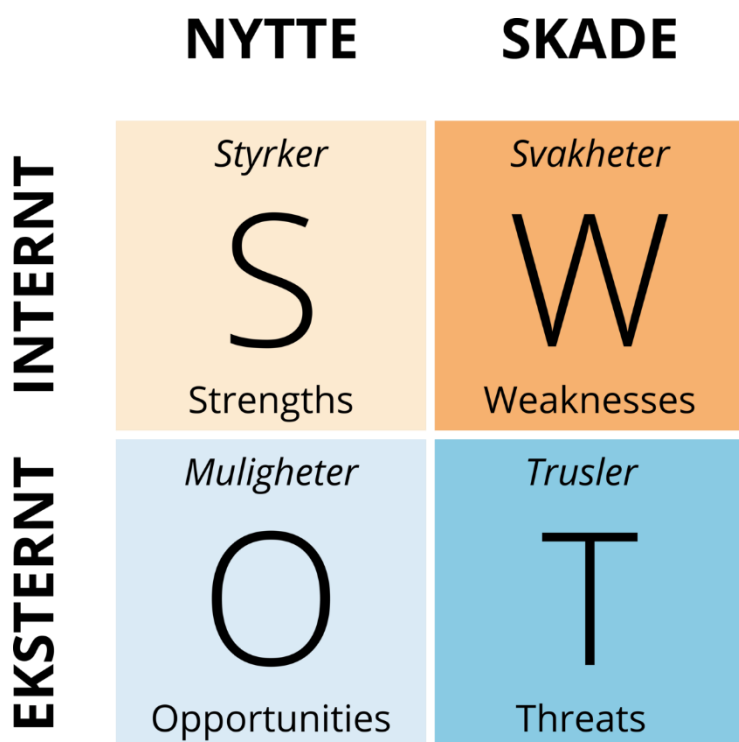
2 Teori

Gjennom prosjektets løp har gruppen benyttet teori tilegnet i løpet av studiets tre år, hvorav mye av dette går under fagene TLOG2007 *Prosjektledelse*, TLOG2010 *Driftslogistikk og risikostyring*, og TLOG2008 *Lean produksjon og kvalitetsstyring*. I tillegg til en rekke fag fra linjen for logistikkingeniører, har gruppen også hatt faget TIØ4295 *Bedriftsøkonomi*, som har vært nyttig for å forstå hvordan økonomiske faktorer spiller inn på avgjørelser og konsekvenser for bedriften. I dette faget ble også gruppen kjent med Power BI, som Jankos bruker i dag.

Grunnet oppgavens fokus på avviksregistrering og følgene dette har for en bedrift, er kvalitetsstyring et sentralt tema i denne rapporten.

2.1 SWOT-analyse

En SWOT-analyse er en organisasjonsutviklingsmetode som brukes for å identifisere faktorer som blir viktige for prosjektet. De fire bokstavene står for *strengths* (styrker), *weaknesses* (utfordringer), *opportunities* (muligheter) og *threats* (trusler), og er delt inn i to hovedkategorier. Styrker og utfordringer er interne faktorer, disse finner man innad i organisasjonen, mens muligheter og trusler er eksterne, altså faktorer som ligger i omgivelsene til organisasjonen. Ved en SWOT-analyse benytter man ofte en 2x2-matrise der man skriver faktorene inn i sine respektive felt. En enkel analyse man da kan gjøre er å summere antall argumenter i hver rute, samt hver linje og kolonne (Rolstadås, et al., 2020).

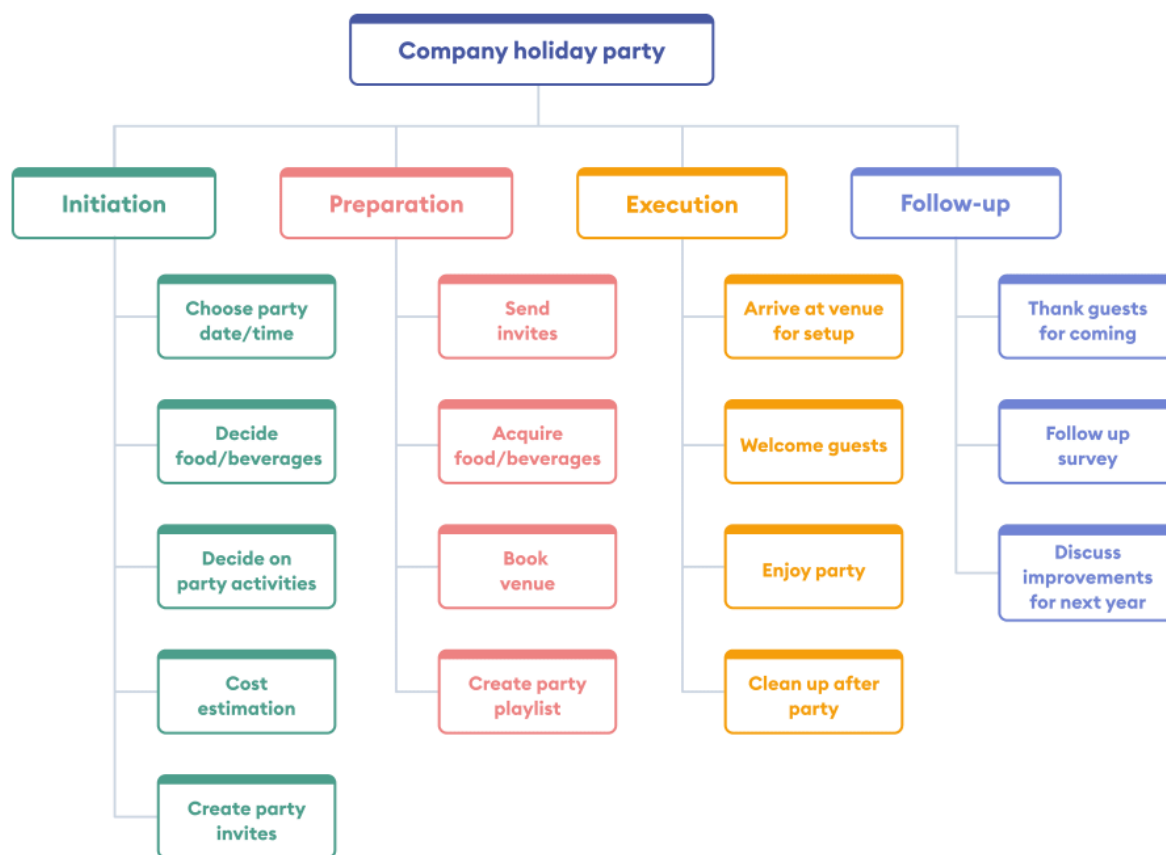


Figur 2.1: SWOT-matrise

2.2 WBS

Work Breakdown Structure (WBS) er et verktøy for å dele et prosjekt inn i delprosjekter med mål, delmål, oppgaver og arbeidspakker. Arbeidspakkene er det minste nivået et prosjekt kan brytes ned i. Disse oppgavene skal fullføres for å oppnå delmål, overordnede mål og til slutt føre til prosjektfullføring. WBS bryter ned prosjektet hierarkisk, og hvert nivå ned gir en mer detaljert beskrivelse av arbeidet i prosjektet enn det forrige. WBS bryter også ned prosjektet sekvensielt, slik at det første som skal utføres kommer først, og det som skal gjøres sist kommer til slutt. En WBS skal bygges opp etter 100%-prinsippet; alle aspekter av prosjektet og alt som må til for å fullføre prosjektet skal være med i WBS.

En WBS er et godt verktøy for prosjekter, da det bryter ned prosjektet i overkommelige arbeidspakker, og i tillegg viser fremgangen i prosjektet. Fordi fremgangen er lett synlig, gjør det at det er enkelt å ha oversikt over hvor langt et prosjekt er kommet. En slik nedbrytning av et prosjekt gjør det også lettere å se sammenhengen mellom arbeidspakkene som blir gjort og hvordan dette fører til prosjektets fullførelse (Organ & Bottorf, 2022).



Figur 2.2: Eksempel på Work Breakdown Structure

2.3 Kontinuerlig forbedring (PDCA)

Ambisjonen til kontinuerlig forbedring er å alltid endre seg til noe bedre, og et konstant søk etter forbedringspotensiale innad i bedriften. Kontinuerlig forbedring er et begrep som benyttes i blant annet lean tankegang, men har vært til stede i lang tid før lean fikk sin start i Toyota på 1930-tallet og gjorde sitt inntog i store deler av produksjonsverdenen på 1990-tallet. For bedrifter betyr dette å undersøke dagens praksiser, identifisere problemområder, og gjøre forsøk med løsninger. Dersom en løsning fungerer, og bidrar til at en prosess er mer effektiv, lettere, medfører mindre avvik eller liknende, vil denne løsningen implementeres som standard. Dersom en slik løsning ikke fungerer som tenkt, starter prosessen på nytt. Dette er også kjent som PDCA; Plan, Do, Check, Act. På norsk kan dette oversettes til PUKK; Planlegg, Utfør, Kontroller, Korrigjer.

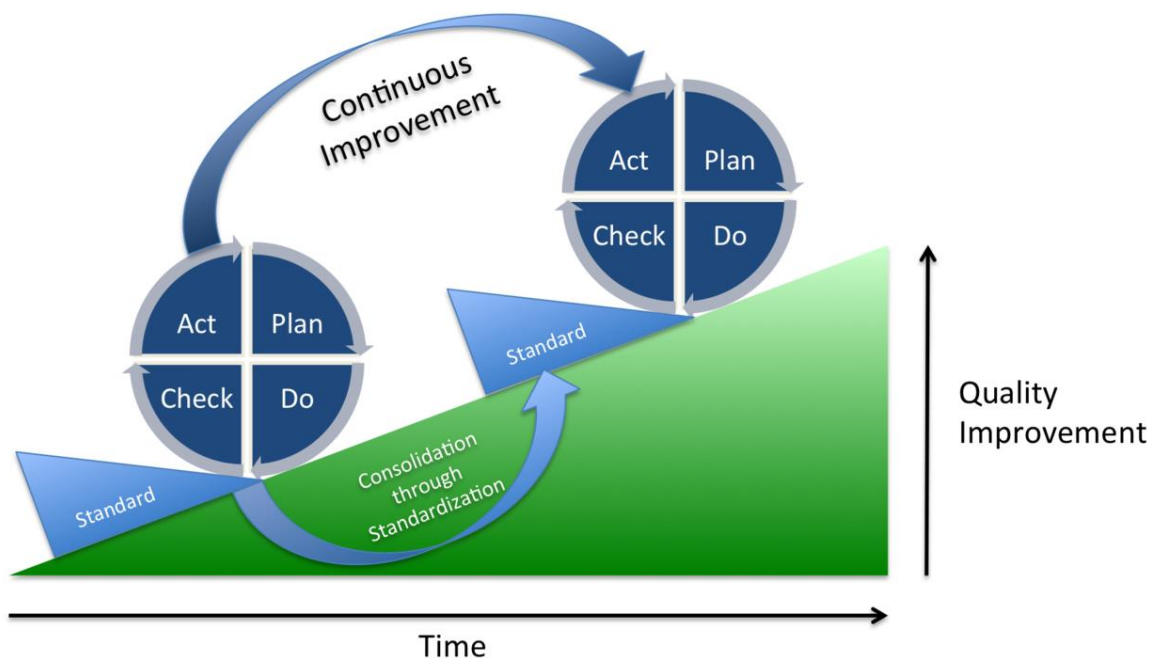
Planleggingsfasen går ut på å identifisere et problem, og finne forslag til mulige løsninger til problemet. Disse blir deretter diskutert og analysert frem til det blir enighet om hvilken løsning som skal testes.

I utførelsesfasen blir den valgte løsningen implementert i prosessen over en gitt periode. Denne perioden varierer fra forsøk til forsøk, men det er av stor viktighet at tiden er tilstrekkelig til å få nøyaktige resultater.

Kontrolleringsfasen handler om å undersøke og analysere effektene forslaget til løsning har hatt på problemet. Spørsmål som kan stilles i denne fasen kan være: I hvilken grad har løsningen fikset problemet? Er dette en bærekraftig løsning? Hvor vanskelig vil det være å implementere løsningen permanent?

Korrigeringsfasen omhandler å ta en beslutning om løsningen skal implementeres eller ikke. Her ser man på analysen gjort i kontrollfasen, diskuterer resultatene og tar en avgjørelse basert på dette.

Denne prosessen blir ofte kalt PUKK/PDCA-hjulet. Dette på grunn av at når man er ferdig med korrigeringsfasen, er man ikke ferdig, men man skal starte prosessen på nytt med enten samme problem eller et nytt problem. Ved å benytte denne metoden skapes en kultur for problemsøking og motiverer bedriften til å finne forbedringspotensialer i alle ledd. Dette fører til kontinuerlig forbedring (ASQ, N.D).



Figur 2.3: PDCA-syklus med implementerte standarder for kontinuerlig forbedring

2.4 Måltall

Måltall, eller Key Performance Indicators (KPI), brukes som signal for å vise hvordan bedriften ligger an. Disse måltallene kan være alt fra statistikk for en maskin, som for

eksempel nedetid, til total omsetning for bedriften. Måltall anses som nødvendige for å nå satte mål ved å spille en viktig rolle som sikringstiltak, motivator, og verktøy for å justere planer og aktiviteter (Pålitelighet.no, 2021). For å lykkes med bruk av måltall er det viktig at måltallene brukes riktig. Ved riktig bruk vil måltallene gi en god pekepinn på status i maskinparken, en mulighet for å følge opp forbedringer i produksjonen, planlegge for strukturelle endringer eller se negative trender som trenger oppmerksomhet. Brukes de feil kan de lede til frustrasjon og risiko for dårlige forretningsbeslutninger (Elstad, N.D).

Et populært måltall er Overall Equipment Efficiency (OEE). Dette er en sammensetning av tre andre måltall; tilgjengelighet, ytelse og kvalitet. Tilgjengelighet viser forholdet mellom planlagt produksjonstid og total tilgjengelig tid, ytelse viser forholdet mellom netto produksjonstid og planlagt produksjonstid, og kvalitet viser forholdet mellom antall godkjente produkter produsert og totalt antall produkter produsert. Hvordan man definerer disse tre kan variere, men for å regne ut OEE finner man produktet av disse tre måltallene. Jo høyere OEE-verdi, desto mer effektivt er utstyret. Dersom en av de tre måltallene er lave, vil dette ha stort utslag på OEE, og det vil synliggjøre hva bedriften bør forsøke å forbedre.

2.5 Visuell ledelse

Visuell ledelse omhandler tydeliggjøring og fremvisning av informasjon til hele organisasjonen. Begrepet Visuell ledelse er hentet fra Lean, men konseptet er kjent fra mange ledelsesstrategier. For at en bedrift skal jobbe sammen om felles mål er det viktig med god informasjonsdeling, slik at alle har samme bilde av nåværende status. For bedrifter som bruker måltall aktivt er effektiv visualisering nødvendig, slik at arbeiderne får innblikk i prestasjonen til bedriften. Problemer som oppstår, kan ved visualisering tydeliggjøres til alle ansatte. Ved å sette søkelys på disse i visualiseringen, vil det kunne skape engasjement i hele organisasjonen. Dette gir forståelse for problemet og kan hjelpe med å eliminere det, eller redusere påvirkningen det har på bedriften.

Ved å tydeliggjøre måltall og status for produksjonen, kan man skape engasjement og interesse blant de ansatte for hele virksomheten. Hvis man får en kontinuerlig oppdatering på hvordan man ligger an i forhold til mål og plan, vil dette hjelpe å motivere og gi en fellesfølelse for bedriften. (Toolkit, N.D)

2.6 Avvik - registrering og håndtering

Et avvik defineres som en uønsket hendelse utenfor det som er normalen.

Alvorlighetsgraden av disse avvikene varierer, og kan i verste fall være avvik som fører til alvorlige skader eller dødsfall. På den andre siden av skalaen finner man mindre alvorlige avvik som kun har små innvirkninger på produksjon og arbeidere, som for eksempel manglende verktøy. Avvik er vanskelige å forutse, men ved å dokumentere slike uønskede hendelser kan bedriften lære av tidligere avvik, og forhindre og forebygge at det skjer igjen. Dette gjøres ved avviksregistrering (Trinnvis, N.D).

Avviksregistrering er et system for å kategorisere og loggføre avvik som oppstår. Dette kan være i form av et simpelt, egenlaget system eller mer komplekse systemer utviklet av eksterne leverandører av slike tjenester. Formålet med systematisert avviksregistrering er det samme, uavhengig av størrelse, kompleksitet og omfang, nemlig å redusere risiko i virksomheten (Arbeidstilsynet, N.D). For å oppnå dette, må virksomheten ikke bare registrere avvik, men også håndtere avvikene.

