Driftsoptimalisering av produksjon hos Lilleborg basert på lean tankegang

Optimizing the production process at Lilleborg based on lean methodology

Tina Steen

Universitetet for miljø- og biovitenskap
Institutt for matematiske realfag og teknologi
Masteroppgave 30 studiepoeng 2013

Forord

Denne oppgaven markerer slutten på en toårig master innen industriell økonomi ved Universitetet for Miljø- og Biovitenskap (UMB) høsten 2013. Oppgaven er skrevet ved Institutt for matematiske realfag og teknologi (IMT), og har et omfang på 30 studiepoeng.

Jeg ønsket å skrive om driftsoptimalisering ved hjelp av Lean tankegang i en produksjonsbedrift. Valget for samarbeidsbedrift til masteroppgaven falt derfor på Lilleborg siden de har verdikjede og produksjon i Norge. Dette gjorde oppgaven gjennomførbar siden jeg kunne være tilstede i fabrikken og observere flyt og prosesser og intervjue de som arbeider der.

Gjennom perioden med masteroppgaveskriving har det vært mange mennesker som har vært involvert, og uten dem ville denne oppgaven ikke vært mulig å gjennomføre. Jeg vil i den anledning rette en stor takke til min veileder ved Universitetet for Miljø- og Biovitenskap førsteamanuensis Tor Kristian Stevik for god veiledning og gode råd gjennom arbeidet med masteroppgaven. Jeg vil også takke Lilleborg, og spesielt Asle Lundene Gladhaug, Knut-Erik Grøholt, Anne Frostad og Tove Strand, som har stilt opp og gitt meg de dataene og hjelpen jeg har trengt for å løse oppgaven. Jeg vil også takke familie, venner og spesielt en stor takk til min samboer Magnus Felde, som alle har gitt meg god støtte og hjulpet meg til å koble av i travle perioder.

Ås, 25.09.2013

_____

Tina Steen

Sammendrag

Lilleborg er i en konkurranseutsatt industri som krever at man har effektive produksjonsprosesser og utnytter sine ressurser for å være konkurransedyktig. Dette krever kontinuerlige forbedringer. Som et ledd i dette arbeidet ønsker Lilleborg å innføre en ny lagertank for å effektivisere produksjonen siden linjene ofte venter på produkt. Med utgangspunkt i Lilleborgs ønske er følgende problemstilling utarbeidet: Verifisere om en ekstra tank med plass til tre bland (35 m^3) kan øke Overall Equipment Effectiveness (OEE) på linje 1.

For å besvare denne problemstillingen ble en kvalitativ metode basert på kvantitative data benyttet. Intervjuer og observasjoner er benyttet som kvalitative metoder, mens tallmateriale fra 2011/2012 er hentet fra Lilleborg.

Basert på tallmaterialet, intervjuer og observasjoner ble ulike scenarioer satt opp for å vurdere effekten av en ekstra lagertank gitt dagens produksjonssituasjon med to timer stopp og en ideell situasjon basert på teoretisk tappetid. I tillegg har det blitt laget et scenario hvor stoppetid er redusert til en time.

Resultatene fra oppgaven viser at det er minimale forbedringer ved innføring av en ekstra tank. Hovedårsaken er de mange stoppene på linje 1, som gjør at effekten av en ekstra tank ikke kan utnyttes. Vi ser derimot et stort forbedringspotensial fra dagens situasjon og den ideelle situasjon uten stopp. Ved å redusere uforutsette stopp og forsinkelser vil en ekstra tank kunne bidra til å forbedre situasjonen ytterligere.

For å komme frem til disse resultatene er det sett på både leveringstidspunkt og produksjonstid for linjene. Dette er gjort for å kunne avdekke forbedringspotensial på begge områdene. Tilsvarende er leveringstidspunkt og blandetid for blanderiet satt opp for å kunne si noe om effekten av en ekstra tank for blanderiet.

Resultatet som fremkommer av denne oppgaven viser at det ikke er venting på produkt, men stopp på linje 1 som er hovedproblemet for Lilleborg og som hindrer økt OEE. Dermed vil ikke en ekstra tank gi effekt før stoppetiden reduseres, og forbedringsarbeidet må derfor fokusere på å redusere stoppetiden.

Abstract

Lilleborg are in a competitive industry that requires efficient production processes and utilize their resources effectively to be competitive. This requires continuous improvements. As part of this work, Lilleborg wants to introducing a new storage tank to streamline the production since the production lines are often waiting for product. Based on this the following hypothesis has been created: Verify whether an additional storage tank with room for three blend (35 m^3) will increase Overall Equipment Effectiveness (OEE) at production line 1.

To answer this question, a qualitative method based on quantitative data is used. Interviews and observations was used as qualitative methods, while figures from 2011/2012 is provided from Lilleborg.

Based on statistical data, interviews and observations, various scenarios have been created. The first two scenarios assess the effect of an additional storage tank given the current production situation of two hours stop and an ideal situation based on theoretical throughput. In addition, another scenario, where the stop time is reduced to one hour has been created.

The results of the study show that there is minimal improvements with the introduction of an additional storage tank. The main reason is the number of stops on production line 1, which means that the effect of an additional storage tank can't be utilized. We do however see a big improvement from the current situation and the ideal situation without stops. By reducing unplanned stops and delays, an extra storage tank could help improve the situation further.

In order to reach our conclusions, both the production and delivery time in the production line have been identified. This enables us to identify the potential for improvements in both areas. Similarly, delivery and blending time for the blender is set up to be able to determine the effect of an extra storage tank for the blender.

The conclusions from this thesis show that there is no waiting for product, but that the number of stops on production line 1 is the main problem for Lilleborg and prevents increased OEE. Thus, an extra storage tank does not have a positive effect until the stop time is reduced, and hence the improvement efforts must focus on reducing this stop time.

Innholdsfortegnelse

Forord i
Sammendrag iii
Abstract v
1 Innledning 1
1.1 Bakgrunn for problemstillingen 1
1.2 Prosjektets hensikt 1
1.3 Utforming av problemstilling 1
1.3.1 Problemstilling 1
1.3.2 Effektmål 2
1.3.3 Resultatmål 2
1.4 Prosjektets avgrensning 2
1.5 Lilleborg 3
1.5.1 Prosessen hos Lilleborg 3
1.5.1.1 Salg og marked 4
1.5.1.2 Produksjonsplanlegging 4
1.5.1.3 Blanding 4
1.5.1.4 Tapping 6
1.5.1.5 Emballasje og pakking 6
1.5.2 A3 – analyse av prosessen hos Lilleborg 8
1.5.3 Hva har Lilleborg gjort på veien mot Lean? 10
1.5.4 Hvordan arbeider Lilleborg med forbedringer? 11
2 Teori 13
2.1 Hva er Lean? 13
2.1.1 Bakgrunnen til Lean 13
2.1.2 Definisjon av Lean 14
2.2 Sløsing i Lean 15
2.2.1 Lager 16
2.2.2 Transport 16
2.2.3 Bevegelse 17
2.2.4 Venting 17
2.2.5 Overproduksjon 17
2.2.6 Overprosessering 17

2.2.7 Feil og korreksjoner 18
2.2.8 Ubenyttede menneskelige ressurser 18
2.3 Lean prinsippene 18
2.3.1 Definere verdi ut fra kundenes perspektiv 19
2.3.2 Identifiser verdistrømmen 19
2.3.3 Skap verdiflyt 19
2.3.4 Pull – etterspørselsbasert produksjon 20
2.3.5 Arbeidet mot perfeksjon 20
2.4 Lean filosofi 21
2.5 Lean kultur og ledelse 22
2.6 Lean verktøy og teknikker 28
2.6.1 Fem ganger hvorfor 28
2.6.2 A3 29
2.7 Overall Equipment Effectiveness (OEE) 29
2.8 Hvorfor Lean kan tilpasses norske selskaper? 33
2.9 Hva må til for å implementere Lean? 35
3 Metode 37
3.1 Veien til problemstillingen 37
3.2 Valg av metode 38
3.3 Det kvalitative intervju 38
3.3.1 Utvalgsstrategi 40
3.3.2 Utvalgsstørrelse 40
3.4 Kvalitative observasjoner 40
3.5 Kvalitet i studien 41
4 Analyse og resultater 44
4.1 Analyse av stoppdatabasen for linje 1 44
4.2 Scenarioene 47
4.2.1 Bakgrunnsinformasjon 47
4.2.2 Forutsetninger for scenarioene 49
4.2.3 Oppsett 50
4.2.4 Forklaringer av fremstillingene av scenarioene 51
4.2.5 Resultater fra scenarioene 54
4.2.5.1 Leveringstidspunkt ferdige produkter fra linjene 54

4.2.5.2 Produksjonstid pr. produkt på linjene 56
4.2.5.3 Leveringstidspunkt fra blanderiet 57
4.2.5.4 Blandetider i dagligvareblanderiet for produktene 59
4.2.5.5 Dødtid og okkupert tid i blanderiet 60
4.2.6 OEE 62
4.2.6.1 OEE beregninger 62
4.2.7 Investeringsanalyse 64
5 Diskusjon 67
5.1 Stopp på linje 1 68
5.2 Proaktivt arbeid 70
5.3 OEE 71
6 Videre arbeid 74
7 Konklusjon 76
8 Referanser 77
9 Vedlegg 80

Figurliste

Figur 1 - Overordnet prosessflyt hos Lilleborg 3
Figur 2 – A3 – analyse av prosessen hos Lilleborg 8
Figur 3 - Dagligvareblanderiet og lagertankdeling mellom linjene 9
Figur 4 - Lean prinsippene (*Principles of Lean* 2009) 18
Figur 5 - PDCA sirkelen (Dennis 2006) 22
Figur 6 - Antall minutter stopp for de ulike kategoriene og årsakene til stopp for linje 1 i perioden 01.07.2011 til 30.06.2012 45
Figur 7 - Utsnitt av scenarioene dag 8 52

Tabelliste

Tabell 1 - Kostnader knyttet til venting på produkt og uforutsette stopp og forsinkelser på linje 1 48
Tabell 2 - Tappehastighet og tappetid for linje 1 48
Tabell 3 - Produksjonsplan for linje 1 51
Tabell 4 - Fargeforklaring på linjene, blanderiet og tankstatus 51
Tabell 5 - Leveringstidspunkt ferdige produkter for de ulike scenarioene 56
Tabell 6 - Total produksjonstid pr. produkt inkludert stopp på linjene 57
Tabell 7 - Leveringstidspunkt fra blanderiet 59
Tabell 8 – Blandetider i dagligvareblanderiet for de ulike produktene i de ulike scenarioene inkludert okkupert tid (venting på lagertank for å kunne pumpe opp bland) 60
Tabell 9 - Dødtid og okkupert tid i blanderiet, tiden blanderiet venter på å komme i gang fordi det ikke er ledig lagertank og tiden hvor blanderen okkuperes med bland 61
Tabell 10 - Tider for produksjon, stopp/venter på produkt og vasking og omstilling på linje 1, samt total tid i syklusperioden 63
Tabell 11 – Bakgrunnstallene for OEE beregningen og OEE for linje 1 i de ulike scenarioene 64
Tabell 12 – Invetseringsanalyse for ekstra tank på linje 1 65

Formelliste

Formel 1 – Teoretisk OEE formel 32
Formel 2 - OEE formel benyttet hos Lilleborg 62
Formel 3 - Netto nåverdi (NNV) 65

1 Innledning

I dette kapitlet presenteres bakgrunnen og hensikten med problemstillingen og oppgaven, samt at problemstillingen blir gjort rede for. Prosjektets avgrensning blir belyst og til slutt gis en kort beskrivelse av Lilleborg og deres prosesser og de ulike tiltakene de har gjort på veien for å bli en mer Lean bedrift.

1.1 Bakgrunn for problemstillingen

Bakgrunnen for problemstillingen og oppgaven er at Lilleborg ønsker å gjøre forbedringer i fabrikken slik at de blir mer kostnadseffektive og kan utnytte ressursene sine på en mer effektiv og lønnsom måte. De ønsker å fortsette med produksjon i Norge i mange år fremover og må derfor hele tiden tenke innovativt og ha mest mulig effektive prosesser og produksjon. De ønsker at både maskiner, utstyr og operatører skal arbeide mer effektivt og ha en mer effektiv hverdag. Lilleborg ønsker også å se på hvilke tapsområder de har og hvilke forbedringstiltak de kan vurdere og eventuelt implementere for å oppnå målene de har knyttet til OEE. Lilleborg ønsker videre å se på hvilke effekter og gevinster de oppnår gjennom forbedringstiltakene.

1.2 Prosjektets hensikt

Hensikten med denne oppgaven er å avdekke hvilke områder hos Lilleborgs fabrikk i Ski som først bør forbedres slik at de kommer nærmere ønsket OEE på fabrikken og linje 1. Gjennom oppgaven vil det komme frem forslag til hvilke forbedringstiltak som kan vurderes og eventuelt implementeres.

1.3 Utforming av problemstilling

1.3.1 Problemstilling

Verifisere om en ekstra tank med plass til tre bland (35 m^3) kan øke OEE på linje 1.

1.3.2 Effektmål

Økt OEE er et resultat av mer effektiv utnyttelse utstyret og operatørene på linje 1, og vil være et resultat av enten redusert ventetid på produkt eller redusert stopp eller forsinkelse på linja.

For Lilleborg som selskap betyr dette at de blir mer forutsigbare i markedet gjennom å kunne levere i tide uten overtid, og skaper således en mer stabil vareflyt. Dette vil igjen kunne føre til økonomisk vekst.

1.3.3 Resultatmål

Som en del av denne masteroppgaven vil verdistrømmen til linje 1 kartlegges og analyseres for å avdekke hvilke områder som bør forbedres. Resultatet er ment å være et bidrag i beslutningsprosessen hos Lilleborg over hva som kan gjøres for å øke OEE på linje 1.

Rapporten skal inneholde en analyse av nå – situasjonen hos Lilleborg, hvilke tiltak som bør gjøres og hvilke effekter, både produksjonsmessige og økonomiske, Lilleborg oppnår ved å gjennomføre tiltakene.

1.4 Prosjektets avgrensning

For at oppgaven skulle være gjennomførbar innenfor rammene av en masteroppgave på 30 studiepoeng (et halvt års skolearbeid) måtte det fokuseres på noen områder hos Lilleborg. Fokus for oppgaven har vært Lilleborgs fabrikk i Ski med hovedfokus på produksjonslinje 1 og de faktorer som påvirker linje 1. Oppgaven måtte videre avgrenses ved å fokusere på en produktgruppe og et av problemområdene. Problemområdet som ble fokus for denne oppgaven var blanderiet og lagertankene.

Selv om oppgaven har fokusert på linje 1 og en produktgruppe måtte dette likevel ses i sammenheng med hele verdikjeden og andre linjer. Dette er viktig fordi blanderiet skal levere ulike produkter til fire forskjellige linjer, og linje 1 kan derfor bli påvirket av at de andre linjene ikke kjører optimalt eller havarerer. Dette vil føre til at de andre linjene opptar lagertankene som igjen hindrer linje 1 i å få produkt og starte produksjonen.

Forbedringstiltak som kommer frem i oppgaven og en eventuell implementering av disse, faller utenfor denne oppgaven.

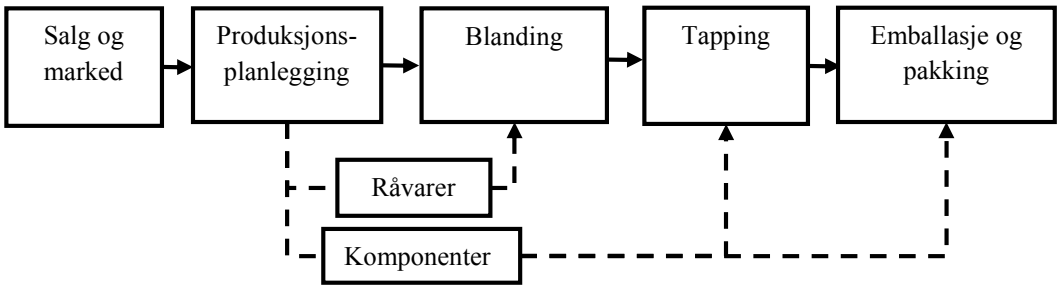
1.5 Lilleborg

Lilleborg er eid av Orkla og har i dag drøyt 520 ansatte. Lilleborg ble etablert i 1833 og har gjennom generasjoner bygget opp sterke merkenavn innen personlig hygiene og rengjøring. Merkenavn de er kjent for er Omo, Blenda, Zalo, Krystal, Jif, Lano, Solidox, Define, Naturelle, Dr Greve og Axe. Hovedkontor ligger i Oslo, mens fabrikkene er lokalisert i Ski og Kristiansund. Lilleborg driver omfattende produktutvikling og produksjon i Norge og er de eneste i sitt slag som gjør dette. Lilleborg er oppdelt i to selvstendige enheter; Lilleborg og Lilleborg profesjonell (*Om oss/Lilleborg*).

Produksjonsprosessen hos Lilleborg består i hovedsak av fem hovedområder, og det vil videre i dette kapitlet presenteres de ulike prosessene hos Lilleborg mer utfyllende.

1.5.1 Prosessen hos Lilleborg

Overordnede prosessflyten hos Lilleborg består av fem hovedområder som vist i Figur 1. Disse hovedområdene er beskrevet i mer detalj under. En mer detaljert skisse av prosess- og informasjonsflyten for Zalo på linje 1 er illustrert i Vedlegg G.



Figur 1 - Overordnet prosessflyt hos Lilleborg

1.5.1.1 Salg og marked

Salg og markedsavdelingen er i Oslo og har oversikt over kampanjer, historisk salg, trender og andre faktorer som påvirker salget. De får informasjon om når kunder skal ha kampanjer og kunder ringer inn til kundeservice for å gjøre bestillinger. Ut fra denne informasjonen utarbeider salg og markedsføringsavdelingen kort- og langsiktige prognoser i verktøyet SAP. Lilleborg på Ski mottar disse prognosene en gang per uke. Ved andre uforutsette hendelser er det annen kommunikasjon mellom Oslo og Ski. Det er viktig at salg og markedsavdelingen får informasjon i god tid før produktene skal levers til kundene slik at Lilleborg Ski rekker å produsere produktene. Det er derimot ikke alltid at informasjon fra kundene kommer i tide, eller at de i Oslo får gitt tidlig beskjed om endringer.

1.5.1.2 Produksjonsplanlegging

Produksjonsplanleggeren er en del av logistikkavdelingen ved Lilleborg Ski. For å planlegge produksjonen er produksjonsplanlegger avhengig av prognosene og informasjonen som salg og markedsføringsavdelingen besitter. Produksjonsplanlegger er også avhengig av ferdigvare lagerrapporten hvor man får oversikt over hva som har gått ut og hva som forventes å gå ut i tiden fremover. I lagerrapporten ser man hvilke produkter som nærmer seg sikkerhetslagernivå og hvilke produkter som har god margin. Denne blir generert daglig.

Logistikkavdelingen må til en hver tid sjekke at det er tilstrekkelig med råvarer og komponenter slik at man kan starte bland og produksjon. Dette gjøres ved å sjekke lagerbeholdningene i SAP. Man er avhengige av at emballasjeavdelingen og blanderiet har rapportert inn riktig forbruk tidsnok og telt riktig lagerhold. Mangler man råvarer eller komponenter må dette bestilles inn. For linje 1 er det som oftest mengdeendringer som gjøres i produksjonsplanen. Uansett om man endrer produksjonsplanen eller ikke, er man avhengig av at råvareleverandørene leverer i tide med avtalt mengde og kvalitet og at man har god oversikt over mengder av råvarer og komponenter på lager. Operatørene i blanderiet og på linjene håndterer råvare- og komponentmottak og setter det på rett lagerplass.

1.5.1.3 Blanding

For å kunne starte et bland er man avhengig av at de nødvendige råvarene er tilgjengelige, og man har de mengdene man trenger. Det er også viktig at operatørene i blanderiet har gjort

råvarene klare til bruke (noen må for eksempel varmes opp før bruk). Blanderiet er også avhengig av å motta blandeplan en gang pr. uke og lagertankplan hver dag. Dersom blanderiet ikke blander etter planen eller ikke får startet bland kan dette føre til forsinkelser på linjene. Det er viktig at blanderiet holder seg til planen slik at linjene får produktene de skal produsere og at operatørene på linjene vet hvilke komponentene de skal omstille til og klarlegge til produksjonsstart. I tillegg er det viktig at produktene til de ulike linjene ikke opptar flere lagertanker enn planlagt. Blanderiet er avhengig av at linjene kjører i planlagt hastighet eller ikke havarerer slik at produktene blir tømt fra lagertankene, og lagertankene kan klargjøres til neste produkt. Blanderiet må ligge foran linjene med hensyn til produksjonsstart fordi det tar som oftest lengre tid å blande enn å kjøre produktet på linjene. Blanderiet må derfor ha litt buffer slik at de har blandet et eller to bland før linjene begynner å kjøre. Operatørene i blanderiet rapporterer inn mengde (tonn) som er blandet etter hvert bland og teller råvarelager hver tredje uke.

Dersom et produkt nærmer seg sikkerhetslagernivå på ferdigvarelageret kan det være slik at produksjonsplanen endres. Lilleborg gjør alt de kan for å unngå å bli utsolgt. Dette produktet må da inn i produksjonsplanen så fort som mulig. Blanderiet må gjøre ferdig det blandet de har påbegynt og deretter vaske blander, rør og eventuelt lagertank(er). Så fort dette er gjort må de starte å blande det nye produktet. Et bland må alltid gjøres ferdig når det er påbegynt.

Ved endringer av produksjonsplanen kan det bli mye vaskevann fordi blander, rør og lagertanker må vaskes mellom hvert produktskifte. Dersom produktet ikke er kompatibelt med de planlagte produktene i produksjonsplanen må det vaskes nøye etterpå, noe som fører til ekstra mye vaskevann. Dette kan føre til mye distribuering av vaskevann siden det er få vaskevannstanker og disse ofte er fulle. Som vider kan forsinke blandeprosessen som igjen forsinker at linjene får produkt og det kommer senere inn på ferdigvarelager.

Hvis råvarer ikke kommer i tide må man enten redusere seriestørrelsen (antall bland) og begynne med et annet produkt eller vente til råvaren kommer inn. Dette avhenger av hvor lenge det er til råvaren kommer inn. Når en råvare ikke kommer til avtalt tid kan dette føre til manko produkt på linjene. Dette fører til at produksjonsplanen forskyves eller at man må stokke om på den.

Forsinket leveranse fra blanderiet kan også oppstå dersom operatørene i blanderiet gjør feil som må rettes opp før produktet kan pumpes på lagertank og ut på linjene. Eller at operatørene må lete etter råvarer og komponenter som trengs i blandet eller produksjonen.

1.5.1.4 Tapping

For å kunne starte tapping av produkt på linjene er man avhengig av at komponentene som trengs for å fullføre produksjonsserien er tilgjengelig og at blanderiet har ferdige bland pumpet opp på lagertank. Man er også avhengig av å få en produksjonsplan som viser hva og hvor mye som skal produseres. Produksjonsplanen gjelder for en uke, men det kommer daglig oppdateringer med eventuelle endringer. Ved endringer gir skiftleder eller produksjonsplanlegger beskjed når produksjonsplanen henges opp på tavlene til de ulike linjene. Tapping på linjene er avhengig av at emballasje og pakkeavdelingen fjerner pallene når de er fulle slik at linjene ikke stopper.