Avvikshåndtering benyttes som verktøy for å forhindre og forebygge avvik. Ved håndtering av avvik ser man på de registrerte avvikene og velger hvilken type avvik man ønsker å håndtere. Deretter stiller man spørsmål som: Hva kan skje ved slike avvik? Hva er årsaken til avviket? Hva kan gjøres for å forhindre dette avviket eller redusere risikoen? Hvorfor skjedde det? Ved å grave dypere inn i registrerte avvik, vil man hele tiden lete etter rotårsaker til avvik, og hvordan disse rotårsakene kan håndteres for å eliminere/ redusere avvikene det fører med seg. God avvikshåndtering handler ikke kun om å forhindre at samme avvik skjer igjen og igjen, men skal også bidra til å øke kontroll og sikkerhet på arbeidsplassen (Sandberg, 2020).

Over tid vil registrering av avvik gi et bilde på hva slags type avvik som inntreffer oftest og har størst innvirkning på produksjonen, men disse er ikke nødvendigvis samme type avvik. Dette er fordi forskjellige typer avvik har forskjellige konsekvenser. Eksempelvis vil et lite avvik, som programmeringsfeil, kunne inntreffe relativt ofte, men ikke ha spesielt stor innvirkning på produksjonen da det kan fikses på minutter. På den andre siden, vil et stort avvik, som motorhavari på en maskin, inntreffe sjeldent, men ha store implikasjoner for produksjonen, da dette kan ta flere dager til uker å fikse. Om en avvikstype med små individuelle implikasjoner inntreffer ofte nok, vil det dog kunne ha større total påvirkning på produksjonen enn mer alvorlige avvikstyper. Dette er grunnen til at det er essensielt å ha et

avviksregistreringssystem som blir brukt, og håndtere avvikene i henhold til total påvirkningsgrad på produksjonen.

2.7 Kvalitetsstyring

Kvalitetsstyring er et sentralt tema i både prosjektledelse, driftslogistikk og lean. Prinsippet kvalitetsstyring er det samme innenfor disse områdene, og omhandler å styre produksjonen slik at kvaliteten på utført arbeid, arbeidssystemer og ferdige produkter er høy. Ansattes involvering er også en stor del av kvalitetsstyring. Innad i dette inngår det prosedyrer for produksjon, HMS, avvik og kultur. Oppgaven tar for seg kvalitetsstyring i produksjon, avviksbehandling og arbeidskultur. Kvalitetsstyring handler om prosesser, og de involverte i prosessen. For å sikre kvalitet må prosessene være slik at de er gjennomførbare på en jevnlig basis for de ansatte som skal utføre dem, og samtidig være gode nok til at produktet blir akseptert innenfor satte kriterier. Grunnen til at kvalitetsstyring benyttes er for å forsikre seg om at produktene kan benyttes til det tiltenkte formålet. For en produksjonsbedrift handler dette ofte om at produktene skal være i henhold til tegninger eller krav satt av kunde.

For enhver bedrift bør det være en kjernesak å levere varer av rett kvalitet, og kvalitetsstyring er en viktig del av dette. God produktkvalitet kan ikke bare hjelpe på salg, men også senke tapskostnader, og dermed øke marginene/dekningsbidraget til produktene. Eksempler på slike tapskostnader kan være tap av omsetning grunnet forventninger i markedet ikke blir møtt, tap av ansikt som følge av rykter rundt produktkvalitet, eller tap av menneskeliv og påfølgende erstatningskrav.

For bedrifter som produserer store mengder i løpet av året, er kvalitetsstyring en essensiell del av å forsikre seg om at kvaliteten på alle produktene er akseptabel og konsekvent (Purplepedia, N.D).

3 Metode

Gruppen har som nevnt tidligere jobbet sammen med Jankos på en tidligere oppgave i faget TLOG3011 Prosjektlogistikk høsten 2021, som gjorde at samarbeidet fikk en naturlig overgang til dette prosjektet. Prosjektet startet ved at gruppen hadde samtaler med Jankos for å kartlegge hva de ønsket at gruppen skulle jobbe med. Da gruppen hadde fått et innblikk av hva bedriften ønsket seg fra oppgaven, arbeidet gruppen med å finne problemer knyttet til ønskene, samt løsninger som kunne hjelpe nåsituasjonen. Sammen med veileder Tore L.

Lauritzen kom gruppen frem til problemstilling med tilknyttede forskningsspørsmål som ville være relevant til oppgaven, og gjennomførte forprosjektet til oppgaven. Gruppen presenterte forprosjektet for Jankos, og fikk tilbakemelding. For å sikre at prosjektet ble gjennomført etter planen, ble det laget en WBS. Dette ble gjort for å dele prosjektet inn i arbeidspakker, og for å gi oversikt når arbeidspakkene skulle gjennomføres.

3.1 Veiledningstimer

Gjennom prosjektet har gruppen hatt hyppige møter med veileder Tore L. Lauritzen. Disse møtene har vært viktig for utviklingen av prosjektet og har gitt gruppen tips til hvordan prosjektet burde gjennomføres på best mulig måte. Det ble også gjennomført felles møter med veileder og Jankos slik at alle parter skulle få en felles forståelse av hva gruppen skulle levere.

Møte 1 med veileder, 15. desember 2021: Gruppens første møte om oppgaven handlet om en introduksjon av veileder, og hvordan gruppen kunne bruke kartleggingen fra TLOG3011 Prosjekt Logistikk til å gjennomføre en bacheloroppgave. Samtidig gjennomgikk gruppen, sammen med veileder, oppstartsfasens åtte faser slik at gruppen tidlig fikk forankret en planlegging som ville føre til strukturert arbeid gjennom prosjektets løp.

Møte 2 med veileder, 16. desember 2021: Det andre møtet foregikk dagen etter det første, dette fordi gruppen fikk i oppgave å spesifisere prosjektets planleggingsfase gjennom de åtte oppstartsfasene som ble gjennomgått den 15. desember 2021. Her ble de åtte fasene også gjennomgått spesifikt i forhold til bacheloroppgaven. Samtidig ble det bestemt at gruppen trengte en referent til hvert møte, som noterte ned punkter som videre kunne bli brukt til selvstendig arbeid. Det ble bestemt at gruppen måtte få mer grunnleggende kunnskap om bedriften, for å sikre at oppgaven ble forankret i virkeligheten.

Møte 3 med veileder, 20. januar 2022: I dette møtet var agendaen å gjennomgå arbeidet gruppen hadde gjort så langt i prosjektets løp. Fordi møtet var tidlig på året, hadde gruppen begynt med forprosjektet, og samtidig begynt å se etter relevante problemstillinger for oppgaven. Det ble også informert fra gruppen sin side om at bedriften ønsket et fokus på visuell ledelse, ut fra prosjektoppgaven som ble levert semesteret før. For å konkretisere arbeidet fremover, ble det bestemt at gruppen var nødt til å lande på en konkret problemstilling for å unngå en “svevende” rapport. En oppgave gruppen fikk var å skrive et tilbudsbrev hvor veileder spilte rolle som oppdragsgiver. Innholdet i brevet skulle si noe om

kompetanse, kunnskap, og visjon hos gruppen, og hvordan dette kunne være til nytte for en vilkårlig bedrift. Poenget med brevet var å legge frem gruppens kompetanse, slik at gruppen kunne velge en realistisk og relevant problemstilling for oppgaven. Brevet skulle til slutt videreformidles til veileder, for å kvalitetssikre ideene hos gruppen før det ble foretatt noen møter med bedriften selv.

Møte 4 med veileder, 24. januar. 2022: Det fjerde møtets agenda var å gjennomgå tilbudsbrevet som ble gjennomført av gruppen. I gjennomgangen ble det også lagt frem en mulig problemstilling fra gruppen, denne problemstillingen var “bruk av sanntidssystemer og visualiseringsverktøy for å øke effektivitet og synliggjøre avvik”. Det ble også besluttet at gruppen var nødt til å omformulere deler av denne for å være enda mer spesifikke på hva oppgaven kom til å handle om. Samtidig hadde gruppen avtalt med bedriften å ha en presentasjon av hva oppgaven kom til å handle om, og hva bedriften kom til å få ut av prosjektet i sin helhet. Gruppen laget til slutt en WBS og en gjennomgang av både tenkt prosjektløp og mål med prosjektet som skulle presenteres for bedriften slik at det ble klart hva som kom til å skje i prosjektet de neste månedene.

Møte 5 med veileder, 03. februar 2022: Den 3. februar gjennomgikk gruppen, sammen med veileder, forprosjektet som ble sendt inn for vurdering. Her ble det tatt opp at gruppen var nødt til å være nøyaktige i forhold til hvordan gjennomgangen av prosjektet skulle foregå. Gruppen fikk beskjed om å revidere forprosjektet til den 4. februar, for å deretter få tilbakemelding på den endelige planen.

Møte 6 med veileder, 04. februar 2022: Etter å ha gjennomgått det reviderte forprosjektet, ble det tatt opp hva veileder tenkte om den planlagte gjennomgangen av prosjektet. Blant annet ble det nevnt at gruppen var nødt til å gjennomføre en siste gjennomgang av forprosjektet, og legge frem for bedriften, spesifikt og klart, hvordan prosjektet kom til å foregå og hva bedriften kom til å få igjen for prosjektgjennomførelsen.

Møte 7 med veileder, 08. februar 2022: I det siste møtet i forhold til forprosjektet, var agendaen å ferdigstille. Gruppen bestemte sammen med veileder at de siste endringene var nødt til å være mer systematiske, og at vinklingen av oppgavens resultat- og effektmål måtte fokusere på hva bedriften fikk igjen for prosjektgjennomførelsen.

Møte 8 med veileder, 21. mars 2022: En brief sammen med veileder ble gjennomført etter presentasjon av forprosjektet. Her ble det diskutert hva gruppen hadde gjort så langt, og hva som kom til å skje fremover. Møtet ble konkludert med at prosjektet trengte en avklaring, og oppgaven skulle fokusere på et spesifikt problem hos bedriften. Dette for å unngå overfladiske konklusjoner.

Møte 9 med veileder, 01. april 2022: Etter ønske fra veileder, bestemte gruppen at det var nødvendig å ha et møte rett etter bedriftsbesøk den 29. mars, dette for å snakke om hva besøket handlet om. I dette møtet ble gruppen enige om å vinkle problemstillingen mot avviksregistrering, og fikk i oppgave om å sende inn et revidert forprosjekt der gruppen satt seg klare mål for prosjektets løp og dens problemstilling.

Møte 10 med veileder, 08. april 2022: Den 8. april ble det gjennomført et kort møte med veileder, der forprosjektets forskningsspørsmål ble gjennomgått. En grundig plan for prosjektets løp ble også satt opp, samtidig var det et ønske fra veileder om å være med på et bedriftsbesøk sammen med gruppen.

Møte 11 med veileder, 28. april 2022: Den 28. april ble det gjennomført et veiledningsmøte som tok opp hvorvidt data og beregningene gruppen hadde funnet var relevant og reell. Det handlet mer om oppgaven og teori, fremfor det praktiske arbeidet. Det ble bestemt at gruppen ville vektlegge en situasjonsanalyse, for så fremlegge forslag til områder med forbedringspotensiale i bedriften. Dette ved å basere forslagene på data gruppen hadde funnet og analysert.

Møte 12 med veileder, 02. mai 2022: Etter møtet den 28. april forberedte gruppen en overordnet situasjonsanalyse for veileder. Diskusjonen handlet om hvordan situasjonsanalysen kom til å konkretisere funnene underveis i prosjektets løp. For å konkludere ville gruppen gå i dybden i situasjonsanalysen og bruke data og analyse for å underbygge forslag med fakta.

3.2 Bedriftsmøter

Gjennom prosjektets løp hadde gruppen et fokus på å opprettholde jevnlig kontakt med bedriften, både for jevnlige oppdateringer, og for å opprettholde rammer. Samtidig var det nødvendig å være fysisk til stede i bedriften for å realisere deler av funn og teori. I møtene gjennomgikk gruppen egne analyser ut fra gitte ønsker fra bedriften. Samtidig var bedriftsbesøkene- og møtene et verktøy for å diskutere eventuelle forslag fra bedriften.

3.2.1 Bedriftsbesøk

Bedr. besøk 10. mars 2022: Semesterets første fysiske møte ble brukt til å gjennomgå hva gruppen trengte av bedriften for å kunne gjennomføre prosjektet, og hvilke forventninger bedriften hadde til gruppen.

Bedr. besøk 29. mars 2022: Den 29. mars var gruppen på et nytt besøk hos bedriften. Målet med besøket var å danne en spesifisert situasjonsanalyse, for deretter å bruke informasjon fra besøket for å optimalisere et visualiseringssystem. Gruppen startet med å få en oppdatering på datainnsamlingen som skulle analyseres, og en generell gjennomgang av produksjonen. Etter å ha analysert tidligere data fra Jankos, bestemte gruppen seg for å spørre ledelsen og nøkkelpersonell om hverdagsproblemer de opplever. Mange av samtalene handlet om hvordan et visualiseringssystem kunne gjøre best mulig utslag for bedriften, og hva som måtte gjøres for å oppnå dette. Spesifikt handlet samtalene om hvordan utformingen av visualiseringen skulle være, hvilke måltall som skulle vises, og hvordan visualiseringssystemene kunne gi så reelle tall som mulig. Samtidig spurte gruppen hvordan loggføringer av blant annet avvik og vrak fungerte, om disse registreringene ble tatt opp helhetlig i bedriften, og generelle spørsmål om sluttkontrollen.

Bedr. besøk 25. april 2022: Det siste besøket hos bedriften gikk ut på å oppsummere data gruppen hadde analysert. Samtidig hadde gruppen ferdigprodusert et avviksregistreringsverktøy i Microsoft Excel som ble presentert på møtet. Gruppen presenterte også uttenkte visualiseringsmodeller i Power BI, men ga beskjed om at datauttaket fra Pro-M ikke var optimalt. Veileder var også til stede på besøket, og fikk dermed sett planløsningen i verkstedet på Snillfjord. Det sentrale tema som ble tatt opp i møtet var hvorvidt det var mulig å finne rotårsaker til tidstap og kostnadstap dersom en grundig registrering av avvik ble gjort. Videre ble det konkludert at gruppen skulle gjøre et forsøk på å sette opp et forslag til visualiseringsverktøy i tillegg til avviksregistreringsverktøyet som allerede var klart. Jankos kom også med innspill til hvilke data som kunne være nødvendig å inkludere i visualiseringsverktøyet.

3.2.2 Bedriftsmøter

Møte 25. januar 2022: 25. januar 2022 var et introduksjonsmøte av gruppen og veileder, der en helhetlig plan på prosjektets løp ble presentert. Dette for at bedriften skulle få en oppfatning om hva oppgaven kom til å handle om, og hvordan dette kom til å bli gjennomført. Her kom også bedriften med tilbakemeldinger på planen, og tenkt resultat. Bedriftens ønske var å få et visualiseringssystem som var funksjonerende for videre arbeid, og innspill fra studentenes perspektiv om hvordan visualiseringen kunne gi best mulig utslag.

Møte 15. februar 2022: Det andre møtet med bedriften gikk i dybden av visualiseringssystemet, både funksjonalitet og utforming. Det ble også nevnt hvordan

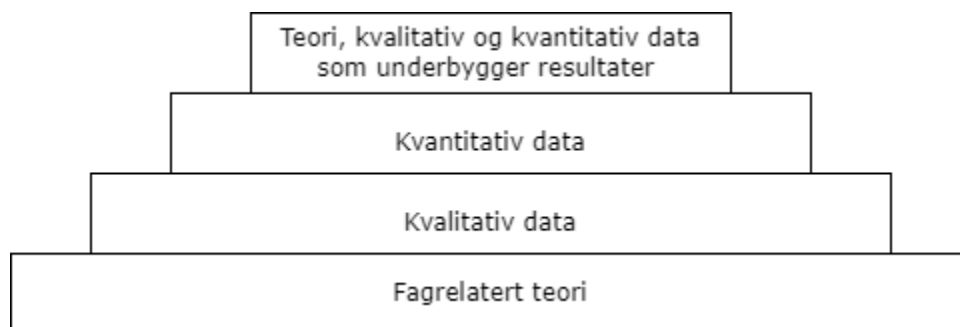
gruppen kom til å bygge opp de forskjellige modellene. Oppsummert gikk møtet ut på en granskning av hva bedriften ville ha en visualisering over, og en oversikt over hvordan ferdigstillingen av modellene kom til å skje. En gjennomgang av Pro-M dataprogrammet som brukes hos Jankos ble også gjort.

Møte 23. februar 2022, Power BI: Etter samtale med kontaktperson fra Jankos ble gruppen henvist til BDO, et annet selskap som allerede har ferdigstilt et visualiseringsverktøy i Power BI for Jankos. Samtalen var et overordnet infomøte som handlet om hvordan Power BI fungerte, og hvordan koblingen mellom Pro-M og Power BI så ut for videre utforming.

Møte 02. mars 2022, Power BI: Etter samtale med BDO var det nødvendig å ha en gjennomgang av hvordan utformingen kunne skje i Power BI uten å endre på det eksisterende visualiseringssystemet. Samtalen gjennomgikk også hvordan gruppen selv kunne koble seg opp mot serveren BDO bruker for datavarehus og master-filen for Power BI-modellen til Jankos. Pro-M og Power BI hadde allerede en database-kobling seg imellom, og dermed var det mulig for studentgruppen å teste forskjellige løsninger og forslag til et visualiseringssystem.

3.3 Datainnsamling

Gruppen samlet inn og sorterte data systematisk, dette ved å skille mellom kvalitativ og kvantitativ data. Gitt at oppgaven kombinerer teori med både kvalitativ og kvantitativ data for en reell analyse, ble det nødvendig å gjøre et skille mellom hvilke typer data som ble samlet inn. Gruppen fikk tilgang til en datamaskin koblet opp mot Jankos sitt nettverk, og koblet seg til systemet via TeamViewer for å ta ut data fra Pro-M. Det var også via dette systemet gruppen koblet seg opp mot serveren til BDO for å utforme modeller i Power BI. Mye av data fra Pro-M ble samlet i Excel-filer, både for å enklere sortere data, og fordi Excel er et beregningsverktøy.



Figur 3.1: Visualisering i pyramideform på hvordan og hvorfor datainnsamlingen gjennomføres.

3.3.1 Kvalitativ data

Fordi problemstillingen til gruppen tar utgangspunkt i ledelse, var innsamlingen av kvalitativ data nødvendig. Mange av funnene i rapporten baserer seg på avviksregistrering, som defineres som kvantitativ data. Grunnlaget for å finne den kvantitative dataen er derimot å undersøke tilgjengelig kvalitativ data. Gruppen startet prosjektet med å kartlegge hvilke kvalitative data som eksisterte hos bedriften. Dette for å kartlegge hva bedriften spesifikt ønsket å fokusere på, og for å vite hvilke typer kvantitativ data som skulle undersøkes videre.

3.3.1.1 Samtaler med bedriften

For å undersøke hvilke kvantitative data som eksisterte hos bedriften, ble gruppen nødt til å ha jevnlige møter med bedriften både via bedriftsbesøk, videomøter og spørsmål og svar på mail. Møtene gikk som regel ut på å avdekke hvilke forventninger bedriften hadde til sluttresultatet av oppgaven, og hvilke erfaringer nøkkelpersonell hadde i forhold til problemstillingen. Som presentert i delkapittel 3.2.1, var det i et av bedriftsbesøkene der gruppen ble nødt til å spørre nøkkelpersonell individuelt om deres erfaringer for å kunne spesifisere hvilke kvantitative data som var nødvendig å analysere videre.

3.3.2 Kvantitativ data

Kvantitativ data ble analysert videre ut fra den kvalitative dataen gruppen fikk fra bedriften. Gruppen fikk en veiledning i hvordan registreringssystemet, Pro-M, fungerte hos Jankos, slik at data fra dette systemet kunne brukes. Dette for å få ut mest mulig reelle og relevante tall i forhold til problemstillingen, og fordi kvantitativ data var nødvendig for målbarheten av analysene som ble gjennomført. Å finne den kvantitative dataen ble hovedsakelig gjort på to forskjellige måter, der den ene måten var å ta ut data direkte fra Pro-M. Den andre måten var å undersøke om det fantes noen form for manuelle registreringer av kvantitativ data, eksempelvis i papirform.

3.3.2.1 Datainnsamling fra Pro-M

Bakgrunnen for datauttaket direkte fra Pro-M var for en videre analyse av avviksregistreringen, og for muligheter til kapasitetsberegningen hos Jankos. Som nevnt tidligere har bedriften en form for registrering, men dagens registrering har

forbedringspotensialer. Gruppen fokuserte hovedsakelig på datauttak fra avviksregistreringen for å analysere hvilke avvikstyper som var hyppigst, dette for å vite hvilke avvikstyper som var mest relevante. Det ble også lagt vekt på hvor lang tid som var brukt på hver av bestillingene, dette for å sammenligne opp mot kalkulert tidsbruk, for å beregne hvor effektiv hver maskin var. Som nevnt tidligere ble mye av dataen tatt ut for analyse i Excel både for beregning og for sortering. Dagens avviksregistrering hos Jankos har ikke noen form for tidsregistrering eller avvikstype, den eneste formen for å tyde hvilken avvikstype er ved at operatører manuelt noterer dette i et kommentarfelt. Når det gjelder kapasitetsberegningen, har ikke bedriften noen form for registrering av nedetid. Begge påstandene ble presentert grundigere i delkapitlene 1.4.3.1 og 1.4.3.3.

3.3.2.2 Datainnsamling fra oppstartsark

Oppstartsarkene, som ble brukt hos Jankos i perioden 12.01.2022 til 26.03.2022, var relevant i forhold til kartleggingen av analysedelen for avviksregistreringen. Arket var et verktøy Jankos gjorde et forsøk med for å registrere tid brukt ved oppstart av maskin, og se hvor mye tid de forskjellige stegene i oppstarten tar. Gruppen brukte data fra arkene for å danne et eksempel på hvordan modelleringen av avviksregistreringen kunne se ut. Forskjellen på oppstartsarkene og loggføringen i Pro-M var at oppstartsarkene registrerte tid brukt på en prosess, og dermed var det mulig å gjøre videre beregninger på analysen av avviksregistreringen. Oppstartsskjemaene vil derimot ikke bli analysert i dybden, fordi tidene ikke beskriver tiden brukt på avvik, men hvor lang tid oppstarten av maskinen tar. Formålet med oppstartsarkene er heller ikke direkte relatert til avviksregistrering, men ble brukt som registrering av tid brukt på oppstart av maskiner. Derfor er ikke tid brukt fra oppstartsarkene reelle nok til å inkluderes i en avviksanalyse.

3.4 Litteratursøk

Mye av litteraturen brukt i dette prosjektet er hentet fra fag gruppen har hatt i løpet av de tre foregående årene på studiet. Det er også benyttet Google Scholar og Oria for å finne relevante artikler og bøker rundt valgt tema.

Gruppen har hatt faget TLOG2007 *Prosjektledelse*, der pensum omhandler hvordan et prosjekt burde bygges opp og gjennomføres. Faget har gitt god forkunnskap til prosjektarbeid, og har hjulpet prosjektgruppen å strukturere prosjektet, blant annet ved de åtte

oppstartsfasene i et prosjekt. Mange av figurene og modellene som er brukt i prosjektarbeidet, er fra faget prosjektledelse.

Gruppen har hatt faget TLOG2008 *Lean produksjon- og kvalitetsstyring*, som er et rent lean-basert fag. Mye av forkunnskapen om forskjellige lean-relaterte temaer hos studentene kommer fra faget. Dette er blitt brukt i noen grad i prosjektet.

Faget TLOG 2010 *Driftslogistikk og risikostyring* er også et fag brukt av gruppen i prosjektet. Pensum i dette faget gjennomgår blant annet viktigheten av å oppdage og registrere avvik, og sammenhengen mellom vedlikehold og driftssikkerhet.

3.5 Usikkerhet

Dette prosjektet er gjennomført med bruk av simulering og historiske data, derfor er det knyttet usikkerhet til resultatene fra simuleringen og relevansen av historiske data for bedriften i dagens situasjon. Det er knyttet usikkerhet til kvalitative deler av prosjektet, som i meget stor grad baserer seg på menneskene som jobber hos Jankos og deres erfaringer. Disse erfaringene varierer fra arbeider til arbeider, blant annet basert på hvor lenge de har jobbet ved bedriften, hvilken arbeidsstasjon de jobber på og stillingen de har i bedriften. Dette gjør det vanskelig å få en uniform sannhet som stemmer for alle i bedriften.

3.5.1 Usikkerhet knyttet til simulering

Gruppen har som tidligere nevnt gjennomført simulering av avviksregistrering i et egenlaget system. Dette systemet, og gjennomføring av simuleringen, forklares videre i kapittel 4.2 *Avviksregistrering* og kapittel 5.2 *Resultat av avvikssimulering*. Fordi dataene innhentet fra denne simuleringen ikke er reelle, er ikke resultatene representative for dagens situasjon hos Jankos. Dette gjelder spesielt tid brukt på avvik, da det er brukt en formel som gir et tilfeldig tall mellom 0 og 8 timer. Data for hvilke avvikstyper som forekommer er dog mer sikker, fordi simuleringen har benyttet data fra oppstartsark og avviksregistrering i Pro-M for å vekte avvikstypene. Til tross for dette er det ikke sikkert at alle avvik i løpet av produksjonen er registrert her, da arkene kun gjaldt innkjøring av maskinen og ikke hele produksjonsløpet, og det stort sett kun registreres avvik knyttet til vrak i Pro-M.

Det er også usikkerhet knyttet til oppsett av avviksregistreringssystemet, da dette er gjort av gruppen selv, og kan ha feil og mangler. Systemet har blitt vist til, og godkjent av både bedrift og veileder, men systemet er enkelt utformet og kun en pilot på hvordan et slikt system kan være.

3.5.2 Usikkerhet knyttet til historiske data

Samtidig som gruppen gjennomførte en simulering av avviksregistrering, var det nødvendig å analysere historiske data hos Jankos. Som beskrevet tidligere i delkapittel 3.3.2.1 *Datainnsamling fra Pro-M*, ble historiske data brukt til å avgjøre hvilke avvik som oppstod hyppigst, og hvordan dette korrelerte med valget av relevante avvikstyper.

Den første signifikante usikkerheten knyttet til historiske data er mangelen på tidsregistrering i form av hvor lang tid et avvik tar å håndtere. Den eneste formen for tidsregistrering er datoen for når avviksregistreringen skjedde. Dermed er det utfordrende å sette opp en kalkyle som har nytteverdi for bedriften.

Den andre usikkerheten fra de historiske dataene er avgjørelsen på hvilke avvik som tilhører de forskjellige avvikstypene. Gitt at Jankos ikke har hatt noen form for avvikssortering, ble gruppen nødt til å ta utgangspunkt i informasjon i kommentarfeltet i avviksregistreringen. Dette gjorde at gruppen selv måtte ta avgjørelser på hvilke avvikstyper som gjaldt for de spesifikke, registrerte avvik.

Den tredje usikkerheten er at noen av de registrerte avvikene er overlappende. Enkelte avvik kan oppstå som et resultat av hverandre, eksempelvis at feil størrelse på et emne kan føre til produksjon av ny del. Dette fører til at det blir en viss usikkerhet knyttet til hvilke typer avvik som har oppstått for de forskjellige produktene.

Den fjerde usikkerheten er at registreringen skjer individuelt av operatører. Dermed er det ingen standard for hva som skal registreres som et avvik. Med utgangspunkt i dette, er det ingen sikkerhet knyttet til om alle hendelser ledelsen definerer som avvik er registrert i dagens registreringssystem. Dette kan igjen føre til at hyppigheten av de forskjellige avvikene i avviksregistreringen ikke er reelle.

3.6 Prosjektet gjennomførelse i henhold til plan

Ved prosjektstart hadde gruppen en foreløpig problemstilling, "Bruk av sanntidssystemer og visualiseringsverktøy for å øke effektivitet og synliggjøre avvik". I utformingen av denne problemstillingen var tanken å benytte data fra Pro-M for å lage dashboard i Power BI som viste status i produksjonen i sanntid. Grunnen til at gruppen mente dette var en passende problemstilling var manglende visualisering og utnyttelse av data. For denne problemstillingen ville hovedarbeidet vært å finne koblinger mellom data fra Pro-M for nøyaktig fremstilling av mål- og nøkkeltall i sanntid via Power BI. Etter å ha gjort forsøk med dette, ble det klart for gruppen at dette ikke ville være mulig å gjennomføre på en måte

som tilfredsstilte krav satt av Jankos og kravene gruppen hadde satt for seg selv. Manglende måltall og manglende registrering av avvik så gruppen som kritiske mangler som satte en stopper for å kunne gjennomføre en tilfredsstillende visualisering for bedriften.

Grunnet disse manglene tok gruppen en beslutning om å endre fokus mot kapasitet og produksjonsplanlegging, og endret problemstillingen til “Forbedring av kapasitets- og produksjonsplanlegging ved bruk av avviksregistrering og visualiseringsverktøy”. Denne problemstillingen skulle ta utgangspunkt i et system for avviksregistrering, og i tillegg støttes opp av visualisering av både tilgjengelig data fra Pro-M og data fra avviksregistrering. For å kunne gjennomføre prosjektet med denne problemstillingen, fant gruppen ut av at det var nødvendig å gjennomføre forsøk med avviksregistreringssystemet. Grunnet prosjektets begrensede tid, ble det i samråd med ledelsen i Jankos bestemt at dette ikke lot seg gjøre innen innleveringsfristen. Hovedfokuset ble da skiftet fra forsøk med avviksregistrering og oppsett av dashboard med sanntidsinformasjon, til simulering av avviksregistrering og oppsett av dashboard med historiske data. Dette gjorde at den endelige problemstillingen endte som “Hvordan avviksregistrering og -håndtering kan føre til forbedret kapasitetsberegning og produksjonsplanlegging”.

På grunn av de nevnte endringene ovenfor, ble prosjektplanene både forskjøvet og endret i løpet av gjennomførelsen. Gruppen endret fokus fra reelle tall og data, til simulering og historiske data, og resultatene ble da mindre nøyaktige for dagens situasjon hos Jankos, men kan brukes som pekepinne og forslag til hva bedriften kan forsøke å forbedre i fremtiden.

4 Egne undersøkelser/målinger/observasjoner

4.1 Spørreundersøkelse

For å samle inn ønsket informasjon fra arbeiderne hos Jankos, valgte gruppen å gjennomføre en spørreundersøkelse. I undersøkelsen ble det stilt spørsmål som gruppen ønsket svar på i forbindelse med arbeidernes hverdag. Formålet var å få innblikk i hva de ansatte tenkte rundt sentrale temaer for oppgaven. Ledelsen godkjente undersøkelsen før den ble sendt ut til arbeiderne som jobber med maskinering på Snillfjord-avdelingen. Svarene som ble samlet var anonyme, og blir bare brukt som innsamling av data for dette prosjektet.

Av ni som fikk tilsendt undersøkelsen, var det syv som svarte, som gjør responsen representativ for gruppen.

Undersøkelsen er delt inn i 3 deler, hvor første del er generelle spørsmål om de ansattes opplevelse av bedriften. Del 2 går inn på avviksregistrering og hvordan avvik påvirker produksjonen i dag. Del 3 omhandler visualisering, og hvilke deler av bedriftens virksomhet som burde visualiseres.

Spørsmål 1:

Det første spørsmålet var et Ja/Nei-spørsmål; “Trives du som ansatt hos Jankos?”. Formålet med spørsmålet var å sjekke trivselen blant ansatte, da det har blitt tatt opp i møter med ledelsen at de ønsker å øke samholdet blant ansatte.

Som vi ser fra figuren under har 100% svart “ja”, de trives på jobb.

7 responses



Figur 4.1: *Spørreundersøkelse spørsmål 1*

Spørsmål 2:

Dette var et tekstsvar spørsmål; “Har du forslag til hvordan Jankos kan bli en bedre arbeidsplass?”

På dette spørsmålet var det bare ett svar. Respondenten sier at Jankos kan forbedre seg ved at alle følger protokollen for maskinering (Vedlegg 6 *Prosedyre for maskinering*)

1 response

Maybe if everybody will follow our production protocoll

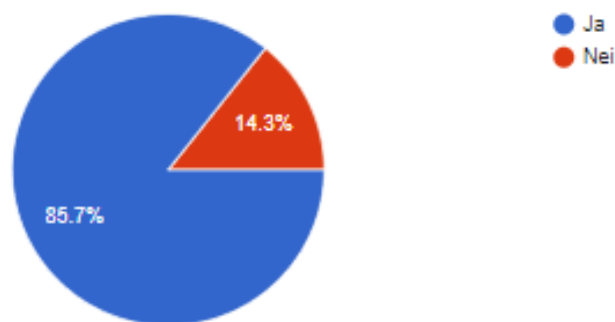
Figur 4.2: Spørreundersøkelse spørsmål 2

Spørsmål 3:

Dette var også et Ja/Nei-spørsmål; “Føler du Jankos jobber sammen om felles mål?”

Som synlig i figur 4.3 svarte seks av syv, at de føler at Jankos jobber sammen om felles mål.

7 responses



Figur 4.3: Spørreundersøkelse spørsmål 3

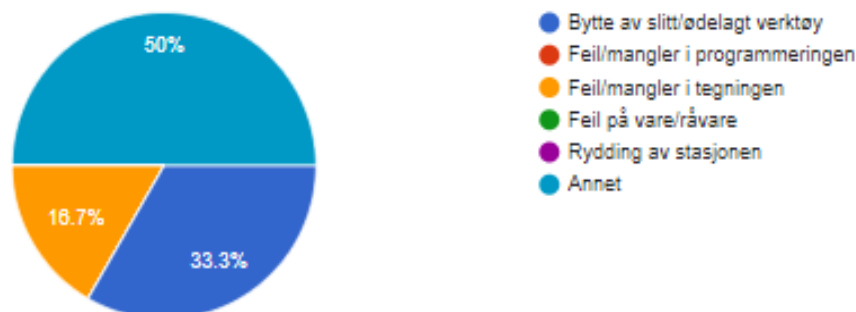
Spørsmål 4:

Spørsmål 4 er første spørsmål i del 2 av undersøkelsen som handler om avvik. Det var et flervalgsspørsmål; “Hvilke av disse uplanlagte stoppene i produksjonen opplever du mest av?”