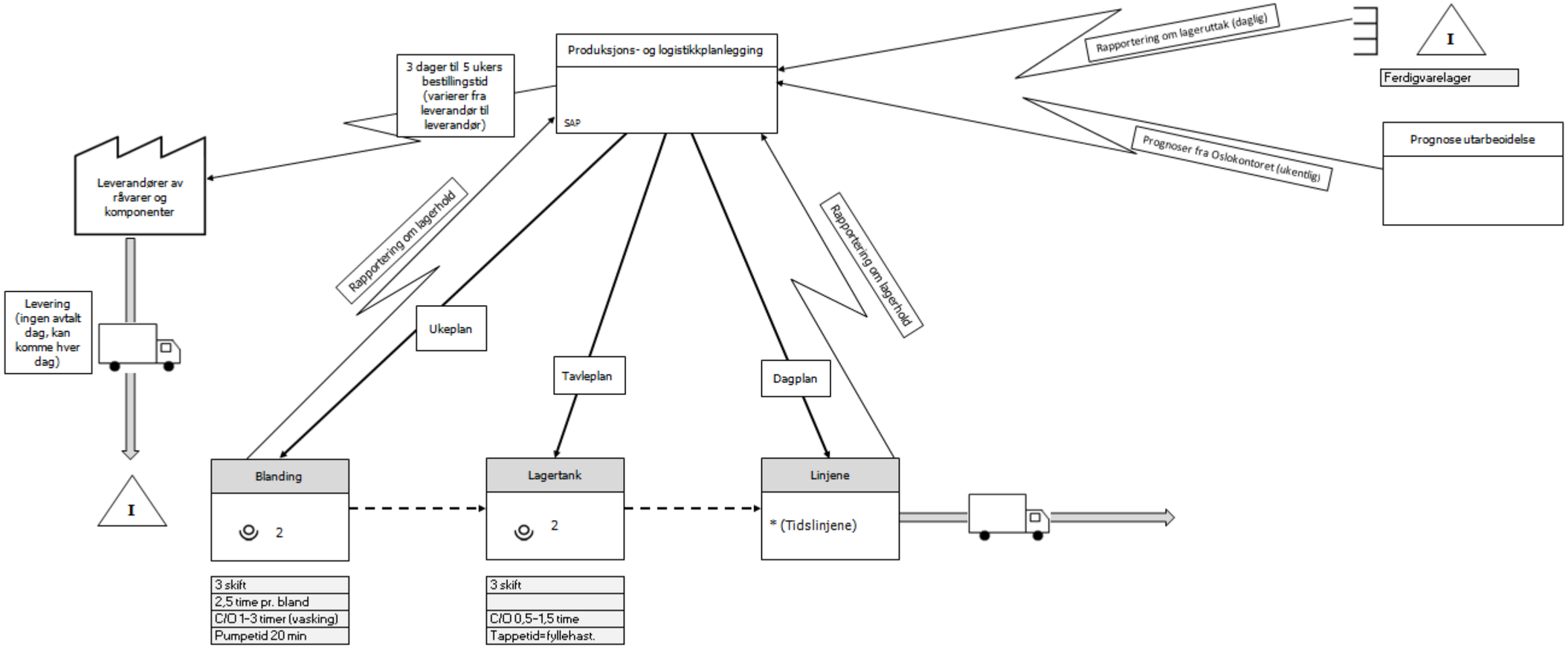
Det er tilfeller hvor det er for få komponenter (flasker, korker, etiketter osv.) som benyttes i produksjonen til å fullføre seien. Dette resulterer i at linja stopper og blanderiet må enten begynne å blande et annet produkt eller vente til komponentene kommer inn med å starte neste bland. Men siden linja stopper midt i en serie opptar dette produktet en lagertank og man får da færre lagertanker tilgjengelig til de andre produktene. Dette kan også skape problemer for de andre linjene ved at de stopper på grunn av at de ikke får produkt fordi det ikke er ledige lagertanker. Hvis man er midt i et bland av det produktet som stoppet på linja og ingen ledige lagertanker eller plass på den lagertanken som produktet er på må blandet flyttes på containere eller vente. Hvis man lar produktet vente, vil det si at man oppbevarer produktet i blanderen. Dermed blir det en mindre blander tilgjengelig til de andre produktene som skal blandes som igjen kan skape problemer på linjene. Man får ikke blandet det som skal ut på linjene eller det blir blandekø. Dette kan føre til at linjene må stå og vente på produkt og kan forsinke prosessen med å få produktet på ferdigvarelageret.

1.5.1.5 Emballasje og pakking

Emballasje og pakkeavdelingen er avhengige av at komponentene kommer i tide og at det er riktig kvantum og kvalitet slik at linja ikke stopper fordi det mangler komponenter til å fullføre serien. Det kan også føre til for liten mengde produsert ut fra etterspørselen dersom serien ikke fullføres. At det ikke er nok komponenter kan også påvirke blanderiet og de andre linjene. Emballasje og pakkeavdelingen er avhengig av at det er plass på lager slik at pallen kan fjernes så fort den er ferdig pakket. Operatørene i emballasjeavdelingen rapporterer inn

forbruket av komponenter etter en serie i SAP og teller komponenter på lager etter hver serie. Komponenter med lavere frekvens telles sjeldnere.

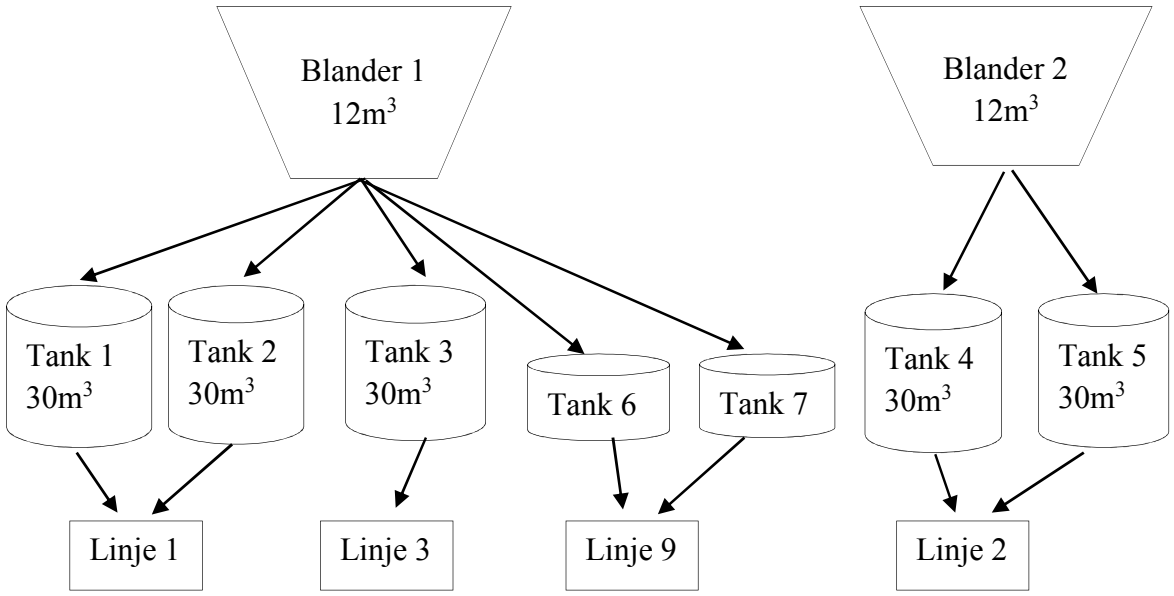
1.5.2 A3 – analyse av prosessen hos Lilleborg



Figur 2 – A3 – analyse av prosessen hos Lilleborg

Figur 2 viser resultatene fra A3 – analysen av prosessen hos Lilleborg. Som det fremkommer av denne mottar blanderiet blandeplan og lagertankplan fra produksjonsplanlegger, men kommunikasjonen mellom blanderiet og linjene er mangelfull. Det er ikke noe godt system som gjør at blanderiet får oversikt over hva som foregår på linjene. Det blanderiet ser er om det tappes fra lagertankene i normal hastighet. Dersom tappingen stopper eller går saktere får de ikke beskjed om hvor mye kapasiteten er redusert og om det blir langvarig eller kortvarig.

For å enklere forstå fordelingen av blandere og lagertanker mellom linjene illustreres denne i Figur 3.



Figur 3 - Dagligvareblanderiet og lagertankdeling mellom linjene

I dagligvareblanderiet er det i dag to blandere som hver tar 12 m^3, hvor den ene blanderen i hovedsak skal levere til linje 1, 3 og 9 og den andre til linje 2. Det er også fem lagertanker på 30 m^3 som produktene blir pumpet til før de kan tappes på linjene. Lilleborg har i tillegg to mindre lagertanker på 11,6 m^3 hver. Blanderne og lagertankene må tømmes og vaskes før neste produkt kan blandes og pumpes opp. Lagertankene er avhengig av fyllehastigheten på linjene og påvirkes av hva som foregår på linjene.

Normalt lages det sjelden mindre enn tre bland pr. serie siden vaskevannet fra forrige gang gjenbrukes og må brukes opp. Men dagens lagertanksituasjon gjør at det ikke er plass til tre hele bland på lagertankene og derfor må det tredje blandet lagres i blanderen til det er plass på lagertanken før det kan pumpes opp. Lilleborg ønsker å se på situasjonen ved å investere i en lagertank med plass til tre bland (35 m^3) slik at de får seks lagertanker. Med en slik

investering får linje 1 og 2 to lagertanker hver, linje 3 har en tank og linje 9 benytter de to små lagertankene. Den lagertanken som da frigjøres skal være en lagertank linje 3 og 9 kan benytte ved behov. Den kan også ved nødstilfeller benyttes til linje 1 og 2. Dette gjør at blanderiet kan blande til linje 3 eller 9 selv om linjene ikke er ferdig med å kjøre. Dette frigjør blanderen tidligere slik at neste serie kan påbegynnes. En ny lagertank vil potensielt også øke effektiviteten og fleksibiliteten til produksjonen ved at blanderen frigjøres og det er flere tanker å spille på.

Produktene Klorin og Salmi har egne blandere og blandes ikke i batch. De kjører kontinuerlig når det skal produseres og må ikke gjennom lagertankene da de tappes rett på linja. Blanderne som inngår i beregningene i den videre analysen har betegnelsen V100, V200 og Klorin- og Salmianlegg.

1.5.3 Hva har Lilleborg gjort på veien mot Lean?

For å være konkurransedyktige arbeider Lilleborg kontinuerlig med forbedringsarbeid og Lean gjennom å hele tiden videreutvikle eksisterende tiltak og innføre nye tiltak. Dette er spesielt viktig når man har produksjon i et høykostnadsland som Norge. Effektiv produksjon og best mulig utnyttelse av knappe ressurser er viktig for å stå imot konkurransen fra lavkostnadslandene.

Lilleborg har implementert 5S i fabrikken. Det går ut på at man markerer opp hvor alt utstyr skal være og rydder bort eller kaster det man ikke trenger. Dette gir god oversikt og ryddige arbeidsstasjoner med kun det utstyret man har behov for.

De har også innført TPM (total productive maintenance) som handler om kontinuerlig vedlikehold av maskiner og utstyr for å redusere tap. Arbeidet som gjøres skal øke kvaliteten, kapasiteten, lønnsomheten og HMS (helse, miljø og sikkerhet). TPM arbeid skal forebygge og forhindre lange stopp og øke oppetiden noe som igjen øker effektiviteten og OEE.

De ansatte i produksjonen har blitt satt sammen i forbedringsteam og blir oppmuntret til å gjøre forbedringer og å levere inn Speedy Kaizen på de områdene de har gjort forbedringer på. Det blir kåret månedens, kvartalets og årets Speedy Kaizen. De teamene som vinner får penger de kan benytte på noe sosialt sammen.

Lilleborg har også innført ett – punkts – leksjoner med all informasjon man trenger for å kunne utføre oppgaven. Denne instruksjonen er på en A4 side. Og henger ved ulike maskiner eller områder man må gjøre opplæring på.

De gjøres også stoppanalyse hvor man beskriver hendelsen som har skjedd og besvarer spørsmålene hva, når, hvor, hvem, hvilke (trend), hvordan og hvor mange. Etter at dette er gjort avdekkes årsaken til det som har skjedd ved hjelp av "5 ganger hvorfor". Til slutt kommer man med tiltak for å hindre at det skjer igjen og som forbedrer prosessen.

Ved større prosjekter og utfordringer benytter de et forbedringsprosjekt basert A3 for å komme med forbedringstiltak.