Som vi ser på svarene i figur 4.4 er det splittelse i hva de opplever mest, de som svarte annet ble bedt om å spesifisere, dette ser vi i figur 4.5. Ut fra svarene kan man se at verktøy står sentralt i uplanlagte stopp, 2 har svart “bytte av slitt/ødelagt verktøy” og 2 av svarene på

“annet” er også verktøy relatert. Feil i tegninger og korrigering av programmering er også hyppige årsaker.

6 responses



Figur 4.4: Spørreundersøkelse spørsmål 4 del 1

3 responses

1. Correcting existing program 2. setup of the machine for a new part

ødelagte skjær og feil i tegning

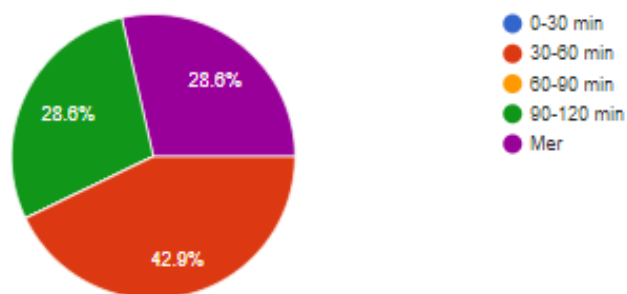
Mangle verktøy

Figur 4.5: Spørreundersøkelse spørsmål 4 del 2

Spørsmål 5:

Dette var også et flervalgsspørsmål; “Hvor mye tid tror du ca. går til uplanlagte stopp på en vanlig uke?”. Formålet med spørsmålet er å få innblikk i hvor stor påvirkning arbeiderne selv tror uplanlagte stopp har for en vanlig arbeidsuke, for å få et bilde på hvor mye tid det faktisk er. Svarene i figur 4.6 viser at de fleste mener det går ca. 30-60 minutter, og resten mener 90-120 eller mer. Her er det ganske stor splittelse, dette kan være fordi det er vanskelig å estimere, eller grunnet forskjeller innad hos de ansatte.

7 responses



Figur 4.6: Spørreundersøkelse spørsmål 5

Spørsmål 6:

På spørsmål 6 ble det spurt om: “Når syns du det er viktig å registrere stopp i produksjonen?”. Formålet med spørsmålet er kartlegge når de ansatte mener det er nødvendig å registrere et stopp. Som figur 4.7 viser så svarte fire av sju at man ikke trenger å registrere stopp som man kan fikse problemet kjapt selv, mens de resterende tre mener at alle stopp burde registreres.

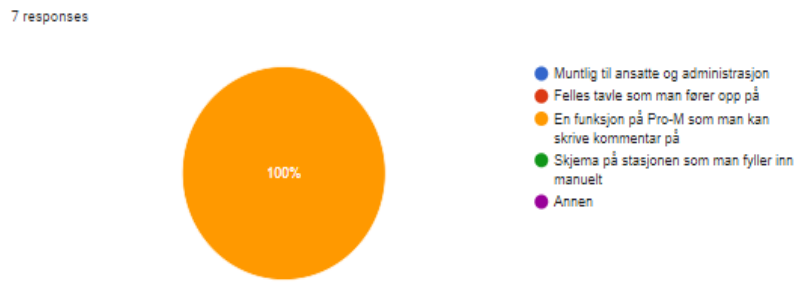
7 responses



Figur 4.7: Spørreundersøkelse spørsmål 6

Spørsmål 7:

Her var formålet å finne ut hva de ansatte mente var beste måte å registrere stopp i produksjonen; “Hva syns du er beste måte å registrere stopp?”. 100% enighet i at beste måten for dette er å ha en funksjon i Pro-M, som registrerer og man kan skrive kommentar.



Figur 4.8: Spørreundersøkelse spørsmål 7

Spørsmål 8:

Dette var et Ja/Nei-spørsmål: “Føler du at du har tilstrekkelig informasjon om daglig drift/produksjonen?”

Her var det, som vist i figur 4.9, 100% enighet at de hadde tilstrekkelig informasjon.



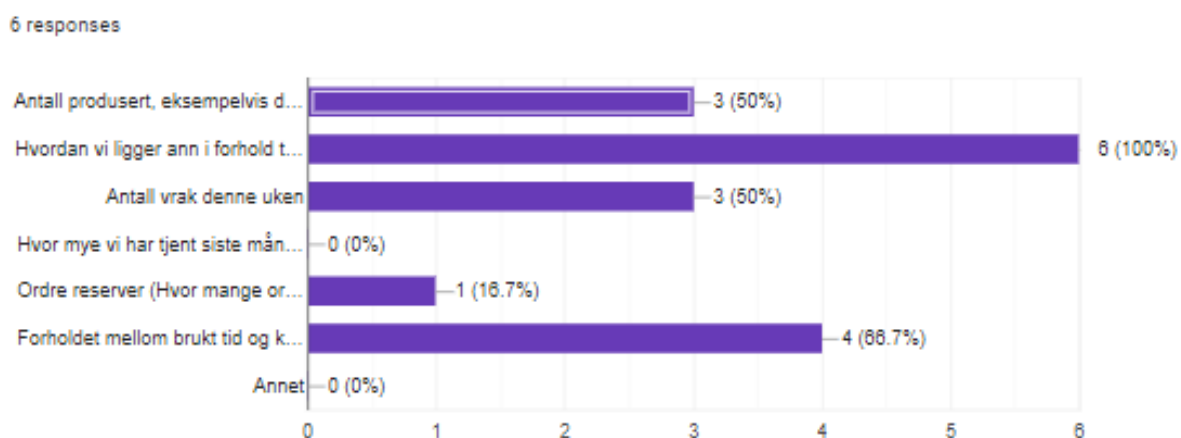
Figur 4.9: Spørreundersøkelse spørsmål 8

Spørsmål 9:

Det siste spørsmålet i undersøkelsen var et flervalgsspørsmål, og hadde som mål å sjekke hvilken informasjon de ansatte kunne tenke seg live-oppdateringer på. “Hvis vi skal sette opp en skjerm som viser tall fra produksjonen, hvilke av disse synes du virker mest relevant? (Kan velge flere)”

Svarene er vist i figur 4.10, og som de viser var det mulig å velge flere alternativ. Svaralternativene ble valgt av studentgruppen, ut fra hva ledelsen har etterspurt, og hva gruppen tror bedriften kan ha nytte av. Det første alternativet var; “Antall produserte, eksempelvis denne uka”. Formålet med dette er at de ansatte er mer involvert i bedriften som helhet, og ikke bare har informasjon om sin egen produksjon. Som figuren viser var det 50% som ville se dette på eventuell skjerm. Alternativ to var; “Hvordan vi ligger an i forhold til

planlagt produksjon denne uka”, slik at man kan se om produksjonen holder ønsket effektivitet, og at man kan se om man klarer det satte målet for uka. 100% av respondentene mente dette virket relevant. Det var også 50% som svarte at “Antall vrak denne uka” var relevant, mens det var ingen som mente at “hvor mye vi har tjent siste måneden” var nødvendig. En av respondentene mente det kunne være relevant å få informasjon om ordreservene, altså ordre som ligger klar til produksjon. Det siste alternativet var “Forholdet mellom brukt tid og kalkulert tid”, det var 4 (66,7%) som svarte at dette også var relevant å visualisere.



Figur 4.10: Spørreundersøkelse spørsmål 9

4.2 Avviksregistrering

Avviksregistreringen hos Jankos i dag er mangelfull, og det er vanskelig for bedriften å vite hvor mange avvik som faktisk oppstår, fordi registreringen er personavhengig. I motsetning til dagens praktisering av avviksregistrering, ønsket gruppen å utvikle et avvikssystem hvor ethvert avvik, og tiden brukt på dette avviket, blir registrert for å gi bedriften et bilde av hvor mye avvik faktisk koster dem, i direkte kostnader, indirekte kostnader og tidsbrud. Ved å senke toleransen for å registrere avvik vil bedriften få flere registrerte avvik enn tidligere, men dette vil bidra til å identifisere praksiser, feil og mangler som stjeler tid og kostnader fra den effektive produksjonen.

Om man får belyst flere avvik, vil man lettere kunne finne de typene avvik som forekommer oftest, og videre kunne finne rotårsakene til disse typene avvik. Dersom man

identifiserer rotårsaker til avvik, vil man være i stand til å eliminere disse avvikene i større grad enn om man kun ser på utløsende årsaker.

Denne typen avviksregistrering er ikke tilgjengelig i programmet Jankos bruker i dag, Pro-M, da programmet ikke har funksjon for tidsregistrering av avvikene. Dette var noe gruppen så som vesentlig for denne typen registrering, og valgte dermed å lage et eget system for avviksregistrering.

Systemet for avviksregistrering ble utarbeidet med en tanke om at det skulle være lettest mulig for ansatte å fylle inn, slik at det ikke skulle stjele unødvendig tid fra verdiskapende prosesser. Gruppen valgte å konstruere dette systemet i Excel, hvor de ansatte blant annet skulle skrive inn arbeidsstasjon, avvikstype, hvilken tegning avviket var knyttet til og antall vrak forårsaket av avviket. Ved innføring av disse ble andre celler med blant annet tidsbruk automatisk fylt ut, og lagt inn i en helhetlig oversikt over avvikene. I denne oversikten vil en kunne se hvor mange ganger de forskjellige typene avvik har inntruffet, hvor mye tid som er brukt på de forskjellige typene avvik, og hvor mange vrak avvikene har ført til.

Ved bruk av dette systemet vil bedriften kunne over tid se hvilke avvikstyper som inntreffer hyppigst, og hvor mye dette koster dem i tid og kostnader. Beregningen av kostnader blir gjort av Jankos selv, da bedriften har egne satser for hvor mye en time koster for forskjellige materialer, produkter og maskiner.

Når bedriften får oversikt over de hyppigste avvikstypene, vil de kunne undersøke hvorfor disse avvikene inntreffer, ved å søke etter rotårsaken, og videre kunne jobbe med å eliminere disse.

4.2.1 Avvikskoder

Eksisterende avviksregistrering er mangelfull hos Jankos, både fordi det ikke er en oversikt på tidsbruk, og fordi det ikke er noen form for sortering av avvik. Derfor var det nødvendig for gruppen å sette egne avvikskoder på de forskjellige avvikene. Kodene skulle på best mulig måte skille de forskjellige avvikstypene fra hverandre, og gi ut diagrammer for visualiseringen av avvikene. For systemets del skulle kodene gjøre det lettere og raskere å kategorisere avvikstype når loggføringen skjedde. For gruppens del, ble kodene brukt for å granske eventuelle rotårsaker til avvikene.

Kodene er nummerert fra 1 til 9 der hvert siffer representerer en standard avvikstype. Valget av koder ble basert på svar fra spørreundersøkelsen som ble besvart av

maskinoperatørene, og ved å ta utgangspunkt i kommentarfeltet fra hvert enkelt registrerte avvik mellom januar 2019 og april 2022 i Pro-M. Avvikstypene ble også kvalitetssjekket med produksjonsleder.

For videre analyse ble avvikskodene videre brutt ned innenfor sin egen kategori. Eksempelvis, hvis et avvik var registrert med kode 2, ville alle kode 2 avvik bli brutt ned til flere forskjellige kode 2-avvikstyper. Dette ble gjort på registrerte avvik fra Pro-M mellom 2019 og april 2022.

4.2.1.1 Koder og beskrivelser

Kode 1, Bytte av slitt/ødelagt verktøy: Denne avvikskoden ble brukt for å visualisere antall ganger en operatør ble nødt til å bruke tid på bytting av ødelagt eller slitt verktøy. I forhold til relevans for avviksregistreringen, var denne koden en av de mer reelle avvikene å inkludere i registreringen.

Kode 2, Feilprogrammering: Ved programmering menes hvilke innstillinger som brukes for simulering og maskinering for produksjonen av varer. Det er også forskjell på hvordan programmeringen foregår mellom fresing og dreining. På dreiebenken vil operatørene selv lage programmer direkte på maskinen, mens på fresingen bruker operatørene GibbsCam for å simulere fresingen. Alt av mål, toleranser og feil i program justeres under innkjøringen.

Kode 3, Feil/mangler på varer: Kode 3 har gruppen valgt å kategorisere som feil eller mangler på varer mottatt fra leverandører. Denne avviksbeskrivelsen kan forveksles med feil eller mangler på varer sendt fra Jankos, men dette blir i dag registrert som kundereklamasjoner og ikke som interne avvik.. Selv om reklamasjon er et avvik, er det nødvendig å kategorisere dette for seg selv fremfor å registrere dette som et internt avvik.

Kode 4, Produksjon av ny bit: Produksjon av ny bit definerer hvor lang tid som blir brukt på å produsere en ny bit utenfor den beregnede produksjonsplanen. Som regel pleier kode 4 å være overlappende, da mange nye biter blir produsert etter at et avvik er oppdaget underveis.

Kode 5, Rydding: Definisjonen på rydding er alt fra vasking av støvete omgivelser, til ryddingen av varer som er ferdigprodusert. Et eksempel på rydding er å tømme containere som inneholder avfall fra fresingen. Dette trenger ikke nødvendigvis å være et avvik, men om ryddingen eller spesielt rotete omgivelser går ut over produksjonen, skal dette registreres som avvik.

Kode 6, Menneskelig feil: Denne koden skal brukes hvis operatøren eller andre personer begår en feil som påvirker produksjonen. Menneskelige feil er nødvendig å ha med for videre analyser av rotårsaker.

Kode 7, Feil størrelse/avretting: Denne koden defineres ved at ferdigproduserte produkter kan ende opp med å ha feil mål, være utenfor toleranser, og når enkelte råvarer er for små eller for store til å brukes.

Kode 8, Ødelagt underveis i produksjon: Kode 8 er mer relevant å bruke i forhold til vrakproduksjon, men, siden vrakproduksjon også defineres som et avvik, vil denne koden inkluderes i avviksregistreringen også. Tid og varer vil gå tapt i dette avviket.

Kode 9, Usikker type avvik/annet: Denne avvikstypen er en samlingskode for andre typeravvik i bedriften. Eksempler på andre udefinerte avvik er sikkerhets-relaterte avvik og avvik relatert til frakten av varer.

4.2.1.2 Rotårsaker

Som nevnt i introduksjonen av delkapitlet 4.2.1 *Avvikskoder*, er rotårsaksanalyse en nødvendighet for videre forståelse og kunnskap om avvik. Formålet med en slik analyse er å gå i dybden av avvikene. Selv om avviksregistreringen hjelper bedriften med å sortere avvikstyper, er det en nødvendighet å granske hvorfor og hvordan disse avvikene oppstår. Ved å ta utgangspunkt i alle registrerte avvik i Pro-M mellom 2019 og 2022 sorterte gruppen avvikene ut fra kodene som ble beskrevet i delkapittel 4.2.1.1 *Koder og beskrivelser*. Når avvikene var sortert i henhold til kodene, ble avvikene lagt inn i et nytt Excel-ark for hver kode. I disse arkene ble avvikene dypere analysert, med nye koder innad for avvikstypene. Dette ble gjort for å få en økt forståelse for hvor og hvorfor avvikene oppstår.

Avvik	Type	Søknad	Dato	Referanse	Produksjon	Status	Statusbeskr.	Nummer type	Nummer	Vare	Beskrivelse	Kontakt	Kontaktavn	Kontaktperson	Avvikskode	Tid brukt	Ny kode	
1483	P		23.03.2022		1	1	Åpen	Ordre	15786	Tilkoblingsstuss er bensintanker	Front rot holder skjev Y-akse, måtte feilsøke. + finne riktig bredde for gjengefresing av taper.	10414	Volf AS			1		1
1479	P		04.03.2022		1	1	Åpen	Ordre	15803	20009-N-XG-02389 Pos: 8	Bommet litt på X kompenseringa på korthullsboren, så hull ble utafør toleranse.	10423	Trondheim Stål AS			1		1
1477	P		03.03.2022		1	1	Åpen	Ordre	15750	4-6033 Rev: A	Oppdaget ved sluttmaskinering i LB4000 at aksel var for mye neddreid på grovdreining før maskinering.	10009	Washington Mills AS			1		4

Figur 4.11: *Utdrag fra kode 1-sortering, der kolonne "Ny kode" beskriver en ny sortering av begrunnelse til avvikstypen.*

Etter å ha sortert avvikstypene i nye ark, satte gruppen nye koder for å videre utforske grunner til hvorfor de gitte avvikstypene oppstod. Eksempelvis ble avvikstype 1 som beskrev bytte av slitt/ødelagt verktøy videre sortert ut fra de hyppigste begrunnelsene til hvorfor type 1-avviket oppstod. Gitt at de overordnede avvikskodene kan være noe overlappende, blir det

nødvendig med videre sortering av hver enkel avvikskode for å komme frem til de ulike rotårsakene.

Ny kode	Beskrivelse	Antall	Prosentve	Kumulativ
1	Feil verktøy	7	44 %	44 %
2	Slitt verktøy	3	19 %	63 %
3	Feil innstilling	2	13 %	75 %
4	Problemer med maskin	3	19 %	94 %
5	Manuell fiks	1	6 %	100 %
Total		16	100 %	

Figur 4.12: Eksempel på videre sortering i avvikstype 1.

Denne spesifikke analysen av avvik mellom 2019 og 2022 er ikke brukt for selve avviksregistreringsarket og simuleringen gruppen har laget, men det var nødvendig å analysere dette både for å utforske videre analyser av avviksregistreringen, og for å utforske om en ny sortering ville gi en bedre forståelse for spesifikke rotårsaker innad i bedriftens avvik.

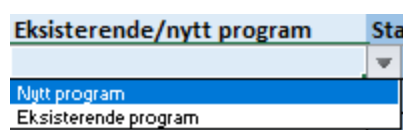
4.2.2 Gjennomgang av avviksregistreringsark

For å registrere avvik, vil operatør åpne avviksregistreringsarket som ligger på felles database. Det vil se ut som vist nedenfor. Denne gjennomgangen er kun et eksempel for å vise hvordan et avvik kan registreres i systemet, og det er ikke brukt et reelt avvik.

Her vil de først velge nytt eller eksisterende program fra nedtrekksmenyen.

Eksisterende/nytt program	Start Tidspunkt	Maskin/arbeidsstasjon	Avviksbeskrivelse	Avvikskode	Avviksbeskrivelse (kort)	TegningsNR	OrdreID	Antall vrak	AvviksID	Slutt Tidspunkt	Tid brukt	Timer	Minutter

Figur 4.13: Kolonner til utfylling i avviksregistreringsarket



Figur 4.14: Nedtrekksmeny for valg mellom eksisterende og nytt program

Når dette er valgt vil starttidspunktet automatisk fylles inn i cellen ved siden av. Etter dette må arbeidsstasjon velges. Arbeidsstasjonene er beskrevet med tallkoder fra Pro-M, og representerer arbeidsstasjoner ved både Snillfjord og Orkanger.

Eksisterende/nytt program	Start Tidspunkt	Maskin/arbeidsstasjon	Avv
Eksisterende program	09.05.22 13:28		
		3000	
		3010	
		3020	
		3500	
		3510	
		3900	
		4000	
		5000	

Figur 4.15: Nedtrekksmeny for valg av maskin eller arbeidsstasjon

Videre må det velges avvikstype. De forskjellige avvikstypene som kan velges mellom ble beskrevet i 4.2.1 *Avvikskoder*. Når dette er valgt vil det automatisk komme en tallkode knyttet til avvikstypen.

Eksisterende/nytt program	Start Tidspunkt	Maskin/arbeidsstasjon	Avviksbeskrivelse	Avv
Eksisterende program	09.05.22 13:28	3010	Feil størrelse/avretting	
			Feilprogrammering	
			Feilmangel på varer	
			Produksjon av ny bit	
			Rydding	
			Menneskelig feil	
			Feil størrelse/avretting	
			Ødelagt underveis i produksjon	
			Usikker type avvikstype/annet	

Figur 4.16: Nedtrekksmeny for valg av avvikstype som vil gi ut et nummer mellom 1 og 9

Deretter skal det skrives inn en kort beskrivelse av avviket som er oppstått og tegningsnummer knyttet til avviket. Tegningsnummeret er identifikasjonen til tegningen som produseres. Neste steg er å skrive inn ordrenummeret knyttet til avviket.

Avviksbeskrivelse	Avvikskode	Avviksbeskrivelse (kort)	TegningsNR	OrdreID
Feil størrelse/avretting	7	TEST	12345	10001

Figur 4.17: Manuell inntasting av kommentar, tegningsnummer og ordre ID

Siste steg i avviksregistreringen er å skrive inn hvor mange vrak avviket har medført, og fylles først inn etter avviket er rettet opp, og operatør har full oversikt over antall vrak. Etter dette feltet er fylt inn, vil sluttidspunkt automatisk fylles inn.

TegningsNR	OrdreID	Antall vrak	AvviksID	Slutt Tidspunkt	Tid brukt	Timer	Minutter
12345	10001	3	10001	09.05.22 13:40	0.19	0	11

Figur 4.18: Tid brukt i avviksregistrering

Feltene “Tid brukt”, “Timer”, og “Minutter” vil fra første felt er utfylt fortløpende vise hvor lang tid som er brukt på avviket. Disse feltene vil låses når antall vrak er fylt ut, og sluttidspunktet blir satt. Når alle feltene er fylt ut vil arket se ut som vist under.

Eksisterende/nytt program	Start Tidspunkt	Maskin/arbeidsstasjon	Avviksbeskrivelse	Avvikskode	Avviksbeskrivelse (kort)	TegningsNR	OrdreID	Antall vrak	AvviksID	Slutt Tidspunkt	Tid brukt	Timer	Minutter	
Eksisterende program	09.05.22 13:28	3010	Feil størrelse/avretting	7	TEST		12345	10001	3	10001	09.05.22 13:40	0.19	0	11

Figur 4.19: Eksempel på ferdig utfylt avviksregistrering

For å sikre at avvik blir fylt inn riktig, har gruppen laget en oppskrift på utfylling som ligger på utfyllingssiden, samt en beskrivelse av avvikstypene, betydning av feltfarge og benevnelse på arbeidsstasjoner.

Utfyllingsveiledning ved avviksstart:

1. Lagre arket
2. Velg nytt program eller eksisterende program i dropdown lista.
3. Velg arbeidsstasjon i dropdown lista.
4. Velg avviksbeskrivelse i dropdown lista.
5. Skriv en kort kommentar på avviksbeskrivelse
6. Skriv inn tegningsNR
7. Skriv inn ordreid på ordren avviket oppstår på
8. Skriv inn antall vrak når avviket er fikset
9. Lagre arket

NB!: Lagre ved opphold i registrering, feks mellom ordreid og antall vrak

Ved etterregistrering av avvik:

1. Lagre arket
2. Velg nytt program eller eksisterende program
3. Fjern formelen i cella for starttidspunkt, skriv inn riktig starttidspunkt på formen dd.mm.yyyy hh:m*m* (d=day, m=month, y=year, h=hour, m*=minute)
4. Velg arbeidsstasjon
5. Velg avviksbeskrivelse
6. Skriv kort kommentar på avviksbeskrivelse
7. Skriv inn tegningsNR
7. Skriv inn ordreid
8. Skriv inn antall vrak
9. Fjern formelen i cella for sluttidspunkt skriv inn riktig sluttidspunkt på formen dd.mm.yyyy hh:m*m* (d=day, m=month, y=year, h=hour, m*=minute)
10. Lagre arket

Lyseblå celler må fylles inn manuelt

Mørkeblå celler autofylles ut i fra hva som fylles inn i lyseblått

På neste side er det en oversikt over avvik i forhold til antall, tid brukt og arbeidsstasjoner

Figur 4.20: Veiledning i bruk av avviksregistreringsark

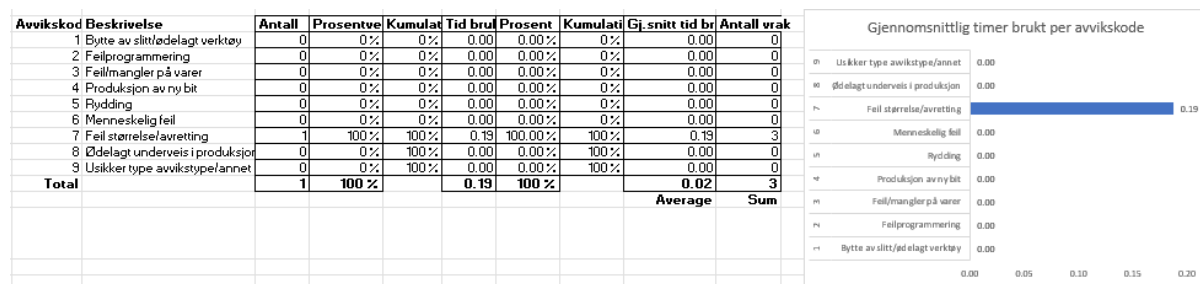
	=	Selvregistrering
	=	Autoutfylling
	Beskrivelse	Avvikskoder
	Bytte av slitt/ødelagt verktøy	1
	Feilprogrammering	2
	Feil/mangel på varer	3
	Produksjon av ny bit	4
	Rydding	5
	Menneskelig feil	6
	Feil størrelse/avretting	7
	Ødelagt underveis i produksjon	8
	Usikker type avvikstype/annet	9

Figur 4.21: Beskrivelse av betydning av cellefarger og avvikskoder

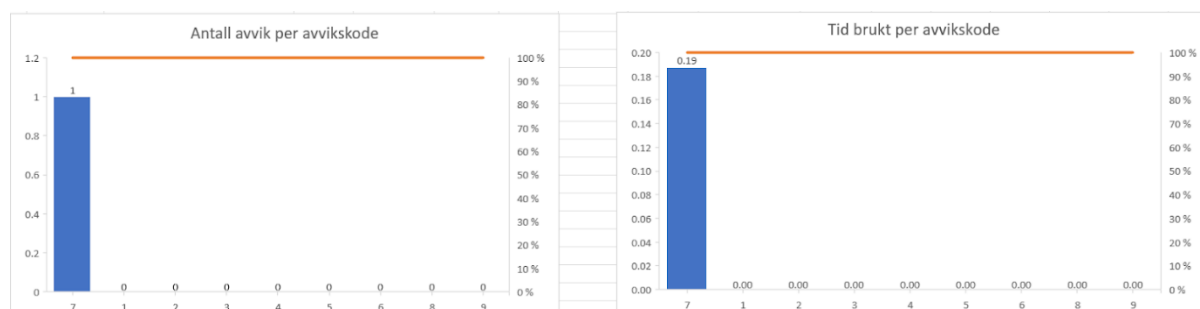
Arbeidsstas	Benevnelse
100	Mønstring generelt
400	Møter/ div adm tid
500	Kursing - eksternt/internt
600	Opplæring læring
700	Internt vedlikehold
2000	Kapping
3000	Okuma LB400
3010	Okuma LB4000
3020	Okuma LB3000
3500	Hedelius C80
3510	hedelius T6
3900	Manuelle maskiner
4000	sveising
5000	Overflatebehandling
6000	Montering
8000	Okuma LB4000-Orkanger
8100	Okuma LB15-Orkanger
8500	Spinner VC1150-Orkanger
8600	Kapping Orkanger
9000	Sluttkontroll
9100	Etterkontroll direktelevering

Figur 4.22: Arbeidsstasjon med benevnelse

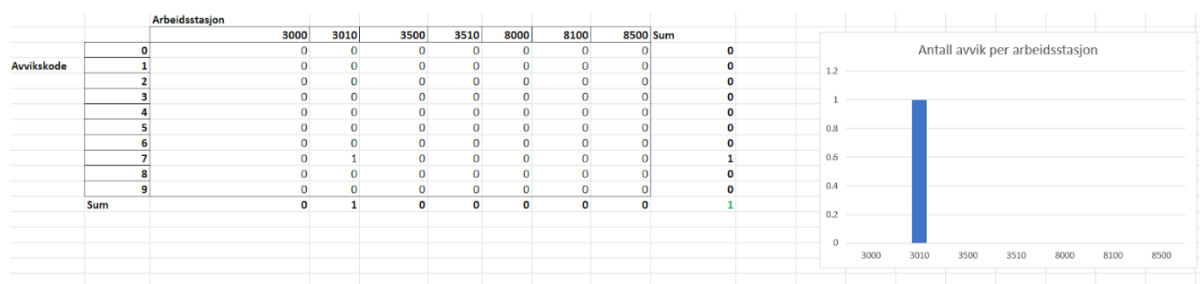
Ved utfylling av avvik, vil data fra arket legges inn i en oversikt som viser tid brukt og vrak for hver avvikstype i en tabell, og visualisert i diagrammer. Oversiktssiden viser også en matrise over valgte arbeidsstasjoner og avvikskoder. Denne blir visualisert i et diagram med antall avvik per arbeidsstasjon.



Figur 4.23: Resultater i form av tidsbruk



Figur 4.24: Paretodigram med antall avvik og tid brukt per avvikskode



Figur 4.25: Matrise med arbeidsstasjoner og avvikskoder, og tilhørende diagram for antall avvik per arbeidsstasjon

Hvordan disse sidene kan se ut etter bruk over tid og hva de kan brukes til, blir gjennomgått i delkapittel 5.1 *Resultat av avvikssimulering* og 6.1 *Analyse av avvikssimulering*.

4.3 Kapasitetsberegning

Kapasitetsberegning har en sentral rolle for en bedrift som Jankos, og for at bedriften skal kunne kontinuerlig forbedre seg burde en sikker kapasitetsberegning være på plass. Kapasitetsberegningen forteller hvor stor produksjonskapasitet bedriften har, som er hvor mye de kan produsere over en tidsperiode. Som beskrevet i kapittel 1.4.3.3 benytter Jankos i dag en form for kapasitetsberegning i sin produksjonsplanlegging. Grunnet mangler, diskutert

i kapittelet, funker ikke dette systemet optimalt i dag, og manglende data i nåsituasjon har redusert mulighetene for forbedring i prosjektet. For at Jankos skal få en fullstendig og fungerende kapasitetsberegning er det helt nødvendig med bruk av måltall.

Som forklart i kapittel 4.2 er måltall indikatorer på hvordan bedriften ligger an. Ved å bruke måltall som for eksempel nedetid og tilgjengelighet for arbeidsstasjonene, kan man få mer nøyaktige tall på hvor mye tid man faktisk har til produksjon. Med tilgang på data som dette, kan man gjennomføre en mer detaljert kapasitetsberegning. Hvis man har solide data for hvor tilgjengelig en maskin er, altså planlagt produksjonstid delt på total tid, kan man bruke dette til å se på kapasiteten. Hvis man for eksempel har en arbeidsstasjon som er bemannet 8 timer om dagen, med tilgjengelighet på 80%, vil det si at stasjonen har mulighet til å produsere 6,4 timer av de 8 timene. Dette er viktig informasjon som kan brukes i produksjonsplanlegging, og hjelpe til å gi bedre kontroll.

En enkel måte å komme i gang med en slik beregninger for arbeidsstasjonene er å ta bemannet tid, minus tiden som er beregnet til planlagte stopp. Dette vil gi en indikasjon på hvor tilgjengelig stasjonen er. Videre vil avviksregistrering og erfaringen med slike beregninger gi mer nøyaktige tall og gi innblikk på hva som påvirker tilgjengeligheten.

5 Resultater

5.1 Resultat av avvikssimulering

Gruppen har, ref. kapittel 4.2 *Avviksregistrering*, laget et enkelt system for å registrere avvik. Dette systemet ble også brukt til å gjøre en simulering av avviksregistrering over tid, for å vise hvordan et slikt system kan se ut ved bruk og hvordan man kan bruke resultatene fra dette arket. For enkelhets skyld fjernet gruppen noen av utfyllingsfeltene fra arket for å kjøre simuleringen. Grunnen til dette var at informasjonen som skulle blitt fylt inn i disse feltene ikke var av relevans for selve simuleringen, men er nyttige ved vanlig bruk av avviksregistreringen. Feltene som ble fjernet var eksisterende/nytt program, start- og sluttidspunkt, avviksbeskrivelse (kort), tegningsnummer, ordre-id og avviks-id. Feltene som sto igjen så gruppen som nødvendige å ha med i simuleringen, og var som følger:

Maskin/arbeidsstasjon	Avvikskode	Antall vrak	Tid brukt	Timer	Minutter
-----------------------	------------	-------------	-----------	-------	----------

Figur 5.1: *Beskrivelser av avviksregistrering, sortert i kolonner*

Etter å ha funnet ut hvilke felt som var nødvendige å ha med i simuleringen, måtte gruppen bestemme formler for å kunne gjennomføre simuleringen. Formlene måtte være konstruert på en måte som gjorde at tallene ble tilfeldige innenfor et satt intervall, men samtidig være realistiske nok til å kunne være ekte. Dette ble gjort ved blant annet å sette tid brukt på avvik mellom 0 og 8 timer, og vektning av avvikskoder, ved hjelp av avviksdata fra oppstartsark og avviksdata fra 2020.