1.5.4 Hvordan arbeider Lilleborg med forbedringer?

Lilleborg håndterer forsinkelser og uforutsette stopp ulikt avhengig av varighet og gjentagelse. De har i dag ingen klare rutiner for hva som skal gjøres ved små stopp (under 60 minutter) og det er opp til operatørene å gjøre forbedringer. Dersom det er store stopp (over 60 minutter) skal operatørene gjøre en stoppanalyse for å avdekke rotproblemet, dersom dette ikke er kjent. Stoppanalysen brukes sjelden, da operatørene synes den er tungvint og rotproblemene ofte er kjent. Ved tekniske problemer kontaktes teknisk avdeling dersom operatørene ikke kan løse problemet selv. Ved mangler av komponenter eller produkt er ikke dette noe linja kan forbedre og man må se etter en årsak lengre ut i systemet. Dette er det logistikkavdelingen som har ansvaret for.

For å avdekke forbedringsområder gjennomgås stoppdatabasen og OEE tallene for å se etter trender, selv om det ikke er en systematisk gjennomgang av tallmaterialet. Dersom det er en trend av enten små eller store stopp skal det iverksettes et forbedringsprosjekt basert på A3. I tillegg til stoppdatabasen og OEE gjøres det manuell loggføring for å sjekke effekten av forbedringsprosjektet. Situasjonen i dag er at det gjøres få forbedringsprosjekter. Ved forbedringsprosjekter er ledelsen involvert i problemløsningsprosessen, dette er de derimot ikke ved mindre stopp og stopp uten trend.

På morgenmøtene og ukesmøtene drøftes stopprapport og stoppdatabasen og skiftleder rapporterer til linjene om det er områder det skal fokuseres på å forbedre. Operatørene deltar ikke på disse møtene og er dermed ikke delaktig i identifiseringen av forbedringsområder. På månedsmøtene og kvartalsmøtene er det fokus på OEE og trendene denne gir. Ut fra dette

vurderes det om det skal settes i gang forbedringer på noen av linjene. Operatørene har god oversikt over linja, inkludert stoppene og utfordringene på linja, og er derfor ikke avhengig av at skiftleder skal rapportere om forbedringsområder med mindre det er noe utenom det vanlige.

Det er alltid forbedringsmuligheter i prosessene som foregår på linja og det er alltid mulig å komme nærmere ideell situasjon. I dag mottar operatørene på linjene en vedlikeholdsplan som skal hjelpe til å oppnå dette. Det mangler derimot en pådriver som oppmuntrer operatørene og kontinuerlig er tilstede i fabrikken til å motivere til forbedrings- og vedlikeholdsarbeid.

Situasjonen på linje 1 er at man er avhengig av enkeltpersoner for at linja skal kjøre best mulig.

2 Teori

I dette kapitlet presenteres teorien som trengs for å kunne besvare problemstillingen. Det blir en kort presentasjon av Lean generelt inkludert dens prinsipper og de ulike kategoriene for sløsing. I kapitlet vil det også beskrives hvordan Lean kan implementering og hvorfor Lean kan tilpasses norske selskaper.

2.1 Hva er Lean?

Lean og Lean tankegangen har sitt opphav fra Japan og Toyota og kan dateres til 1950 tallet. Toyota hentet mye av sin inspirasjon til hva Lean har blitt i dag fra USA og masseproduksjonen med samlebånd og standardiserte deler. Lean er ikke ett verktøy, men et sett av ulike metoder og verktøyer som har vokst frem gjennom årene for å eliminere sløsing gjennom kontinuerlige forbedringer. Lean kan benyttes i alle typer bedrifter i alle land, men må tilpasses. I Lean verdsettes og respekteres de ansatte høyt og blir sett på som kjernen i bedriften, noe som også kommer frem i filosofien og kulturen.

2.1.1 Bakgrunnen til Lean

Håndverksproduksjon handler om å skreddersy produkter ut fra kundenes individuelle ønsker og behov, og er ofte forbundet med god kvalitet og luksusvarer som de færreste har råd til. Tiden fra bestilling til varen leveres er ofte veldig lang. Verktøyene og maskinene som benyttes i håndverksproduksjon var enkle og fleksible, hvor det produseres et og et produkt. For at delene skulle passe sammen måtte faglærte sammenføyere file og tilpasse delene slik at de kunne monteres sammen. Håndverksproduksjonen er kjent for å benytte dyktige fagarbeidere som ofte hadde fått opplæring i alle leddene av produksjonen og kunne dermed bearbeide produktet fra start til levering. Dette gjorde arbeiderne veldig fleksible. Arbeidsoppgavene i håndverksproduksjonen var preget av mye variasjon, utfordringer og selvstendig arbeid, og med en flat organisasjonsstruktur med liten avstand mellom de ansatte og ledelsen (Johnstad et al. 2012; Womack et al. 2007).

Etter som tiden gikk ble det flere og flere bilprodusenter i industrien og tøffere konkurranse blant håndverksprodusentene. Dette ledet industrien mot en annen form for produksjon, nemlig masseproduksjon, hvor General Motors brukte standardiserte deler og hvor Ford benyttet samlebånd. Masseproduksjon er kjent for å produsere store mengder av

standardiserte produkter, noe som gir kundene få valgmuligheter. Ved å ha en slik produksjon blir produktene billige slik at de fleste har mulighet for å skaffe seg produktet. Produktene designes av profesjonelle ansatte og produseres i store og dyre maskiner som utfører en operasjon og som krever observasjon. Arbeidsoppgavene var monotone og kjedelig og motiverte ikke de ansatte. På grunn av de store og dyre maskinene som ikke tolererte avbrudd ble buffer lagt til i alle leddene for å opprettholde flyt. Det var ekstra forsyninger, ekstra ansatte og ekstra lagre av komponenter, materialer og produkter. Mengden som ble produsert var ikke tilpasset kundenes etterspørsel, men maskinenes kapasitet. Det ble dermed produserte store mengder kundene ikke etterspurte som førte til store ferdigvarelagre. I masseproduksjon var det en hierarkisk organisasjonsstruktur med stor avstand mellom arbeiderne og ledelsen. Kvalitetsavvik ble ikke oppdaget før på slutten av samlebåndet og ”godt nok” var standarden, noe som gjorde kvaliteten nokså dårlig og det gjorde det vanskelig å oppdage hvor avviket oppstod (Johnstad et al. 2012; Womack et al. 2007).

Lean er en videreutvikling av håndverksproduksjonen og masseproduksjonen ved å ta det beste fra disse to produksjonsformene. Lean har unngått de høye kostnadene ved håndverksproduksjon og det rigide systemet i masseproduksjonen. I Lean bedrifter settes de ansatte i tverrfaglige team på tvers av stillinger og ansvarsområder. Det brukes fleksible og automatiserte maskiner for å produsere utallige varianter og mengder. Lean bruker mindre av alt sammenliknet med masseproduksjon; mindre ansatte, mindre produksjonsareal, mindre investeringer i maskiner, kortere leveringstid, mindre lager og ikke minst mindre feilproduksjon og mer varierte produkter (Womack et al. 2007).

2.1.2 Definisjon av Lean

Lean handler om å gjøre mer uten av mindre ressurser. Dette gjøres gjennom å ha mindre arbeidskraft, mindre og billigere maskiner og utstyr, bruke korter tid fra råvarer til ferdigprodukt, mindre lager og mindre produksjonsareal samtidig som kundene tilbys eksakt det de etterspør (Wilson 2010; Womack & Jones 2003).

Lean er en teambasert form som hele tiden fokuserer på kontinuerlige forbedringer med hovedfokus på å identifisere og eliminere sløsing. I Lean er sløsing ikke – verdiskapende aktiviteter som defineres ut fra kundenes perspektiv på hva verdi er. Lean er et langvarig helseprogram for bedriften (Myerson 2012).

Lean kan defineres ut fra:

- Eliminere sløsing og ikke – verdiskapende aktiviteter gjennom kontinuerlig forbedringer.
- Ha respekt for menneskene (Graban).

Kjernen i Lean er å maksimere kundeverdi og minimere sløsing. Lean er å skape mer verdi for kundene ved å bruke færre ressurser (*What is Lean?* 2009).

Som det kommer frem her finnes ikke en enkelt definisjon av Lean men mange. Men det man ser er at de ulike definisjonene drar i samme retning. Ut fra dette kan Lean defineres slik:

> *Lean innebærer å tilfredsstille kundenes krav samtidig som man respekterer de ansatte, utnytter ressursene man har mer effektivt og fokusere på kontinuerlige forbedringer for å eliminere sløsing og ikke – verdiskapende aktiviteter.*

2.2 Sløsing i Lean

I Lean bedrifter handler det om å fokusere på at produkt flyter gjennom verdiskapende prosesser uten avbrytelser, og ha et dra (pull) system som baserer seg på kundenes etterspørsel og som kun produserer det som trengs for å dekke etterspørselen. Videre må det være en kultur hvor alle arbeider med kontinuerlige forbedringer for å forbedre prosessene for å oppnå flyt og dra (Liker 2004).

For å kunne oppnå dette må hele bedriften samarbeide for å eliminere alle former for sløsing langs hele verdikjeden, fra råmaterialer til ferdig produkt. Sløsing i Lean sammenheng er ikke – verdiskapende aktiviteter, aktiviteter som ikke tilfører produktet verdi og som kundene ikke er villige til å betale for. Sløsing i verdikjeden fører til at tiden fra ordre legges inn til kunden får varen og bedriften mottar betaling er lengre enn nødvendig. Det handler hele tiden om å redusere denne tiden (Dennis 2007; Myerson 2012; Ohno 1988).

For å kunne skille mellom ikke – verdiskapende og verdiskapende aktiviteter må bedriften ha klart for seg hvordan Lean definerer verdiskapende aktiviteter og ut fra dette vurdere hvilke kategori aktiviteten faller under, og arbeide for å eliminere de ikke – verdiskapende aktivitetene.

En aktivitet er verdiskapende hvis, og bare hvis, disse tre forutsetningene er oppfylt (Sayer & Williams 2012):

- Kunden må være villig for å betale for aktiviteten
- Aktiviteten må transformere produktet eller tjenesten i en eller annen form
- Aktiviteten må være gjort riktig første gang

I Lean er det karakterisert ulike former som anses som ikke – verdiskapende aktiviteter. Det startet opprinnelig med sju former for sløsing fra Toyota Production System (TPS) og Ohno (1988), men i senere tid har det blitt lagt til en åttende form for sløsing (Myerson 2012; Ohno 1988).

2.2.1 Lager

Lager er den mest synlige formen for sløsing og finnes både i fabrikklokaler og i kontormiljøer. Råmaterialer, varer i arbeid, ferdigvarer og ekstra deler til maskiner og utstyr er ulike former for lager. Dette binder opp kapital og okkuperer store arealer i bedriften. I kontormiljøer ses opphoping av informasjon på som lager. Lager er ofte et resultat av andre former for sløsing og at prosessene ikke fungerer optimalt. Det fungerer som en buffer mellom forsyninger, operatører og kunder og må kompensere for ledetid, variasjon i prosessene, prognosefeil, forsinkede leveranser, omstillingstid, skrap eller etterarbeid, kvalitetsavvik og nedetid (Myerson 2012).

2.2.2 Transport

Transport som sløsing er all unødvendig transport som ikke tilfører produktet verdi. Denne formen for sløsing inkluderer transport, midlertidig plassering, registrering, lagring, stabling eller bevegelse av materialer, mennesker, verktøy og informasjon. Prosesser som er plassert langt fra hverandre fører til overflødig transportering. I en ideell verden skulle materialet blitt satt på lager med en gang det mottas og ikke røres igjen før det skal benyttes i produksjonen. Når materialet flyttes flere ganger og settes på ulike steder før det skal benyttes, kan dette føre til uklarheter og mye leting. Dette kan igjen føre til unøyaktig lagerhold og at det bestilles inn mer av produktet fordi man ikke finner det. Ved å flytte materialer rundt kan dette også påføre skader på materialet (Myerson 2012).

2.2.3 Bevegelse

Denne formen for sløsing er ofte forbundet med menneskelig bevegelser som ikke tilfører produktet eller tjenesten verdi. Dette handler om å ha verktøy, informasjon og andre elementer som benyttes ofte i nærheten av og lett tilgjengelig på arbeidsstasjonen slik at tiden som benyttes til leting reduseres. Det er også viktig at arbeidsstasjonen er ergonomisk tilrettelagt for å unngå skader og øke arbeidseffektiviteten (Myerson 2012).