Beskrivelse	Avvikskode	Sannsynlighet	Kumulativ
Bytte av slitt/ødelagt verktøy	1	0.115	0.0 %
Feilprogrammering	2	0.212	11.5 %
Feil/mangel på varer	3	0.133	32.7 %
Produksjon av ny bit	4	0.055	46.0 %
Rydding	5	0.055	51.5 %
Menneskelig feil	6	0.109	56.9 %
Feil størrelse/avretting	7	0.261	67.8 %
Ødelagt underveis i produksjon	8	0.061	93.9 %

Figur 5.2: Vekting av avvikskoder brukt i simulering

Denne vektingen ble brukt i formelen for avvikskode. Formlene brukt i gruppens valgte felt var som følger under.

Maskin/arbeidsstasjon	Avvikskode	Antall vrak	Tid brukt	Timer	Minutter
Formler brukt i celler ved simulering					
=INDEX(\$I\$36:\$I\$47,RANDBETWEEN(1,COUNTA(\$I\$36:\$I\$47)),1)	=MATCH(RAND(),\$K\$20:\$K\$27)	=IFS(B6=1,RANDBETWEEN(0,5),(B6=2),RANDBETWEEN(0,5),(B6=3),RANDBETWEEN(0,4),(B6=4),RANDBETWEEN(1,9),(B6=5),0,(B6=6),RANDBETWEEN(0,5),(B6=7),RANDBETWEEN(0,5),(B6=8),RANDBETWEEN(1,6))	=RAND()*7.9+0.1	=INT(D6)	=ROUND((D6-E6)*60,0)

Figur 5.3: Formler brukt i simulering

Disse formelene ble brukt i 500 celler, og det ble derfor simulert 500 avvik. Selve simuleringen kan finnes i vedlegg 3 *Avvikssimulering*. Gruppen valgte 500 da dette er nok til å være representativt for fordelingen av ulike avvikstyper, og kan være et faktisk antall registrerte avvik i en bedrift som Jankos ved første års bruk av avviksregistrering.

Etter å ha kjørt simuleringen fikk gruppen oversikt over de forskjellige avvikstypene og hvor mye tid som var tapt til disse, hvor mye vrak som var forårsaket for hver avvikstype og sammenhengen mellom antall avvik og tid brukt.

Avvikskoder	Beskrivelse	Antall	Prosentverdi	Kumulativ	Tid brukt	Prosent	Kumulativ	Gj.snitt tid brukt	Antall vrak	Gj.snitt vrak
1	Bytte av slitt/ødelagt verktøy	71	14 %	14 %	293.34	14 %	14 %	4.13	178	3
2	Feilprogrammering	112	22 %	37 %	440.92	22 %	36 %	3.94	289	3
3	Feil/mangler på varer	62	12 %	49 %	249.46	12 %	48 %	4.02	107	2
4	Produksjon av ny bit	22	4 %	53 %	121.34	6 %	54 %	5.52	111	5
5	Rydding	31	6 %	60 %	140.33	7 %	61 %	4.53	0	0
6	Menneskelig feil	52	10 %	70 %	232.74	11 %	72 %	4.48	132	3
7	Feil størrelse/avretting	119	24 %	94 %	432.66	21 %	93 %	3.64	318	3
8	Ødelagt underveis i produksjon	31	6 %	100 %	135.87	7 %	100 %	4.38	108	3
Total		500	100 %		2046.66	100 %		4.33	1243	2
								Average	Sum	Average

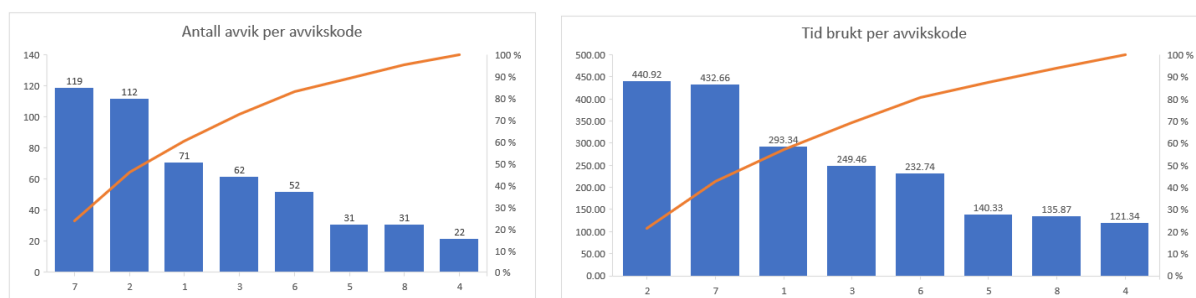
Figur 5.4: Fordeling av avvik i simulering

Fra tabellen kan man lese at feilprogrammering og feil størrelse/avretting er de avvikene som inntreffer hyppigst, og dette stemmer overens med både historiske data og samtaler med ledelse og arbeidere ved Jankos. Gjennomsnittlig tid brukt på avvikstypene kan være noe misvisende i simuleringen grunnet valg av formel for tid brukt. Formelen for tid brukt var et tilfeldig tall mellom 0 og 8 timer. Dette blir en forenklet måte å utføre simuleringen, og er ikke representativt for Jankos. Resultatene av denne formelen illustrerer til en viss grad hvordan en mer sjelden avvikstype i løpet av et år kan ta mer tid og kostnad å fikse enn en hyppigere, enklere avvikstype. Dette ble ikke tilfelle i denne simuleringen, men ved å se på gjennomsnittlig tid brukt for avvikskode 4, *produksjon av ny bit*, er det mulig å se at om dette hadde inntruffet flere ganger ville det kunne hatt større implikasjoner enn den hyppigste avvikstypen, avvikskode 7, *feil størrelse/avretting*. Gjennomsnittstiden for avvikskode 4 var 5.52 timer, mens den for avvikskode 7 var 3.64 timer. Dersom det hadde vært 79 tilfeller av avvikskode 4, ville dette krevd mer tid enn 119 tilfeller av avvikskode 7, selv med 40 færre tilfeller.



Figur 5.5: Gjennomsnittlig tid brukt per avvikskode i simulering

Siden for avviksoversikt har også diagrammer som viser totalt antall avvik per avvikskode og total tid brukt per avvikskode.



Figur 5.6: Paretodigram for antall avvik og tid brukt per avvikskode i simulering

Diagrammet for antall avvik er et paretodigram som viser fordelingen mellom antall avvik per avvikskode. På venstre y-akse er antall avvik, høyre y-akse er prosentandel i forhold til totalt antall avvik, og x-aksen viser hvilken avvikskode søylen er knyttet til. Den oransje linjen representerer kumulativ prosent.

Paretodigrammet som viser fordelingen på tid brukt per avvikskode. På venstre y-akse er tid brukt, høyre y-akse viser prosent i forhold til total tid brukt på avvik, og x-aksen viser hvilken avvikskode søylen er knyttet til. Den oransje linjen representerer kumulativ prosent.

Ved en slik simulering er det også nyttig med visualisering av antall vrak per avvikskode.



Figur 5.7: Paretodigram for antall vrak per avvikskode i simulering

Dette er et paretodigram som viser fordelingen av vrak per avvikskode. På venstre y-akse er antall vrak brukt, høyre y-akse viser prosent i forhold til totalt antall vrak, og x-aksen

viser hvilken avvikskode søylen er knyttet til. Den oransje linjen representerer kumulativ prosent. Her er det verdt å merke seg at avvikskode 5, *rydding*, ikke medfører vrak.

Fra disse diagrammene kan man se et lite eksempel på at avvikstypen som ikke inntreffer oftest tar lengst total tid å rette opp, ved avvikskode 2, *feilprogrammering*. Det er derimot ikke denne som førte til flest vrak, det var avvikskode 7, *feil størrelse/avretting*, som var den hyppigste avvikstypen. Disse to avvikstypene inntraff nesten like mange ganger med 119 og 112 avvik.

På siden for avviksoversikt er det også mulig å se hvor mange ganger hver enkelt avvikskode har inntruffet på hver enkelt arbeidsstasjon.

Avvikskode	Arbeidsstasjon											Sum	
	3000	3010	3020	3500	3510	3900	5000	6000	8000	8100	8500		9000
1	6	8	6	7	4	10	4	6	12	1	3	4	71
2	9	7	8	7	12	12	10	13	8	10	8	8	112
3	10	3	4	6	4	3	6	4	7	2	5	8	62
4	1	1	3	4	2	0	0	1	2	4	2	2	22
5	4	0	1	2	3	1	6	3	1	3	2	5	31
6	4	3	2	4	4	2	7	2	9	8	5	2	52
7	8	7	12	9	5	7	10	17	8	14	8	14	119
8	3	2	4	3	1	1	4	7	1	1	1	3	31
Sum	45	31	40	42	35	36	47	53	48	43	34	46	500

Figur 5.8: Matrise som beskriver hvor mange avvik hver maskin har per avvikskode

Denne matrisen gjør det mulig å se om en maskin sliter med en avvikskode, for eksempel at arbeidsstasjon 6000 har nesten dobbelt så mange avvik på avvikskode 8, *ødelagt underveis i produksjon*, enn arbeidsstasjonen med nest flest av denne avvikskoden. Grunnene til dette kan være mange, men ved en slik observasjon oppfordres bedriften til å ta en nærmere titt på hva grunnen til dette kan være. Hvordan analysen og bruken av denne avviksregistreringen blir, gås gjennom i kapittel 6.1, *Analyse av avviksregistrering*.

5.2 Simulering av kapasitetsberegning

Gruppen ville også gjennomføre en forenklet simulering av kapasitetsberegning sammen med avvikssimuleringen for å demonstrere hvordan data fra avvik spiller en viktig rolle for kapasitetsberegningen. For simuleringen valgt gruppen å fokusere på måltall nevnt i tidligere kapittel. Verdier for tilgjengelighet, ytelse og kvalitet ble simulert for å kunne gi et bilde på hvordan OEE beregnes. For denne simuleringen måtte gruppen gjøre noen antagelser grunnet manglende datagrunnlag. Simuleringen tar utgangspunkt i at arbeidsstasjonene er bemannet 7,5 timer om dagen, 5 dager i uka og 50 uker per år. Det er også snakket med produksjonsleder som satt et estimat på 2,5 timer planlagt vedlikehold per stasjon per uke.

Med disse verdiene sammen med tall fra avvikssimuleringen ble det beregnet verdier for ytelse og tilgjengelighet.

Arbeidstimer per dag	7.5
Arbeidstimer per uke	37.5
Arbeidsuker per år	50
Vedlikeholdstimer per uke	2.5

Figur 5.9: *Arbeidstimer, arbeidsuker og vedlikeholdstimer brukt i beregninger*

Arbeidsstasjon	Benevnelse	Tid tapt til avvik	Planlagt nedetid	Tilgjengelig per år	Effektiv tid per år	Tilgjengelighet	Ytelse	OEE
3000	Okuma LB400	165.2	125	1875	1584.8	93.3 %	90.6 %	82.79 %
3010	Okuma LB4000	130.7	125	1875	1619.3	93.3 %	92.5 %	84.59 %
3020	Okuma LB3000	181.2	125	1875	1568.8	93.3 %	89.6 %	81.96 %
3500	Hedelius C80	161.3	125	1875	1588.7	93.3 %	90.8 %	82.99 %
3510	hedelius T6	150.3	125	1875	1599.7	93.3 %	91.4 %	83.57 %
3900	Manuelle maskiner	137.6	125	1875	1612.4	93.3 %	92.1 %	84.24 %
5000	Overflatebehandling	202.6	125	1875	1547.4	93.3 %	88.4 %	80.84 %
6000	Montering	196.3	125	1875	1553.7	93.3 %	88.8 %	81.17 %
8000	Okuma LB4000-Orkanger	184.7	125	1875	1565.3	93.3 %	89.4 %	81.77 %
8100	Okuma LB15-Orkanger	183.9	125	1875	1566.1	93.3 %	89.5 %	81.81 %
8500	Spinner VC1150-Orkanger	149.7	125	1875	1600.3	93.3 %	91.4 %	83.60 %
9000	Sluttkontroll	203.1	125	1875	1546.9	93.3 %	88.4 %	80.81 %
	Sum	2046.7	1500.0	22500.0	18953.3			

Figur 5.10: *Beregninger av tidsbruk, tilgjengelighet, ytelse og OEE per maskin*

For å finne tilgjengeligheten til stasjonene er formelen: (“Tilgjengelig per år”-”Planlagt nedetid”)/”Tilgjengelig per år”. Dette gir prosentverdi for hvor mye av den tilgjengelige tiden som faktisk kan brukes til produksjon. For ytelse er formelen netto produksjonstid delt på planlagt produksjonstid, dette gir prosentverdi på hvor mye av den tilgjengelige produksjonstiden som faktisk blir brukt til produksjon. For ytelsen trenger man tid brukt på avvik for å finne den effektive produksjonstiden per år.

For å finne den siste nødvendige faktoren i OEE, som er kvalitet, har gruppen valgt å bruke historiske data for 2020. Dette er gjort da avvikssimuleringen ikke har en oversikt over totalt varer produsert i perioden. Data fra 2020 har tall på totalt antall varer produsert og hvor mange vrak som oppsto, men ikke de nødvendige tidsverdiene som er brukt tidligere i simuleringen.

Historisk data fra Jankos 2020						
MånedNr	Måned	Produsert	Antall vrak	Brukt tid	Kvalitet	
1	januar 2020	5195	93	1549.67	98 %	
2	februar 2020	4081	24	1653.63	99 %	
3	mars 2020	3057	95	2455.05	97 %	
4	april 2020	2924	56	1682.19	98 %	
5	mai 2020	4305	60	1043.68	99 %	
6	juni 2020	4566	92	1854.7	98 %	
7	juli 2020	398	9	616.03	98 %	
8	august 2020	2889	168	2078.25	94 %	
9	september 2020	4193	62	1885.64	99 %	
10	oktober 2020	4059	111	1972.05	97 %	
11	november 2020	4296	59	1283.28	99 %	
12	desember 2020	2875	48	1227.85	98 %	
	Totalt	42838	877	19302.02	98 %	
				Sum	Gjennomsnitt	

Figur 5.10: *Historiske data brukt for å regne ut kvalitet*

Arbeidsstasjon	OEE
3000	82.79 %
3010	84.59 %
3020	81.96 %
3500	82.99 %
3510	83.57 %
3900	84.24 %
5000	80.84 %
6000	81.17 %
8000	81.77 %
8100	81.81 %
8500	83.60 %
9000	80.81 %
	82.51 %

Figur 5.11: Beregninger av OEE per arbeidsstasjon

Figur 5.10 viser data fra 2020 som ble brukt i simuleringen for å finne reelle verdier for kvalitet hos Jankos. Denne dataen er ikke fordelt på stasjoner, men på ordre-id, så det er ikke mulig å beregne kvaliteten til stasjonene fra denne dataen. Gruppen har derfor valgt å sortere dataene per måned, og regnet ut kvaliteten per måned, for så å bruke et gjennomsnitt av dette i OEE beregningen. Gjennomsnittlig kvalitet for 2020 var på 98%, dette er en høy verdi for kvalitet, som bekrefter at Jankos er dyktige i jobben de gjør.

Når måltallene ytelse, tilgjengelighet og kvalitet er regnet ut, multipliseres disse prosentene for å finne OEE. OEE forteller bedriften hvor effektiv en stasjon totalt er, for denne simuleringen var gjennomsnittlig OEE på 82,51%. Figur 5.11 viser OEE verdiene per arbeidsstasjon for denne simuleringen. Denne simuleringen viser at OEE verdien er ganske lik på de forskjellige stasjonene, dette vil bli dypere gjennomgått i kapittel 6.2

5.3 Visualiseringsverktøy

Visualiseringen av nøkkeltall er verktøyet bedriften først og fremst ønsket å ha fokus på i begynnelsen av prosjektet. Gruppen hadde ambisjoner om å fremstille et visualiseringsverktøy der både ledelsen og maskinoperatører selv kunne se nøkkeltall internt i bedriften. Tallene ville være en indikasjon på prestasjon innad i bedriften, og ville være et verktøy for å få måltall å arbeide seg opp mot.

Gruppens ønsket å sette opp et dashboard som viste ledelsen og ansatte informasjon de ønsket. For å finne ut av hva denne informasjonen var, ble det holdt jevnlig samtaler med ledelsen og gjennomført en spørreundersøkelse presentert i kapittel 4.1 *Spørreundersøkelse*. Ut fra samtalene og spørreundersøkelsen fastsatte gruppen at det var nødvendig å se på måltall som var tidsbasert og kunne måles ved hjelp av tid. To eksempler på ønskede

visualiseringer var å kunne se på hvordan produksjonen lå an i forhold til ønsket produksjon. Dette ved å sette et anslag på hvor mange ordre produksjonen skulle klare å ferdigstille, og samtidig ha et ledd som telte antall ferdigproduserte ordre. Dette kan visualiseres ved blant annet to stolpediagram som fungerer i real-time. Det andre eksempelet var å ha en visualisering av tiden hver maskin har brukt og sammenligne dette mot den kalkulerte tiden som var satt av til de spesifikke maskinene. For det andre eksempelet kan det også være nyttig å bruke stolpediagram.