2.2.4 Venting

Venting oppstår når materialer, forsyninger, informasjon og mennesker som trengs eller som skal utføre en operasjon på produktet før det kan sendes videre ikke er tilstede. Venting forekommer også når et produkt blir bearbeidet eller det er problemer som forsinker prosessen. Venting øker ledetiden (Dennis 2007; Myerson 2012).

2.2.5 Overproduksjon

Overproduksjon oppstår når det produseres mer enn kundene etterspør. Ved overproduksjon oppstår andre former for sløsing samtidig som kostnadene økes. Det kan være økt lager, mer transport, vanskeligere å oppdage feil og mangler ved produktet på grunn av store batch, mer venting på grunn av økt batchstørrelse og økt bevegelse ved at operatører produserer produkter kundene ikke etterspør. Økte kostnader kommer i form av utvidelse av fabrikken for å kunne oppbevare de økte lagrene, flere maskiner og operatører og ekstra komponenter, materiale og annet forbruk for å håndtere lagrene (Dennis 2007; Myerson 2012).

2.2.6 Overprosessering

Dersom produkter bearbeides mer enn kundene ønsker og etterspør oppstår overprosessering. Det legges til utstyr og finesser ingen har bruk for og ser nytten av. Operatører bruker mer tid og innsats enn nødvendig for å produsere produktet eller det brukes dyre og komplekse maskiner og utstyr som er mer nøyaktig enn kundenes behov og krav (Myerson 2012).

2.2.7 Feil og korreksjoner

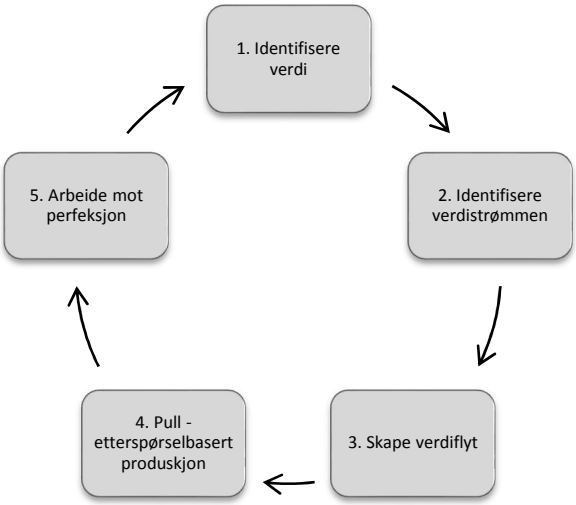
Sløsing på grunn av feil og korreksjoner handler om reparasjoner, etterarbeid eller skroting av produktet. Dette er knyttet til at det ikke er gjort riktig første gangen. Det er store kostnader og mye ekstra arbeid knyttet til denne formen for sløsing (Myerson 2012; Sayer & Williams 2012).

2.2.8 Ubenyttede menneskelige ressurser

Dette er den åttende formen for sløsing og har kommet i etter tid. Det er fordi den er viktig hvis man skal lykkes med Lean og kan tilføre selskapet store fordeler ved å utnytte de menneskelige ressursene som allerede er tilstede. Denne formen for sløsing handler om å ikke utnytte kunnskapen, ideene og kreativiteten til menneskene og la den gå på kryss og tvers i hele verdikjeden (Dennis 2007; Myerson 2012).

2.3 Lean prinsippene

I Lean benyttes fem prinsipper som skal skape verdi og forhindre og eliminere sløsing i enhver organisasjon. Ved å forstå og knytte disse prinsippene sammen kan ledere få full utnyttelse av Lean å opprettholde en stødig kurs mot organisasjonens mål, Figur 4 (Womack & Jones 2003).



Figur 4 - Lean prinsippene (*Principles of Lean* 2009)

2.3.1 Definere verdi ut fra kundenes perspektiv

Det første og kanskje viktigste steget for å kunne begynne med Lean er å definere hva verdi er. Verdi i Lean sammenheng defineres ut fra kundenes ønsker og behov og hva de ønsker å få ut av produktet eller tjenesten. Det er også viktig at prisen er tilfredsstillende og akseptabel og at produktet eller tjenesten innfrir forventingene kundene har. Kundene ønsker også en tilfredsstillende leveringstid, helst vil man ha varen med en gang den er betalt. Aktiviteter langs verdikjeden som ikke øker verdien på produktet eller tjenesten er sløsing (Womack & Jones 2003).

2.3.2 Identifiser verdistrømmen

Det neste steget er å utarbeide en verdistrømsanalyse både over nå – situasjonen og fremtidig ønsket tilstand. Det fremtidige kartet skal belyse hvilke områder som må forbedres og hvilke former for sløsing som elimineres når tiltakene implementeres. Det er viktig at forbedringene som implementeres er målbare og optimaliserer hele verdikjeden. Verdistrømsanalyse vil si å kartlegge alle aktiviteter (både verdiskapende og ikke – verdiskapende) som trengs for å fremstille og ferdiggjøre et produkt. Det vil si produksjonsflyten fra råmaterialer til ferdig produkt i kundenes hender, designflyten fra konsept til lansering og informasjonsflyten fra ordremottak til levering. Verdistrømsanalyse er et verktøy for å forstå prosess- og informasjonsflyten til et produkt eller en produktfamilie. Hvert steg i flyten presenteres visuelt og nødvendige nøkkeltall noteres. Før en slik analyse begynnes må det tydelig defineres hvor den starter og slutter og detaljgraden. Man starter med prosessen nærmeste kunden og arbeider seg oppstrøms. I en slik prosess jobbes det ofte i tverrfaglige team med en leder som kan se forbi organisatoriske avdelinger og funksjoner med myndighet til å gjennomføre tiltak. Verdistrømsanalyse er en kontinuerlig prosess (Bicheno & Holweg 2009; Myerson 2012; Rother & Shook 1999; Womack & Jones 2003).

2.3.3 Skap verdiflyt

Når verdi er definert og kartlagt verdistrømmen og ulike områder for sløsing, er neste steg på Lean reisen å skape flyt i de resterende verdiskapende aktivitetene. Implementering av flyt omhandler både prosesser og informasjon. For å kunne implementere kontinuerlig flyt må produksjonen omorganiseres fra store batch og køsystemer og produksjon i avdelinger og funksjoner til mindre batchstørrelser og celler med de aktivitetene som trengs for å produsere

de ulike produktene. Den optimale batchstørrelsen i Lean er én, og selv om dette ikke er realistisk med dagens situasjon er dette noe å arbeide mot. Det handler om hele tiden å forbedre flyten og redusere lagernivåene. Selv om det ikke alltid er mulig, er det ønskelig å ikke ha lagerbeholdning. I enkelte tilfeller trengs buffer for å oppnå flyt. Ved å arbeide mot kontinuerlig flyt vil lagernivåene reduseres og det kommer tydeligere frem hvilke utfordringer som må løses for å oppnå dette. Operatørene i en slik prosess er motiverte til å løse utfordringer for å opprettholde en kontinuerlig flyt, hvis ikke vil prosessene stoppe. I tillegg til motiverte arbeidere oppnås kortere ledetid, feil oppdages lettere og det tar kortere tid å oppdage hvor feilen oppstod, mer fleksibilitet, mindre lagerkostnader og mer ledig produksjonsareal (Liker 2004; Womack & Jones 2003).

2.3.4 Pull – etterspørselsbasert produksjon

Pull vil si at kundene skal kunne dra de produktene de trenger ut fra en verdikjede, i den mengden og på det tidspunktet de trenger dem (Ohno 1988). Ved overgang til et dra (pull) system trenges ikke prognoser, siden det produseres det kundene etterspør. Ved dra unngås også overproduksjon av produkter ingen ønsker. Ved å skape verdiflyt og produsere en og en har kundene mulighet for å dra produkter ut av verdikjeden. Det vil si at når kunden bestiller et produkt settes hele verdikjeden i gang og prosessen foregår kontinuerlig fra råmaterialer til ferdig produkt og shipping. Verdikjeden følger takten til kundene, det vil si ut fra hvor ofte kundene bestiller og tilgjengelig tid i fabrikken. Det produseres ingenting uten at personen eller aktiviteten har behov for materialer eller komponenter. Ved en dra produksjon er det viktig at informasjonen mellom de ulike leddene er konkret og lett forståelig og at man med et raskt blikk se hva systemet trenger (Liker 2004; Ohno 1988; Womack & Jones 2003).

2.3.5 Arbeidet mot perfeksjon

Lean handler ikke om å implementere ett, eller flere verktøy og tro at alle problemer og utfordringer forsvinner. Lean handler om å implementere en langsiktig plan bestående av kontinuerlige forbedringer: det er en kultur. Man kan alltid forbedre seg å strebe mot den ideelle og perfekte tilstanden. Lean er en reise som aldri ender, det kan alltid reduseres innsats, tid, bruke mindre areal, redusere kostnader og forhindre feil mens produktene produseres, slik at kundenes ønsker og behov tilfredsstilles enda bedre. Når verdi flyter raskere og kundene drar (pull) hardere vil det alltid dukke opp sløsing og hindringer i

verdikjeden som må elimineres. Man vil også komme nærmere kunden og dermed klarere spesifisere hva kundene mener er verdi (Dennis 2006; Liker 2004; Womack & Jones 2003).

De fem prinsippene utgjør en sirkulære prosess som gjøres kontinuerlig for å oppnå ideell tilstand (Figur 4). Arbeide mot perfeksjon vil si å forbedre seg hver dag uten å gi opp da alt kan forbedres – alltid.

2.4 Lean filosofi

Filosofien i Lean er i stor grad basert på filosofien fra Toyota Production System (TPS), som i hovedsak består av kontinuerlige forbedringer og respekt for menneskene (Liker 2004; Wilson 2010).

Lean et system eller en prosess som aldri blir optimalt og alltid har forbedringsmuligheter. Man kan alltid gjøre det bedre, raskere, redusere kostnader og med mindre sløsing, altså kontinuerlige forbedringer. Kontinuerlige forbedringer kan utføres på alle områder i bedriften og det handler om å ikke være tilfreds med dagens situasjon. Kontinuerlige forbedringer er ikke et verktøy, men en måte å leve og handle på (*Lean Culture*).

Filosofien i Lean er en langsiktig vekstfilosofi gjennom å generere verdi for kundene, samfunnet og forbedre økonomien. Dette gjøres ved å redusere kostnader, forbedre leveringstid og forbedre kvalitet gjennom å eliminere sløsing. Ledelsesbeslutninger skal tas basert på en langsiktig filosofi, selv om dette kan gå utover kortsiktige finansielle mål. Målet er å ta bedriften til det neste nivået gjennom hele tiden å forbedre seg (Liker 2004; Wilson 2010).

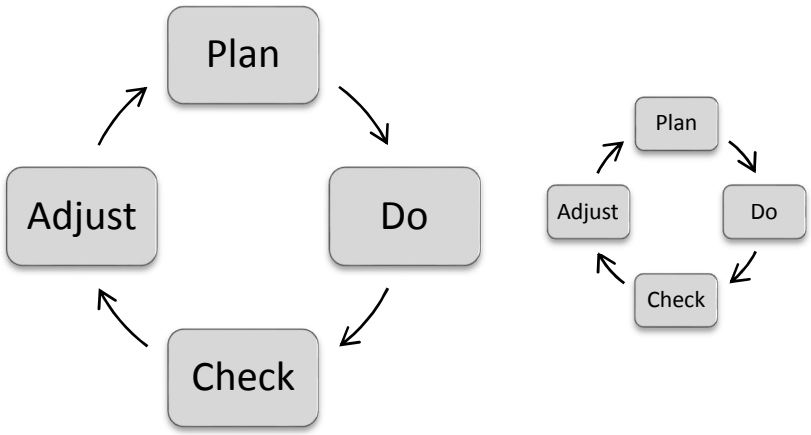
Respekt for menneskene er viktig for å lykkes med Lean. Menneskene må verdsettes og bedriften må benytte seg av kunnskapen og kreativiteten de har. I Lean ses alle på som like mye verdt, en operatør er like mye verdt som en leder, og begge er like viktig for bedriften og bedriftens suksess med Lean. I arbeidet med å ta bedriften til neste nivå spiller medarbeiderne en sentral rolle. Arbeidet med kontinuerlige forbedringer delegeres til de ansatte, ved å gjøre medarbeidere i stand til å stadig søke forbedringsmuligheter og gripe disse. Alle ansatte oppmuntres, støttes og det kreves at de til enhver tid skal komme med ideer og gjøre en innsats for å forbedre nå – situasjonen (*Lean Culture* ; Liker 2004; *Sustainability Report 2009* 2009).

På denne måten gjør derfor Lean filosofien bedrifter mer avhengig av sine medarbeidere, ikke mindre. Lean filosofien er derfor viktig for en vellykket Lean implementering og opprettholdelse (Liker 2004).

2.5 Lean kultur og ledelse

Ledelsen må ha god forståelse av Lean og hvordan verktøyene og ledelse henger sammen og utfyller hverandre. Lean må kommuniseres fra toppen av og nedover i organisasjonen for å kunne oppnå langsiktig suksess. For å oppnå suksess må ledelsen utarbeide en kultur og ha klare mål og strategier, slik at alle vet hvor man skal og hvordan komme dit.

En måte for å få til deler av dette på er gjennom å bruke PDCA (plan, do, check, adjust) sirkelen (Figur 5). Dette er et verktøy ledelsen og bedriften kan benytte i mange ulike situasjoner og prosesser, både store strategiske endringer og mindre investeringer og endringer. PDCA er en ledelses syklus basert på en vitenskapelig metode for å foreslå en endring i en prosess, implementere endringen, kontrollere og måle resultatene og gjøre egnede tiltak eller handlinger. Det er viktig at hele bedriften lærer denne prosessen slik at det blir en standard i hverdagen (Dennis 2006; Shook 2010).



Figur 5 - PDCA sirkelen (Dennis 2006)

Plan fasen handler om å fastslå problemene i nåværende situasjon, hva som ønsker oppnådd og hvordan oppnå det slik at prosessen skal kunne forbedres og standardiseres. Her er det viktig å besvare spørsmålene hvor skal vi og hvordan kommer vi oss dit. I denne fasen er det også viktig å utarbeide gode måleparametere. Måleparameterne skal være enkle, målbare, oppnåelige, fornuftige og sporbare, for prosessen og det som kommer ut av prosessen. Dette

gjør det enkelt senere i prosessen å sjekke resultatene av endringene (Dennis 2006; Shook 2010).

Neste fase i sirkelen er do fasen, her skal planen formidles og settes ut i live. Før implementeringen av planen i fullskala kan det være lønnsomt med et pilotprosjekt for å se hvordan det oppfører seg i mindre skala og eventuelt justere før implementering i fullskala. Dette er en viktig læringsprosess og vil gjøre planen bedre og mer robust. På denne måten har vi en mini PDCA sirkel i do fasen (Dennis 2006; Shook 2010).

Etter at planen er implementert er det check fasen, hvor man sjekker status av implementeringen. Her er det viktig å observere og vurdere resultater mot målene som ble definert under plan fasen. I tillegg er det viktig å utvikle en kultur hvor ansatte skal sjekke og rapportere ærlige resultater uten å legge skylden på noen ved avvik og problemer. I denne fasen er det viktig å ha robuste rutiner for sjekking og definert hva, hvordan, hvem, hvor, når og frekvensen for sjekkingen. Under gjennomføringen av en slik prosess må man være der verdiskapningen skjer, i Gemba. Det er viktig å bruke denne fasen godt og gjøre gode evalueringer for å lære av hva som ikke gikk som det skulle eller hvorfor det fungerte og ta med denne lærdommen videre (Dennis 2006; Shook 2010).

Den siste fasen i sirkelen er adjust. Her skal man reflektere over resultatene fra sjekkingen og enten standardisere hvis målene er oppnådd eller identifisere hovedårsakene til hvorfor målene ikke ble oppnådd og eliminere disse ved at syklusen begynner på nytt. Dette er en syklus som aldri tar slutt, når man har implementert endringen og standardisert er det alltid muligheter for forbedringer eller endringer som gjør prosessen enda bedre og mer robust (Dennis 2006; Shook 2010).

For å kunne implementere en god Lean kultur og få Lean til å fungere optimalt må Lean være kjernen i bedriften og Lean kulturen må kommuniseres fra toppen og nedover i organisasjonen. Lean må ha god støtte og forankring i toppledelsen for å motivere de ansatte til å bidra med å gjøre bedriften Lean og ha suksess med Lean. Uten forankring og støtte fra ledelsen hjelper det ikke at noen nedover i organisasjonen ønsker å implementere Lean. Dersom Lean implementeres uten støtte og forankring i ledelsen vil det ikke fungere optimalt eller vedvare, og vil dermed komme inn i rekken over endringer bedriften ønsker å implementere som bare sklir ut og mislykkes (Dennis 2006).

Vellykket innføring av Lean avhenger av både en langsiktig plan og en ledelse som forstår Lean. Ledelsen må arbeide kontinuerlig med Lean og motiverer til dette arbeidet i tillegg til implementering av verktøy. Dette er det eneste som får Lean til å opprettholdes i lang tid. Verktøyene og lederstilen i Lean henger godt sammen og bygger på hverandre, og uten at begge delene er tilstede samtidig vil ikke Lean fungere og langsiktig suksess uteblir. Verktøyene i Lean indikerer en bestemt type lederstil som må være tilstede for at verktøyene skal fungere optimalt. Verktøyene i Lean er ikke verktøy for å forbedre prosessene, men for å gjøre problemer synlig og å hjelpe mennesker til å utvikle et tankesett for å løse problemene. Ledelsen må forstå hvordan verktøyene skal brukes for å skape kreativitet og motivasjon hos de ansatte (Ballé & Ballé 2009; Dennis 2006).

For å lykkes med Lean må ledelsen forstå viktigheten av de daglige oppgavene de ansatte gjør og at bedriften er avhengig av de ansatte for å oppnå suksess med Lean. Uten de ansatte vil det ikke lenger være en bedrift og de vil ikke ha noe å tilby kundene. Samtidig må ledelsen få de ansatte til å forstå at deres daglige arbeidsoppgaver er viktig for bedriften og at de er en viktig brikke for å oppnå suksess. Dette må ledelsen vise gjennom respekt og verdsettelse av sine ansatte, og forklare hvordan alt avhenger av hverandre. Det er viktig å få de ansatte til å forstå og kunne se sammenhenger. På denne måten er de ansatte mer endringsvillige siden de forstår hvorfor de må endre dagens rutiner. Forståelse er med på å øke motivasjonen. Dette fører også til bedre arbeidsmiljø (Hansen 2001; *Lean Culture*).

Som nevnt er det viktig at det ledelsen kommuniserer og uttrykker faktisk reflekterer ledelsens innstillinger og ønsker. Hvis ikke ledelsen selv mener at Lean er bra og et viktig steg for bedriften vil dette også reflekteres i språket og holdningene de har. Siden de ansattes holdninger ofte gjenspeiler ledelsens holdninger, vil heller ikke de ansatte motiveres til å gjøre endringer og begynne med Lean siden det ikke er samsvar mellom det som blir sagt og kroppsspråket (Dennis 2006; Mann 2010).

Det er viktig å definere og kommunisere hvor man ønsker å være og strategien for hvordan man skal komme dit. Ledelsen må sette strategien og planen ut i live, blant annet ved å forsikre seg om at alle har forstått målene og strategiene slik at alle arbeider i samme retning. Dette oppnås gjennom involvering av de ansatte. Det er videre viktig å unngå at hver avdeling arbeider i silo, og kun tenker på å oppnå sine mål uten å tenke på felles aktiviteter og mål. Samtidig må man se hvordan avdelingens mål henger sammen med andre avdelingers mål og bedriftens hovedmål. Avdelingsledere må utarbeide strategier for sine avdelinger som støtter

oppunder hovedstrategien og målene. For å lykkes må de ulike avdelingene samarbeide og stole på hverandre. De må stole på at alle gjør det de kan for å forbedre nå – situasjonen og arbeider for å oppnå felles mål (Dennis 2006; *Lean Culture* ; Wilson 2010).

En viktig del av Lean ledelse er å bryte opp byråkratiet, og påse at ansatte arbeider på tvers av avdelinger eller prosessbasert. Organisasjonsstrukturen må være flat og tilpasses verdistrømmen, og ikke organiseres etter tradisjonelle avdelinger. For å lykkes med Lean kan det derfor være nødvendig å gjøre endringer i selskapets organisasjonsstruktur (Dennis 2006).

Fokuset i Lean er å levere riktig kvantitet (mengde) med riktig kvalitet, til lavest mulig kostnad og med kortest mulig ledetid. Lean tankegang handler om at bedriften skal se forretningen slik kundene ser den, som et produkt i stedet for mange ulike avdelinger. Ledelsen må sette seg inn i hvem kundene er å forstå og kjenne kundene og definere hva som er verdi ut fra kundenes ståsted. Ledelsen må videre kommunisere hva verdi er og hva det skal arbeides mot. Samtidig skal de motivere de ansatte til å tilfredsstille kundenes behov og arbeide for å øke kundeverdien. I en bedrift har man både interne og eksterne kunder man skal levere til. Man må derfor kjenne sine kunder og ha riktig informasjon for å tilfredsstille dem. Ledelsen må kommunisere viktigheten av å gjøre kontinuerlige forbedringer for å eliminere sløsing for å oppnå bedre flyt i og mellom prosessene. Samtidig må det arbeides for å utvikle stabile prosesser slik at de er kapable til å møte kundenes behov og krav, slik at de kan dra produkter ut av verdikjeden. Dette medfører økt kundetilfredsstillelse (Dennis 2006; Liker 2004; Mann 2010; Myerson 2012; Wilson 2010).

Ledelsesarbeid består av både rutinearbeid og forbedringsarbeid. For å få forbedringsarbeid til å fungere må det arbeides på tvers av avdelinger både horisontalt og vertikalt i organisasjonen. Det er viktig at forbedringstiltak som blir implementert optimaliserer hele verdikjeden og ikke bare en stasjon. Man må også ha gjensidig respekt mellom ledelsen og de ansatte, og mellom de ansatte på samme og ulike nivåer i organisasjonen. Ledelsen må stole på kunnskapen til de ansatte og at de oppnår ønskede resultater samtidig som de ansatte må stole på at ledelsen velger ut riktig fokusområde for forbedringer. Det er viktig å oppmuntre til god og ærlig kommunikasjon som gjør at ledelsen mottar riktige og konkrete opplysninger slik at ledelsen kan korrigere retningen de ansatte arbeider mot. Dette oppnås kun gjennom respekt. De ansattes ideer og forslag må bli hørt av ledelsen, og ledelsen må vise at ideene blir vurdert og noen av dem også implementert. Dette er med på å vise at ledelsen respekterer og verdsetter sine ansatte. På denne måten vil også ledelsen få støtte fra operatørene på tiltak de

ønsker å implementere, noe som er viktig (Bicheno & Holweg 2009; Dennis 2006; Mann 2010; Rother & Shook 1999).

For å få gode ideer og forslag til kontinuerlige forbedringer frem må ledelsen utvikle en kultur hvor det er lov å gjøre feil, og ikke legge skylden på andre. Uten dette vil de ansatte være redd for å komme med ideer og forslag til forbedringer og gode løsninger vil ikke komme frem. Ingen ideer og forslag er dårlige og alle skal bli hørt. Ved implementering av ideene og forslagene skal ingen få skylden dersom ønsket resultat ikke oppnås. Dette er da en mulighet for å lære av det som gikk galt, å gjøre det bedre neste gang. Et annet viktig element ved Lean er å sjekke status, dette handler om å både rapportere avvik og en situasjon som fungerer som den skal. Dersom de ansatte blir grillet ved rapportering av avvik vil ikke problemer komme frem i lyset, og problemene blir dermed aldri rettet. Motsatt vil man ved å oppmuntre til å rapportere om feil og avvik få belyst problemer, og man oppnår kontinuerlige forbedringer. Et slikt miljø får også frem de beste ideene og kreative ansatte. Det er viktig å merke seg at det ikke bare er på gulvet man skal sjekke status, men i hele organisasjonen (Dennis 2006; *Lean Culture* ; Wilson 2010).