Etter samtaler med bedriften ble det satt opp diverse forslag til hvilke nøkkeltall som ville gi best utbytte. Og med tilgjengelig data fra 2020, var det mulig å sette opp en skisse med visualiseringer i et dashboard på Power BI.



Figur 5.12: Dashboard som viser overordnede data for 2020.

Som vist i figur 5.12, gir dashboardet et overordnet innblikk på antall vrak, produsert, profitt og kalkulert tid mot brukt tid på ett år. Dette dashboardet er ment som en årsrapport på nøkkeltall, og gir muligheten for å filtrere ut resultater fra forskjellige måneder og uker.

I skissen gruppen har fremstilt, blir det brukt data fra 2020 som er tatt ut fra Pro-M. Det er valgt å ikke bruke tall fra avviksregistrering og en grundig visualisering av kapasitetsberegning, fordi den registrerte dataen i Pro-M fra disse områdene ikke er gode nok til å gi et helhetlig bilde av prestasjonen hos bedriften.

Visualiseringen gjør det mulig å filtrere ut måned for måned slik at bedriften kan se på korrelasjoner mellom de forskjellige diagrammene til forskjellige måneder. Ved å se på

korrelasjonene fra måned til måned, vil bedriften samtidig kunne bruke avviksregistreringssystemet til å eksempelvis analysere hvorfor det er mye avvik i de forskjellige månedene. Dette fordi visualiseringssystemet, eller dashbordet, henger sammen med loggføringen av avvik og kapasitetsberegningene.

6 Diskusjon

6.1 Analyse av avviksregistrering

Å ta i bruk et system for avviksregistrering hjelper lite, om noe, uten gode metoder for analyse. Grunnene til dette ble gjennomgått i kapittel 2.6 *Avvik - registrering og håndtering*. Fra kapittel 5.1 *Resultater fra avvikssimulering* har vi resultater fra en simulert avviksregistrering, med en rekke data og tall for diverse avvikstyper. Man kunne blant annet se at den hyppigste avvikskoden var feil størrelse/avretting, og hadde tatt nest lengst total tid å rette opp. Av dette kan en bedrift bestemme at dette er et avvik de ønsker å ta tak i, og finne rotårsaken til, slik at denne typen avvik ikke inntreffer like mye i fremtiden. Måten man går frem på da er å jobbe seg bakover i hendelsesforløpet som ledet til avviket, og undersøker hvorfor hver hendelse skjedde. Søk etter rotårsak er noe man finner i en rekke fag, deriblant lean hvor “5 x hvorfor” er en metode for å finne rotårsak.

Hvis man tar utgangspunkt i simuleringen, hvor feil størrelse/avretting er den hyppigste avvikstypen, vil man starte på arbeidsstasjonen avviket ble oppdaget på. Her sjekker man utstyr, programinnstillinger og arbeid gjort på denne delen. Sjekken innebærer å inspisere hva som er blitt gjort med delen, og hvilke grunner det er til at delen ble for liten eller for stor, eller måtte rettes av. Ved å gjøre dette vil man få utløsende årsaker for at avviket skjedde. En utløsende årsak på siste arbeidsstasjon før avviket ble oppdaget kan eksempelvis være forskjellige mål på emnene mottatt. Dette gjøres på hver arbeidsstasjon delen har vært innom i motsatt kronologisk rekkefølge til man finner rotårsaken. Ofte ligger denne rotårsaken tidlig i hendelsesforløpet. For en tenkt del med denne avvikstypen kan rotårsaken være at rutine for bytte og inspeksjon av verktøy ikke er gode nok, som fører til slitasje på verktøy for kapping, som igjen gjør at emnene blir kuttet skjevt og/eller ulikt.

En annen metode, som ble gjennomgått i kapittel 4.2.1.2 *Rotårsaker*, er å bryte de forskjellige avvikstypene ned i flere nivåer for å undersøke hva rotårsaken til at avviket

skjedde. Dette er en lignende metode som beskrevet over, men vil ikke nødvendigvis gi like detaljert oversikt over utløsende årsaker og rotårsak.

Å finne rotårsak kan være krevende, men om en rotårsak blir funnet vil bedriften kunne undersøke løsninger for å minimere, eller i beste fall eliminere, denne avvikstypen. Dette kan eksempelvis gjøres ved bruk av PUKK-hjulet. Om bedriften har suksess med å minimere effekten denne avvikstypen har på produksjonen, vil det føre til mindre tid brukt på avvik, altså ikke-verdiskapende tid, og dermed mer verdiskapende tid.

Fra simuleringen kan man se at total tid brukt på avvik er 2046 timer, noe som tilsvarer omtrent 255 8-timers arbeidsdager totalt, 21 8-timers arbeidsdager per arbeidsstasjon, eller omtrent 3,5 timer per uke for hver arbeidsstasjon brukt på avvik i løpet av et år. Dette resultatet kan være noe misvisende da formelen valgt for tid brukt i simuleringen velger et tilfeldig tall mellom 0 og 8 timer, men kan også være tilnærmet reelt for en bedrift uten tiltak for å redusere avvik.

Arbeidsstasjon	Benevnelse	Tid tapt til avvik
3000	Okuma LB400	165.2
3010	Okuma LB4000	130.7
3020	Okuma LB3000	181.2
3500	Hedelius C80	161.3
3510	hedelius T6	150.3
3900	Manuelle maskiner	137.6
5000	Overflatebehandling	202.6
6000	Montering	196.3
8000	Okuma LB4000-Orkanger	184.7
8100	Okuma LB15-Orkanger	183.9
8500	Spinner VC1150-Orkanger	149.7
9000	Sluttkontroll	203.1
		2046.7

Figur 6.1: Resultat av tid brukt på 500 avvik i simulering

Dersom man sammenligner dette med total tid brukt på vedlikehold per år, som er 1500 timer, omtrent 187 8-timers arbeidsdager, rundt 15 8-timers arbeidsdager per arbeidsstasjon, eller 2,5 timer per uke for hver arbeidsstasjon, er det tydelig at dette kan være en reell situasjon.

Arbeidsstasjon	Benevnelse	Tid tapt til avvik	Planlagt nedetid
3000	Okuma LB400	165.2	125
3010	Okuma LB4000	130.7	125
3020	Okuma LB3000	181.2	125
3500	Hedelius C80	161.3	125
3510	hedelius T6	150.3	125
3900	Manuelle maskiner	137.6	125
5000	Overflatebehandling	202.6	125
6000	Montering	196.3	125
8000	Okuma LB4000-Orkanger	184.7	125
8100	Okuma LB15-Orkanger	183.9	125
8500	Spinner VC1150-Orkanger	149.7	125
9000	Sluttkontroll	203.1	125
		2046.7	1500

Figur 6.2: Resultat av tid brukt på 500 avvik og tid brukt på vedlikehold i løpet av et år

Om en bedrift får slike avvikstall i løpet av et år, er det tydelig at det burde gjøres en innsats for å senke antallet avvik som inntreffer. Slike resultater kan også være en pekepinn på at det burde brukes mer tid på preventivt vedlikehold.

Etter å ha gjennomført simuleringen, ville gruppen se hvilke arbeidsstasjoner som slet med hvilke avvikskoder. Dette ble gjort ved “Conditional Formating” i Excel, som er en funksjon som fargesorterer tall i en matrise etter gitte kriterier. Her ble det valgt å fargesortere slik at høyeste tallverdi var rød og laveste tallverdi var grønn. Tallverdiene mellom høyest og lavest ble farget i oransje, gul eller grønn ut ifra relativ verdi.

Avvikskode	Arbeidsstasjon												Sum
	3000	3010	3020	3500	3510	3900	5000	6000	8000	8100	8500	9000	
1	6	8	6	7	4	10	4	6	12	1	3	4	71
2	9	7	8	7	12	12	10	13	8	10	8	8	112
3	10	3	4	6	4	3	6	4	7	2	5	8	62
4	1	1	3	4	2	0	0	1	2	4	2	2	22
5	4	0	1	2	3	1	6	3	1	3	2	5	31
6	4	3	2	4	4	2	7	2	9	8	5	2	52
7	8	7	12	9	5	7	10	17	8	14	8	14	119
8	3	2	4	3	1	1	4	7	1	1	1	3	31
Sum	45	31	40	42	35	36	47	53	48	43	34	46	500

Figur 6.3: Fargesortering av arbeidsstasjoner med avvikskoder

Først ble dette sortert etter avvikskode. Dette visualiserer hvilken maskin som har flest forekomster av hver enkelt avvikskode. Her kan man blant annet se at arbeidsstasjon 6000 hadde flest tilfeller av avvikskode 2, 7 og 8. Denne informasjonen kan tyde på at det er underliggende årsaker på denne arbeidsstasjonen som gjør at den får flere avvik enn andre arbeidsstasjoner, noe som burde undersøkes ytterligere.

Avvikskode	Arbeidsstasjon												Sum
	3000	3010	3020	3500	3510	3900	5000	6000	8000	8100	8500	9000	
1	6	8	6	7	4	10	4	6	12	1	3	4	71
2	9	7	8	7	12	12	10	13	8	10	8	8	112
3	10	3	4	6	4	3	6	4	7	2	5	8	62
4	1	1	3	4	2	0	0	1	2	4	2	2	22
5	4	0	1	2	3	1	6	3	1	3	2	5	31
6	4	3	2	4	4	2	7	2	9	8	5	2	52
7	8	7	12	9	5	7	10	17	8	14	8	14	119
8	3	2	4	3	1	1	4	7	1	1	1	3	31
Sum	45	31	40	42	35	36	47	53	48	43	34	46	500

Figur 6.4: Fargesortering av avvikskoder på arbeidsstasjoner

Deretter ble det sortert etter arbeidsstasjon. Dette visualiserer hvilken avvikskode hver enkelt maskin har flest tilfeller av. Fra dette kan man blant annet se at avvikskode 2 er en versting på blant annet arbeidsstasjon 3510, 3900, 5000 og 8500. Avvikskode 7 er også en avvikskode som går igjen som hyppigst forekommende på arbeidsstasjonene, ved arbeidsstasjon 3020, 3500, 5000, 6000, 8100, 8500 og 9000. Disse resultatene bekrefter det man har sett i den generelle oversikten over avvikskoder, hvor avvikskode 7 og 2 sto var de to hyppigste avvikskodene i simuleringen. Denne informasjonen kan man bruke for å undersøke underliggende årsaker til at disse to inntreffer så ofte. Det er for øvrig som forventet at disse to kodene er de vanligste avvikene, da disse to fikk tyngst vektning i simuleringen, forklart i kapittel 5.1 *Simulering av avviksregistrering*.

En annen verdifull kvalitet avviksregistreringen innehar, er registrering av tid brukt på avvik. Hva dette kan brukes til blir diskutert i kapittel 6.2 *Analyse av kapasitetsberegning* og kapittel 8.3 *Bruk av Overall Equipment Efficiency (OEE) og andre måltall*.

6.2 Analyse av kapasitetsberegning

For at en produksjonsbedrift som Jankos skal ha en god produksjonsplanlegging er det viktig med god kapasitetsberegning. Og for at kapasitetsberegninger skal være nøyaktig må man ha reelle verdier fra produksjonen, som viser hvordan arbeidsstasjonene presterer. Avviksregistrering er ikke bare nyttig for å få kontroll på antall vrak, men også hvor mye tid som går tapt, og hvor og hvorfor avvikene skjer.. Når bedriften registrer uplanlagte stopp gir det den totale påvirkningen avvik har på produksjonen, ved å registrere verdier som nedetid. Nedetid er et viktig måltall, da det er kritisk for beregningen av ytelsen til stasjonene. Verdier for planlagt stopp og omstilling/innstillingstid er også viktig, for at man kan regne ut tilgjengeligheten til arbeidsstasjonene. Antall av produktene som produseres som ikke er innenfor krav, slik at man kan beregne den interne kvaliteten er også viktig. Hvis en bedrift har tilgang til disse tre måltallene, kan man benytte seg av OEE. Ved å benytte OEE får man god oversikt på effektiviteten til stasjonene og ser hvor forbedringspotensialet til bedriften ligger. Ved å bruke slike beregninger kan man synliggjøre flaskehalser i produksjonen, som forteller hvor begrensningen ligger i produksjonen. Med slik informasjon er det lettere å vite hvor man burde forbedre for å gjøre bedriften mer effektiv.

I kapittel 5.2 *Simulering av kapasitetsberegning* har gruppen simulert mulige OEE-verdier knyttet til arbeidsstasjonene hos Jankos. Disse verdiene er relativt like per maskin, grunnen til dette er at tiden for planlagt stopp og tilgjengelig tid er lik for alle stasjonene, da

gruppen ikke har relevant data for disse verdiene. Kvaliteten brukt i simuleringen er også lik for alle stasjonene. I et reelt eksempel vil slike verdier variere fra stasjon til stasjon og det vil bli større differanser på OEE verdien.

Målet med denne simuleringen er å vise bedriften hvordan en simpel kapasitetsberegning kan gjennomføres. Det å innføre fullskala OEE-beregninger i en bedrift krever mye jobb og ressurser, men ved å gjøre enkle beregninger som simuleringen gjør, får bedriften et innblikk i hvordan effektiviteten er. Som sagt tidligere i oppgaven, tar dagens kapasitetsberegning hos Jankos for seg 7,5 timer per dag som tilgjengelig, fra simuleringen ser vi at det reelle tallet i dette eksempelet er nærmere 7 timer grunnet planlagte stopp. Jankos tar heller ikke høyde for avvik i kapasitetsberegninger, i simuleringen viser ytelsen den reelle tiden som stasjonen kan jobbe effektivt, gjennomsnittet her er ca. 90%. Dette viser at den tiden som Jankos i dag regner som 7,5 timer er nærmere 6,3 timer om dagen med tallene fra simuleringen.

Kapasitetsberegningen hos Jankos i dag har stort forbedringspotensial. Ved å forbedre kapasitetsberegningen vil Jankos få bedre kontroll på prestasjonene til stasjonene og oversikt på hvor mye de realistisk kan produsere over en gitt periode. Dette kan bidra til forbedring i produksjonsplanleggingen, som gjør at Jankos kan gi mer presise tilbud til kunden og forbedrer produksjonen. Med dette kan de øke sin profitt ved å produsere mer effektivt og godta flere forespørsler fra kunder.

6.3 Analyse av visualiseringsverktøy

Den originale planen for gruppen var å fremstille et visualiseringsverktøy for bedriften og å se på effekten av verktøyet. Underveis i prosjektets gjennomførelse ble det oppdaget at bedriften ikke hadde tilstrekkelig representativ data for å presentere en visualisering som ga et godt utbytte.

Dermed ble gruppen nødt til å endre fokuset mot å se på hvordan bedriften kunne effektivisere kilder for å kunne få reell data som kan brukes i et visualiseringssystem. Gitt at de allerede har et databasesystem som er koblet opp mot Pro-M, skal det teoretisk sett være mulig å fremstille en funksjonell visualisering av nøkkeltall, men bedriftens fokus må være rettet mot å registrere og kategorisere data som kan brukes i de forskjellige visualiseringene. Dagens dataregistrering er ikke fullstendig nok for å kunne brukes til visualisering slik gruppen og bedriften originalt hadde planlagt.

Forslaget til visualisering presentert i kapittel 5.3 *Visualiseringsverktøy*, er lagt frem som et eksempel på hvordan gruppen mener Jankos kan kommunisere måltall til sine ansatte. For bruk av slik visualisering, er det helt nødvendig med oversiktlig og god loggføring og kalkulering av måltall.

Visualiseringen skal gi et innblikk hos ledelse og operatører på viktige nøkkeltall for å gi bedre oversikt over hva de har produsert, hvor mye de har tjent, og hvor mange avvik og vrak som har oppstått. Dette kan sorteres fra måned til måned. Nøkkeltallene skal vise et helhetlig bilde og korrelasjoner mellom alle leddene i produksjonen.

Det er mulig å filtrere ut forskjellige måneder og se på korrelasjoner mellom disse i visualiseringssystemet Power BI. Eksempel på dette er vist i figuren nedenfor.



Figur 6.5: Power BI dashboard filtrert i august (måned åtte).

I utdraget som viser data fra august 2020, kan en se at bedriften har en markant høyere vrakproduksjon enn månedene både før og etter. Dette kan for eksempel ha noe med omstillingen operatørene har etter en sommerferie eller maskinparkens tilstand etter sommerstans. Man kan også se at det ble produsert under gjennomsnittet antall produkter denne måneden, og det høye vrakantallet kan også være en konsekvens av at produktene produsert denne måneden var mer komplekse enn andre måneder.



Figur 6.6: Visualisering fra mars 2020 (måned tre).

I visualiseringen fra mars 2020 der profitten er høyest, ser man en markant økning på kalkulert tid og tid brukt sammenlignet med de andre månedene, men fremdeles et lavere produsert antall og gjennomsnittlig vrak. Dette kan eksempelvis være forårsaket av at bedriften har produsert dyrere og mer tidkrevende produkter.