Ledelsen må være fokusert på problemløsning og ikke gjemme eller begrave problemer. Problemer som oppstår er skatter og et tegn på svakhet i systemet og en mulighet for å forbedre systemet og gjøre det mer robust. De må oppmuntre alle til å ta tak i problemer og forbedre dem når de oppstår. Viktigheten av å avdekke rotproblemet og de faktiske årsakene til hvorfor problemer og avvik oppstår må kommuniseres. Samtidig må de ansatte motiveres til å gjøre dette når problemer oppstår. Uten å avdekke hovedårsaken eller selve rotproblemet vil problemet aldri kunne elimineres og det vil oppstå igjen og igjen. Ledelsen skal hele tiden oppmuntre de ansatte til å gjøre kontinuerlige forbedringer og være delaktige i både utviklingen av ideer og forslag, og implementeringen av løsningene. For å motivere ansatte til kontinuerlige forbedringer kan det være effektivt med et belønningssystem som støtter oppunder dette (Mann 2010; Myerson 2012; Wilson 2010).

I tillegg til å løse problemer som oppstår er det også viktig å proaktivt forhindre at problemer oppstår. Ledelsen må kommunisere at det er viktig med vedlikehold av maskiner og prosesser for å forhindre stopp og redusere nedetiden. Selv om noe ikke er ødelagt er det fortsatt forbedringsmuligheter. Ledelsen må følge opp ideer og forbedringstiltak som både har blitt implementert og som fortsatt er i idéstadiet (Dennis 2006).

Ledelsen må kommunisere viktigheten av teamarbeid og samarbeid for å gjøre forbedringer i prosesser, produkter og tjenester. Ved å arbeide i team utnytter de hverandres kunnskap og kreativiteten som oppstår gjennom samarbeid og bedre løsninger kommer frem samtidig som teammedlemmene lærer av hverandre. Ledelsen må delegere noe av beslutningsansvaret til teamene slik at de selv føler at de har ansvar og blir respektert. Samtidig som de ansatte vil føle seg mer motivert til å gjennomføre forbedringer i team, og bruke tid på dette i løpet av arbeidsdagen (Myerson 2012).

Ledelsen må legge til rette for, og kommunisere viktigheten og nytten av kontinuerlig læring og utvikling av ansatte både gjennom læring i team og individuelt. Det er viktig å utvikle tverrfaglige medarbeidere. Dette skal ikke bare gå en vei, det er like viktig at ledelsen fortsetter med læring og utvikling som de andre ansatte. Det er viktig å ha et opplæringssystem hvor de ansatte lærer av hverandre siden mye kunnskap ikke er skrevet ned, taus kunnskap. Det er viktig å lære av problemene som oppstår og dokumentere hva som gjøres og hvordan det løses. Dokumentene samles på et sted hvor det er enkelt å finne tilbake. Disse dokumentene bør være en del av læringsprosessen og benyttes i opplæringsfasen. Dette er også med på å hindre at kunnskap forsvinner fra bedriften når ansatte slutter. Det er viktig å utvikle gode problemløsere blant de ansatte på alle nivåer og ha en enkel og robust problemløsningsmetode slik at problemer løses systematisk og likt hver gang. Både store og små problemer skal løses med en gang de oppstår. Lederens jobb er å utvikle menneskene han jobber med (Dennis 2006).

Ledelsen skal ha et prosessfokus hvor det er fokus på å stabilisere, standardisere, forbedre prosessene ved å ta tak i problemene som oppstår, eliminere dem og gjøre dette til en kontinuerlig syklisk prosess som blir en del av hverdagen til alle ansatte. For å gjøre dette trengs blant annet visuelle systemer som gjør det enkelt å oppdage avvik mellom nåværende og forventet situasjon og som tydelig viser nåværende situasjon. Det er viktig å gjøre problemer synlig slik at man enkelt kan ta tak i dem og forbedre problemene. Visuelle systemer gjør det enkelt for operatørene å få overblikk over dagens situasjon og kunne planlegge dagen ut fra informasjonen de får gjennom systemene. Det er viktig at den visuelle informasjonen til enhver tid er oppdatert, at det er de viktigste parameterne som synes først og at det på tavler rundt om i fabrikken har den nyeste informasjonen (Dennis 2006; Mann 2010).

Kulturen i Lean handler om bevissthet. Å vite hva som til enhver tid foregår i fabrikken og i organisasjonen. Det er viktig at ledelsen er der verdiskapningen skjer, i Gemba. Det vil si å være tilstede i fabrikken og observere prosessene og snakke med de som jobber der. Dette er det eneste som vil gi god oversikt og forståelse av situasjonen og en mulighet for å danne seg et eget bilde av situasjonen. Dette vil også gjøre det lettere å ta riktige og tilpassede beslutninger og forstå konsekvensene av beslutningene. Ledelsen skal selv sjekke produksjonsstatus og ikke bare stole på rapporter og tall fra andre. For å kunne se hele bildet bør det sjekkes hvordan man ligger an ukentlig, halvårlig og årlige. Et annet viktig element er å holde møter i fabrikken og i nærheten av prosessene eller informasjonstavlene. Her er det viktig å ha klare agendaer for møtene og holde de korte. Det må fokuseres på det som er viktigst slik at avvik blir mer synlig og raskere kan løses. Ved at ledelsen er synlig for de ansatte og jevnlige er å møte i fabrikken føles avstanden mellom operatører og ledelsen mindre og det blir enklere å fortelle om situasjonen, både det som er bra og dårlig (Dennis 2006; Liker 2004; Wilson 2010).

Ved problemer og utfordringer som oppstår skal en god leder stille spørsmål til den ansatte som kom med problemet, samt veilede den ansatte inn på riktig retning for å komme frem til en løsning, uten å fortelle løsningen på problemet direkte. Dette er mer motiverende og de ansatte blir mer engasjert når de klarer å løse et problem selv. En lederkultur hvor man blir fortalt hva som skal gjøres er demotiverende og man mister de ansattes erfaringer, kunnskaper og kreativitet. En mer coachende lederkultur er mer motiverende og bedre løsninger kommer frem. Ved at ledelsen stiller spørsmål føles avstanden mellom ledelsen og operatører mindre og ledelsen viser at de verdsetter meningene og kunnskapene til de ansatte. Døren til ledelsen skal være åpen og det skal ikke være noen milepæl for å henvende seg til dem (Dennis 2006).

2.6 Lean verktøy og teknikker

2.6.1 Fem ganger hvorfor

Å løse problemene ved å avdekke rotproblemet og eliminere det er en viktig del av Lean. I Lean skal man ikke fikse symptomer, men fjerne den virkelige årsaken til problemet eller avviket. En av teknikkene for å finne rotproblemet er å spørre fem ganger hvorfor. Ideen bak denne metoden er at svaret fra hvert spørsmål leder til å spørre enda et hvorfor helt til kilden til problemet er funnet. Ofte kan det være lurt å trekke seg tilbake når man har fått svar på hvorfor spørsmålet for å kunne reflektere over svaret og stille reflekterte spørsmål videre i

prosessen. Tallet fem er ikke det som er viktig, man kan både spørre flere og færre hvorfor. Det essensielle er at hovedårsaken avdekkes og elimineres slik at det ikke oppstår igjen. Ved å bruke denne teknikken rettes fokuset mot problemet og ikke på menneskene og beskylde dem (Bicheno & Holweg 2009; Myerson 2012).

2.6.2 A3

A3 er et standardisert verktøy for å løse problemer og komme med forbedringstiltak, og dette skal føres på et – sides dokument. A3 handler om å beskrive eller illustrere problemer som organisasjoner møter. Dette gjør at alle som er involvert i problemet ser problemet på samme måte. A3 er ikke et fast oppsett som må følges, men tilpasses organisasjonens behov og krav. Elementene i A3 følger en naturlig og logisk sekvens. Sammenhengen mellom problemet, dens rotproblem, målet, aktivitetene som trengs for å nå målet og sannsynligheten for å oppnå suksess er tydelige og enkle å forstå. Det er ikke oppsettet som er viktig, men den underliggende tankeprosessen som fører deltagerne gjennom PDCA sirkelen. A3 er et godt verktøy for problemløsing, komme med forbedringsforslag og få ting gjort. I tillegg er A3 en visuell fremstilling av problemløsningsprosessen som involverer kontinuerlig dialog mellom problemeieren og andre i organisasjonen (Bicheno & Holweg 2009; Shook 2010).

2.7 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Overall Equipment Effectiveness (OEE) er et måleverktøy for å avdekke produksjonstap i en maskin. Det er et verktøy for å avgjøre om maskiner eller prosesser eller måten de blir benyttet på trenger oppfølgning for å eliminere uønsket tilstand og ikke – verdiskapende aktiviteter. I produksjonsbedrifter er man avhengig av at maskiner og prosesser fungerer kontrollert og pålitelig. Dette kan forbedres gjennom ulike forbedringsverktøy som TPM (totalt productive maintenance) og Lean. OEE er en metode for å forstå hvor godt prosesser og maskiner yter og identifisere begrensingene som hindrer høyere effektivitet. OEE handler om å beregne hvor effektivt fabrikken kjører ved planlagt produksjon (Hansen 2001; Koch & Oskam 2011).

Kalkulering av maskinens effektivitet gjennom å bruke OEE er viktig når man ønsker å gjøre forbedringer i bedriften og fabrikken siden OEE avdekker hvor effektive maskinene eller prosessene er. Gjennom OEE kalkulasjon avdekkes hvilke maskiner eller prosesser som har

de største tapene og hvilke områder som først bør forbedres. Forbedringer bør først gjøres for å forbedre flaskehalsene eller andre områder som er kritiske for flyten og har størst forbedrings muligheter. OEE sier ingenting om årsaken til tapene, bare at det er et effektivitetstap. Uten å gjøre OEE beregninger er det vanskelig å oppdage maskinenes eller prosessenes faktiske resultat, og dermed vanskelig å forbedre dem (Hansen 2001; Koch & Oskam 2011; Ljungberg 1998; Rajput & Jayaswal 2012).

OEE handler ikke om å kritisere operatørteamene som jobber med maskinene og prosessene, men å forbedre maskinene og prosessene mot det ideelle slik at maks hastighet kan benyttes uten kvalitetstap så lenge det er etterspørsel etter produktene. Informasjonen som trengs for å gjøre OEE beregninger bør daglig vises visuelt og diskuteres i fabrikken i nærheten av maskinen eller prosessen. Denne informasjonen bør samles og struktureres av operatørene på hvert skift og deles med resten av teammedlemmene, ledere og andre avdelinger både vertikalt og horisontalt i organisasjonen. Tapene må gjøres synlige og forståelige for alle. Linjelederne, skiftlederne og andre administrative ansatte med tilknytning til produksjonen bør igjen samle inn det operatørene har for å danne seg et helhetlig bilde og rapportere om de viktigste områdene og trendene det bør fokuseres på. Lederne må raskt rapportere tilbake til fabrikken der informasjonen skal brukes for å vise hvor forbedringer er mest nødvendig og for å støtte oppunder forbedringstiltakene. OEE viser også hvor suksessfullt forbedringstiltakene har vært (Hansen 2001; Koch & Oskam 2011; Team 1999).

OEE handler ikke om å gjøre forbedringer i en maskin eller prosess slik at en er bedre enn de andre, men forbedre alle maskinene og prosessene som er nødvendig for å oppnå flyt og redusere lager gjennom hele prosessen. Dersom forbedringer gjøres i en maskin eller prosess i verdikjeden og den begynner å produsere maskinens maks kapasitet vil det føre til ubalanse mellom de ulike maskinene og prosessene, som igjen kan føre til at det produseres mer enn kundene etterspør eller neste ledd i prosessen kan håndtere, og man vil ikke oppnå flyt og redusert lager (Koch & Oskam 2011).

Ledelsen må tydelig definere hva som skal måles, hvilke data som må samles inn og tydelig definere de ulike tapsområdene som fabrikken har. Ledelsen må også tydelig definere et OEE mål og hva man ønsker å oppnå gjennom forbedringene. Alle må ha dette klart for seg og at det blir gjort likt. Operatørene må oppmuntres til å rapportere riktige årsaker til hendelser som oppstår slik at man kan danne seg et riktig bilde av tapene. For at operatørene skal rapportere riktig må de få noe igjen for det og de må føle eierskap til OEE og maskinen de arbeider ved.