Profitten i visualiseringen kan også være delvis misvisende, fordi inntekter kan registreres til feil måned. Eksempelvis, kan bedriften ha ferdigprodusert varer i slutten av februar, og fakturert kunden for disse varene i starten av mars. Inntektene for varer produsert i februar, vil bli registrert som en inntekt i mars, fordi det er i denne måneden bedriften får betalt for varene.

Poenget med visualiseringen er hovedsakelig å kunne se på korrelasjoner mellom de forskjellige leddene i produksjonen og inntekter. Dataen skal komme fra et registreringssystem av eksempelvis avvik, regnskap og produksjonsplanlegging, for å så gi ut data og diagrammer som viser korrelasjoner mellom de forskjellige leddene. Gitt at et registreringssystem av avvik henger sammen med oppfølging av måltall, og oppfølgingen gir bedriften relevante nøkkeltall, er dette nødt til å være tilgjengelig før en visualisering gir nytte.

7 Konklusjon og anbefalinger

Gjennom prosjektets løp har gruppen blitt kjent med Jankos, og det som har møtt gruppen har vært en bedrift med gjennomgående gode kunnskaper og evner innenfor maskineringsfaget. Kvaliteten ut til kundene er tilnærmet eksepsjonell, men der bedriften derimot har en del å hente, er systemene rundt produksjonen og intern kvalitet. Først og fremst oppdaget gruppen at det er mangel på registrering av avvik, og håndtering av disse. I dag blir kun avvik som medfører vrak registrert, da dette medfører direkte kostnader. Gruppen vil anbefale bedriften å også registrere avvik som fører til ikke-verdiskapende tid, fordi dette fører til indirekte kostnader og tapt produktivitet. Kravene for at et avvik skal registreres må Jankos sette, men det er viktig at disse kravene er entydige, klare og kommunisert for de ansatte.

Dagens avvikshåndtering er at arbeideren på arbeidsstasjonen avviket oppstår på fikser det på egenhånd, og produksjonsleder huker av i Pro-M om det er fikset, som nevnt i 1.4.3.1 *Dagens avviksregistrering*. Her anbefaler gruppen at det også loggføres hvordan slike avvik blir håndtert og rettet opp, gjerne ved å innføre standard praksis, slik at andre ansatte i bedriften kan lære av dette og forhindring av avvik blir lettere å oppnå.

En systematisert avviksregistrering som gir mulighet for å håndtere avvik på en god måte, vil gjøre det mulig for Jankos å få bedre kontroll over egen produksjon, og senke kostnadene. Registrering av avvik vil også legge til rette for at bedriften kan etablere måltall, som kan brukes som tilstandssjekk for å måle utvikling. Når måltall er etablert, vil Jankos også kunne bruke disse til å kommunisere dagens tilstand til de ansatte ved hjelp av visualisering. Innføring av disse hjelpemidlene vil bidra til at bedriften kan identifisere problematiske områder rundt driften i dag, og legge til rette for forbedringsinnsatser.

Ved aktiv bruk av måltall som viser reelle verdier for produksjonen blir kapasitetsberegningen både mer presis og det blir lettere å oppdage forbedringspotensialene i produksjonen. Jankos vil få god nytte av å forbedre kapasitetsberegningene sine, ved at dette gir bedre kontroll på hvor mye de kan produsere til enhver tid. Dette fører til en bedre produksjonsplanlegging og vil hjelpe bedriften med å gi bedre tilbud med mer presis leveringstid til kundene, akseptere flere forespørsler og forbedre intern produksjon.

I starten ønsket bedriften visualisering av utført arbeid. Måltall må være tilgjengelig før en slik visualisering kan implementeres i bedriften, fordi det er måltallene i forhold til virkelig status som skal visualiseres. En annen forutsetning er at måltallene må være

relevante i forhold til visualiseringer bedriften ønsker å ta for seg før det kan gi et godt utbytte for både ledelsen og ansatte.

Som blant annet spørreundersøkelsen viser, ønsker både ansatte og ledelse å senke kravene for å registrere avvik. Det er også ønsket fra både ledelse og ansatte å ha en mulighet til å registrere avvik i Pro-M, en oppgave gruppen ikke kunne fikse for dem gjennom sitt prosjektarbeid. Jankos må ta opp dette behovet med sine kontaktpersoner i Pro-M. På grunn av dette har gruppen valgt å konkludere med at Jankos vil kunne forbedre kapasitetsberegninger, produksjonsplanlegging, den faktiske produksjonen, og gjennom det legge til rette for økt markedsandel. Jankos vil ved å ta i bruk et forbedret system for avviksregistrering, etablere og følge opp måltall, samt visualisere nøkkel- og måltall, få en god innsikt i nåsituasjon som kan bidra til bedriftens positive utvikling.

8 Videre arbeid

For videre arbeid har gruppen sett for seg noen temaer som eventuelle prosjektgrupper ved Jankos, konsulentfirma eller universiteter kan ta for seg. Disse temaene vil i forskjellig grad bygge videre på gruppens valgte tema, altså avviksregistrering og visualisering. I det store og hele vil gruppen anbefale å se videre på temaer som bidrar til kontinuerlig forbedring for bedriften.

Etter å ha blitt kjent med bedriften over to semestre har gruppen kommet frem til tre temaer vi mener er mest relevant for Jankos å ta tak i per dags dato. Disse temaene er “Søk etter rotårsaker og tiltak mot avvik”, “Standardisering av opplæring” og “Bruk av Overall Equipment Efficiency (OEE) og andre måltall”. Begrunnelsen til valg av disse tre temaene er drøftet i påfølgende kapitler.

8.1 Søk etter rotårsaker og tiltak mot avvik

Gitt at Jankos starter med standardisert, systematisk avviksregistrering vil første steg videre på veien være å bruke data fra denne registreringen. Ved å finne en måte å håndtere og analysere avviksdata, identifisere rotårsaker, og gjøre forsøk med implementering av løsninger vil Jankos ha mye å hente. Dette gjelder både innenfor tid tapt til avvik og kostnader knyttet til avvik. Måter dette kan bli gjort på ble diskutert i kapittel 2.6 *Avvik - registrering og håndtering* og kapittel 6.1 *Analyse av avvikssimulering*.

8.2 Standardisering av opplæring

Jankos har i dag ingen standard opplæring eller spesielt standardiserte prosedyrer for maskineringen av deler. Grunner til dette og implikasjonene dette har på produksjonen diskuteres i kapittel 1.4.3.2 *Manglende standarder*. Dersom Jankos får innført bedre, mer spesifikke standarder for maskinering, avvikshåndtering, vedlikehold og lignende vil bedriften kunne operere som en helhetlig enhet, i stedet for at hver arbeider kun tenker på seg og sin arbeidsstasjon. Det kan være svært krevende for en HMLV-bedrift som Jankos å innføre slike standarder som er gode nok, men bedriften har i dag en ansatt som er ansvarlig for å forsøke å etablere disse.

8.3 Bruk av Overall Equipment Efficiency (OEE) og andre måltall

Tidligere i rapporten er innvirkningen av måltall, som OEE, diskutert. Dette kan finnes i kapittel 2.4 *Måltall* og 6.2 *Analyse av kapasitetsberegning*. Måltall brukes for å se tilstanden til bedriften, og Jankos' manglende måltall gjør at det er utfordrende for ledelsen å vite hvor de gjør det bra, og hvor de har forbedringspotensialer. For å kunne ha slike måltall er det nødvendig med et system for å måle og registrere nødvendig data, som for eksempel nedetid på arbeidsstasjoner ved blant annet avviksregistrering. Ved etablering av måltall vil bedriften få mulighet til å sammenligne dagens tilstand med tidligere tilstander, og dermed få svar på om tiltak de har innført fungerer eller ikke. Eksempelvis vil en innføring av OEE-bruk kunne gi svar på om tiltak mot avvik fungerer, da dette vil øke ytelse og dermed OEE.

9 Referanser

Arbeidstilsynet, N.D. *Avvik og avvikshåndtering*. [Internett]

Available at: <https://www.arbeidstilsynet.no/hms/avvik-og-avvikshandtering/>
[Funnet May 2022].

ASQ, N.D. *Learn about quality*. [Internett]

Available at: <https://asq.org/quality-resources/continuous-improvement>
[Funnet May 2022].

Elstad, O., N.D. *OEE – Det komplette måltall for effektivitet, eller bortkastet tid?*. [Internett]

Available at: <https://www.bearingpoint.com/en-no/insights-events/blog/oee-%E2%80%93-det-komplette-m%C3%A5ltall-for-effektivitet-eller-bortkastet-tid/>
[Funnet May 2022].

Haldorhamn, B., Gullbrekken, J. & Klynderud, Ø., 2021. *Lean, layout and production strategy in a High-Mix Low-Volume production environment*, Trondheim: NTNU Institutt for Industriell Økonomi og Teknologiledelse.

Jankos, N.D. *Jankos Mek. Verksted AS*. [Internett]

Available at: <https://www.jankos.no/about>
[Funnet November 2021].

Microsoft, 2022. *Hva er Power BI*. [Internett]

Available at: https://powerbi.microsoft.com/nb-no/what-is-power-bi/?ef_id=Cj0KQCjw1ZeUBhDyARIsAOzAqQlxtmB3RZy7qyPxiN7mGDFowPp5oBcLVvPw7mqPOisWLuCZK-ikZ-ooAi0wEALw_wcB:G:s&OCID=AID2203279_SEM_Cj0KQCjw1ZeUBhDyARIsAOzAqQlxtmB3RZy7qyPxiN7mGDFowPp5oBcLVvPw7mqPOisWLuCZK-ikZ
[Funnet May 2022].

MyProduction AS, N.D. *About Pro-M*. [Internett]

Available at: https://myproduction.no/en/pro-m/?gclid=Cj0KQCjw1ZeUBhDyARIsAOzAqQLqfcraKejAQN9GGDV_gUMSnB4Nq6CfVjFnPlsLevC2Pp-cGnhGuHwaAkNjEALw_wcB
[Funnet May 2022].

Organ, C. & Bottorf, C., 2022. *How To Use Work Breakdown Structure As A Project Management Tool*. [Internett]

Available at: <https://www.forbes.com/advisor/business/what-is-work-breakdown-structure/>
[Funnet May 2022].

Purplepedia, N.D. *What is the importance of quality assurance*. [Internett]

Available at: <https://technology.purplepedia.com/ga-and-qc/what-is-the-importance-of-quality-assurance/>
[Funnet May 2022].

Pålitelighet.no, 2021. *Målstyring og måltall*. [Internett]

Available at: <https://xn--plitelighet-x8a.no/malstyring-og-maltall/>

[Funnet May 2022].

Rolstadås, Johansen, Olsson & Langlo, 2020. *Praktisk Prosjektledelse - Fra idé til gevinst*. 2nd red.

Trondheim: Fagbokforlaget.

Sandberg, N., 2020. *Digital avvikshåndtering - hva er et avvik?*. [Internett]

Available at: <https://kuba.no/digital-avvikshandtering-hva-er-et-avvik/>

[Funnet May 2022].

Saniuk, A. & Waszowski, R., 2016. *Make-to-order manufacturing – new approach to management of manufacturing processes*, Warszawa: University of Zielona Gora, Institute of Computer Science and Production.

Toolkit, C., N.D. *CI Toolkit*. [Internett]

Available at: <https://citoolkit.com/articles/visual-management/>

[Funnet November 2021].

Trinnvis, N.D. *Hva er et avvik?*. [Internett]

Available at: <https://trinnvis.no/hva-er-et-avvik/>

[Funnet May 2022].

10 Figurer og vedlegg

10.1 Figurer

Figur 1.1: <i>Foreslått planløsning til lokasjon i Orkanger ved bachelorgruppe våren 2021 (Haldorhamn, et al., 2021)</i>
Figur 1.2: <i>SWOT analyse av bedriften</i>
Figur 1.3: <i>Jankos' visjon og forretningsidé side 1</i>
Figur 1.4: <i>Jankos' visjon og forretningsidé side 2</i>
Figur 1.5: <i>Utdrag fra avviksoversikt i Pro-M</i>
Figur 1.6: <i>Belastningsplan i Pro-M</i>
Figur 1.7: <i>Omsetning for 2021 sortert i bransjer</i>
Figur 1.8: <i>Interessentanalyse for prosjekt for Jankos Mek. Verksted</i>
Figur 1.9: <i>WBS av bachelorprosjekt</i>
Figur 2.1: <i>SWOT-matrise</i>
Figur 2.2: <i>Eksempel på Work Breakdown Structure</i>

Figur 2.3: <i>PDCA-syklus med implementerte standarder for kontinuerlig forbedring</i>
Figur 3.1: <i>Visualisering i pyramideform på hvordan og hvorfor datainnsamlingen gjennomføres.</i>
Figur 4.1: <i>Spørreundersøkelse spørsmål 1</i>
Figur 4.2: <i>Spørreundersøkelse spørsmål 2</i>
Figur 4.3: <i>Spørreundersøkelse spørsmål 3</i>
Figur 4.4: <i>Spørreundersøkelse spørsmål 4 del 1</i>
Figur 4.5: <i>Spørreundersøkelse spørsmål 4 del 2</i>
Figur 4.6: <i>Spørreundersøkelse spørsmål 5</i>
Figur 4.7: <i>Spørreundersøkelse spørsmål 6</i>
Figur 4.8: <i>Spørreundersøkelse spørsmål 7</i>
Figur 4.9: <i>Spørreundersøkelse spørsmål 8</i>
Figur 4.10: <i>Spørreundersøkelse spørsmål 9</i>
Figur 4.11: <i>Utdrag fra kode 1-sortering, der kolonne "Ny kode" beskriver en ny sortering av begrunnelse til avvikstypen.</i>
Figur 4.12: <i>Eksempel på videre sortering i avvikstype 1.</i>
Figur 4.13: <i>Kolonner til utfylling i avviksregistreringsarket</i>
Figur 4.14: <i>Nedtrekksmeny for valg mellom eksisterende og nytt program</i>
Figur 4.15: <i>Nedtrekksmeny for valg av maskin eller arbeidsstasjon</i>
Figur 4.16: <i>Nedtrekksmeny for valg av avvikstype som vil gi ut et nummer mellom 1 og 9</i>
Figur 4.17: <i>Manuell inntasting av kommentar, tegningsnummer og ordre ID</i>
Figur 4.18: <i>Tid brukt i avviksregistrering</i>
Figur 4.19: <i>Eksempel på ferdig utfylt avviksregistrering</i>
Figur 4.20: <i>Veiledning i bruk av avviksregistreringsark</i>
Figur 4.21: <i>Beskrivelse av betydning av cellefarger og avvikskoder</i>
Figur 4.22: <i>Arbeidsstasjon med benevnelse</i>
Figur 4.23: <i>Resultater i form av tidsbruk</i>
Figur 4.24: <i>Paretodiagram med antall avvik og tid brukt per avvikskode</i>
Figur 4.25: <i>Matrise med arbeidsstasjoner og avvikskoder, og tilhørende diagram for antall avvik per arbeidsstasjon</i>
Figur 5.1: <i>Beskrivelser av avviksregistrering, sortert i kolonner</i>

Figur 5.2: <i>Vekting av avvikskoder brukt i simulering</i>
Figur 5.3: <i>Formler brukt i simulering</i>
Figur 5.4: <i>Fordeling av avvik i simulering</i>
Figur 5.5: <i>Gjennomsnittlig tid brukt per avvikskode i simulering</i>
Figur 5.6: <i>Paretodiagram for antall avvik og tid brukt per avvikskode i simulering</i>
Figur 5.7: <i>Paretodiagram for antall vrak per avvikskode i simulering</i>
Figur 5.8: <i>Matrise som beskriver hvor mange avvik hver maskin har per avvikskode</i>
Figur 5.9: <i>Arbeidstimer, arbeidsuker og vedlikeholdstimer brukt i beregninger</i>
Figur 5.10: <i>Historiske data brukt for å regne ut kvalitet</i>
Figur 5.11: <i>Beregninger av OEE per arbeidsstasjon</i>
Figur 5.12: <i>Dashbord som viser overordnede data for 2020.</i>
Figur 6.1: <i>Resultat av tid brukt på 500 avvik i simulering</i>
Figur 6.2: <i>Resultat av tid brukt på 500 avvik og tid brukt på vedlikehold i løpet av et år</i>
Figur 6.3: <i>Fargesortering av arbeidsstasjoner med avvikskoder</i>
Figur 6.4: <i>Fargesortering av avvikskoder på arbeidsstasjoner</i>
Figur 6.5: <i>Power BI dashbord filtrert i august (måned åtte).</i>
Figur 6.6: <i>Visualisering fra mars 2020 (måned tre).</i>

10.2 Vedleggsliste

Vedlegg 1	Prosjektets WBS
Vedlegg 2	Avviksregistreringsark (Excel)
Vedlegg 3	Avvikssimulering (Excel)
Vedlegg 4	Oppstartsskjema 1, 2 og 3 (PDF)
Vedlegg 5	Forprosjekt (Word)
Vedlegg 6	Prosedyre for maskinering (PDF)
Vedlegg 7	Analyse av historiske data fra Jankos (Excel)