Et belønningssystem som motiverer til dette kan være nyttig og man belønnes når OEE mål oppnås. Man må vise at det ikke er å kategorisere tapene som er det viktige, men å finne årsakene og forbedre disse (Hansen 2001; Koch & Oskam 2011; Team 1999).

Det er først når forståelsen for hva som hindrer oss i å oppnå teoretisk kapasitet på maskiner og prosesser vi vet hva som kan gjøres for å oppnå teoretisk tilstand. OEE avdekker tapsområdene og gjør det mulig for operatørene å eliminere dem gjennom kontinuerlige forbedringer og fokusering på de uakseptable tapsområdene. Dette vil gjøre arbeidsdagen enklere og uten store hindringer (Koch & Oskam 2011).

OEE definerer alt output som ikke er produsert etter en viss spesifikasjon som effektivitetstap. Det finnes totalt seks tapsområder fordelt på tre hovedgrupper, nemlig tilgjengelighetstap, ytelsestap og kvalitetstap. OEE gjør det mulig å identifisere og måle disse tapsområdene, og på denne måten identifisere forbedringsområder (Koch & Oskam 2011; Ljungberg 1998; Wibowo 2012).

Tilgjengelighetstap vil si tiden maskinen har ledig kapasitet til å produsere, men ikke får produsert likevel. Tilgjengelighetstap består av havari og venting. I forhold til OEE kjører maskinen så lenge det kommer noe ut av maskinen uavhengig av volum og hastighet. Maskinen står hvis ikke noe kommer ut av maskinen. Havari er en plutselig og uventet stopp som hindrer produksjonen. Hovedårsakene til havari er tekniske problemer eller organisatoriske slik som betjeningsfeil eller mangelfull vedlikehold. Produksjonstid er også tapt når maskinen står og venter. Det kan være at maskinen venter på grunn av omstilling, operatørene skal komme tilbake etter lunsj eller at maskinen venter på forsyninger fra tidligere ledd i verdikjeden eller maskinen må vente på at neste ledd skal bli klare til å motta forsyninger (Koch & Oskam 2011).

Ytelsestap vil si at maskinen kjører, men ikke i henhold til maks hastighet. Ytelsestap består av mindre stopp og redusert hastighet. Mindre stopp er små avbrytelser i produksjonen som hindrer konstant hastighet og dermed hindrer kontinuerlig flyt. Ofte oppstår disse stoppene på grunn av mindre problemer med en varighet ofte på mindre enn fem minutter. På grunn av det korte stoppet ses ikke mindre stopp på som tilgjengelighetstap, men registreres i stedet som ytelsestap. Det er viktig å ha en felles forståelse for hva som er faktisk og hva som er teoretisk hastighet. Mange maskiner kjører ofte bedre dersom hastigheten reduseres siden dette hindrer mindre stopp, havarier, leverer avtalt kvalitet eller at maskinen i enden av transportbåndet klarer å ta unna produktene som kommer (Koch & Oskam 2011).

Kvalitetstap oppstår når maskinen produserer produkter som ikke tilfredsstiller kvalitetskravene. De ulike kvalitetstapene er skrap, produkter som må kasseres eller bearbeides en gang til. Målet er å ha null skrap og gjøre det riktig første gangen. Skrap oppstår ofte i oppstarten, i nedkjøringen eller ved overproduksjon. Bearbeiding av produkter er også produkter som ikke tilfredsstiller kvalitetskravene, men kan bearbeides en gang til slik at de tilfredsstiller kravene. Siden produktene selges vurderes dette ofte som ikke så ille, men det er ikke gjort riktig første gangen og blir dermed kategorisert som et kvalitetstap som reduserer kapasiteten (Koch & Oskam 2011).

100 % OEE er den maksimale teoretiske kapasiteten til maskinene og prosessene. OEE beregninger viser forholdet mellom teoretisk og faktisk kapasitet, og kombinerer faktorene tid, hastighet og kvalitet.

$$OEE = tilgjengelighet \cdot ytelse \cdot kvalitet$$

$$OEE = \left(\frac{faktisk\ produksjonstid}{potensiell\ produksjonstid} \cdot \frac{faktisk\ output}{teoretisk\ output} \cdot \frac{gode\ produkter}{faktisk\ output}\right) \cdot 100\ \%$$

Formel 1 – Teoretisk OEE formel

Det første leddet i formelen viser forholdet mellom tilgjengelig tid og tiden hvor det faktisk ble produsert noe. Det dannes et tydelig bilde på hvor mye av den tilgjengelige tiden som faktisk benyttes til å produsere produkter. Det midterste leddet forteller noe om ytelsen til maskinen. I dette leddet kalkuleres forholdet mellom faktisk og teoretisk output uavhengig av kvaliteten på produktene. Man får et tydelig bilde av hvordan dagens maskinytelse er i forhold til maskinenes teoretiske ytelse. Det siste leddet tar hensyn til kvaliteten på produktene som produseres. Her vises forholdet mellom produkter som tilfredsstiller kvalitetskravene og faktisk output. Når disse leddene multipliseres vises maskinens OEE tall i prosent og situasjonen kan analyseres og man kan komme med forbedringstiltak for å øke OEE (Hansen 2001; Koch & Oskam 2011).

Selv om OEE er et konkret tall er det viktig å være klart over at OEE beregninger kan manipuleres. Dette kan gjøres ved å endre potensiell produksjonstid, ved å si at mindre produksjonstid er benyttet enn det i virkeligheten ble brukt. Dette fører til økt OEE fordi mindre tid ble brukt på å produsere samme mengde produkter. En annen faktor som også vil øke OEE er å endre den teoretiske hastigheten. Dette kan gjøres ved å redusere den teoretiske

hastigheten slik at det ser ut som om man har produserer tilnærmet teoretisk hastighet, og at maskinen yter bedre enn hva som er riktig (Koch & Oskam 2011).

Selv om man ønsker å ha maskiner og prosesser som kan kjøre kontinuerlig i henhold til maksimal hastighet er det ikke alltid det som er det mest effektive. Det viktigste er å produsere mengden og kvaliteten kundene etterspør og skape verdi, ikke bare at den skal kjøre. Det er viktig å ikke produsere mer enn kundene etterspør. Slik bør dødtid benyttes til noe annet som for eksempel vedlikehold, produsere i mindre batcher eller til opplæring (Koch & Oskam 2011).

Det kan være lurt å begynne med de tapene man kan eliminere raskest og enklest. Ikke start med det som krever store investeringer og komplekse systemer. Det meste av forbedringene kan gjøres uten investeringer og med de menneskene, utstyret og teknologien man allerede har. Begynn med forbedringer hos deg selv før du ber leverandører, andre avdelinger eller tredje part om å gjøre det (Koch & Oskam 2011).

Det er viktig at OEE ikke brukes for å gi noen skylden for at en maskin ikke kjører optimalt. Hvis ledelsen gjør dette vil man ikke komme noen vei med OEE fordi de ansatte er redde for å si sannheten. Det er viktig med respekt og at alle stoler på hverandre. For å forbedre OEE er det viktig å hjelpe hverandre hvis noen har problemer. OEE er også med på å skape et felles språk i bedriften og en retningslinje som gjør det lettere å samarbeide for å bestemme hva som bør gjøres. I tillegg er det er viktig at de som skal bruke OEE forstår fullt ut hva OEE er (Koch & Oskam 2011).

2.8 Hvorfor Lean kan tilpasses norske selskaper?

Lean er ikke et fast rammeverk, men en filosofi og en verktøykasse som kan brukes på ulike måter avhengig av sammenhengen den skal benyttes i. Lean må tilpasses norske regler, normer, tradisjoner og norsk arbeidsliv for å lykkes. Fordi Lean er fleksibelt vil det også kunne tilpasses norske forhold (Johnstad et al. 2012; Nilssen & Skorstad 1994).

Norsk arbeidsliv er kjent for sin flate organisasjonsstruktur, gode samarbeidstradisjoner og det høye nivået av tillit og sosial kapital. Positiv sosial kapital vil si å ha tradisjoner og kultur for relasjoner, samarbeid og samhandling, og er en forutsetning for implementering av Lean. I tillegg må det fleksible i Lean utnyttes og samtidig bruke hele den norske arbeidslivsmodellen (Johnstad et al. 2012).

Den norske arbeidslivsmodellen består av to sentrale deler, nemlig den norske velferds- eller samfunnsmodellen og den norske arbeidslivsmodellen. Disse to modellene er nært koplet og forutsetter hverandre. Den norske arbeidslivsmodellen består igjen av to deler:

- Det nasjonale lovverk og avtalesystemet
- Den lokale tilpasning og praksisen på bedriftsnivå

Det er samspillet mellom disse to nivåene, og at det er rom for og praktiseringen av det på lokalt nivå, som er mest relevant for innføring av Lean (Johnstad et al. 2012).

Lean ledelse er viktig i forbindelse med implementering av Lean. Samarbeidsrelasjonene og forståelsen mellom ledere og tillitsvalgte/ansatte og at begge parter har forståelsen for hvordan endringer påvirker produktivitet og lønnsomhet er mye av årsaken til det gode samarbeidet og produktivitetsarbeidet i norske bedrifter. Den norske arbeidslivsmodellen tilsier derfor at det er spesielt viktig med forankring, engasjement og samarbeid mellom ledelsen, tillitsvalgte/fagforeninger og de ansatte. Noe av det som gjør at den norske arbeidslivsmodellen passer godt med Lean er at vi bruker de horisontale samfunnsrelasjonene for å fremme mål om produktivitet og fornyelse og unngå arbeidskonflikter. Norske bedrifter har en flat organisasjonsstruktur med kort avstand mellom ledelsen og ansatte og et høyt nivå av tillit blant og mellom ledere og ansatte. Dette gjør det lettere å skape engasjement blant alle i bedriften og gjør det lettere for ledelsen og coache i stedet for å diktere de ansatte. Gjennom den høye tilliten fører dette til mer åpenhet mellom ledelsen og ansatte (Johnstad et al. 2012).

Lean kultur er viktig for å få forankring og støtte hos de ansatte og kunne implementere og vedvare Lean. Den norske arbeidslivsmodellen har utviklet et system og tradisjoner for medbestemmelse og medvirkning, hvor de ansatte skal kunne komme med innspill og ha kollektiv medvirkning i drift, utvikling og opplæring. Norske bedrifter har tradisjoner for samarbeid på tvers av avdelinger og arbeidsoppgaver på grunn av de sterke relasjonene mellom ledelse og ansatte og den høye positive sosiale kapitalen. Opplæring og videreutdanning er ofte godt implementert i norske bedrift med klare planer og forventinger til at de ansatte skal fortsette å lære og tilbyr gode opplegg rundt dette. Alt dette tilsier at det er mulig å skape en god Lean kultur i norske bedrifter (Johnstad et al. 2012).

Lean verktøyene er viktig for å få Lean på plass. Disse verktøyene må tilpasses situasjonen og videreutvikles ut fra behovene slik at de tilfører bedriften verdi. Når kulturen er etablert kan

det utvikles en mer effektiv bruk av de ulike verktøyene. Bedriften må ha fokus på implementeringen av verktøyene, og i tillegg fokusere på et helhetlig Lean. På grunn av nære relasjoner mellom ledelsen og de ansatte er det enklere å implementere Lean og Lean verktøy siden det er lettere å få støtte for endringer man ønsker å innføre. Samtidig som det er en bred forståelse for hvorfor endringen bør gjøres som også motiverer de ansatte til å jobbe med Lean (Johnstad et al. 2012).

2.9 Hva må til for å implementere Lean?

For å implementere Lean på en god måte og få det til å fungere er det viktig å være klar over de ulike fallgruvene i Lean og unngå disse. En av fallgruvene ved Lean er at bedrifter ofte starter med kostbare og komplekse investeringer som ansatte og operatører ikke ser nytten av og som krever mye tid til opplæring for at det skal kunne benyttes i hverdagen. Slike komplekse investeringer vil ofte ikke vinne frem fordi de er vanskelige å lære seg og tar tid å implementere slik at optimal utnyttelse oppnås og ønskede resultater uteblir. Dette vil føre til at operatører og ansatte går tilbake til det de gjorde tidligere siden det fungerer bedre enn dagens løsning. Det er derfor bedre å starte i det små med små endringer slik at de ansatte ser at Lean fungerer og bygge opp tillitten på denne måten. I stedet for store investeringer bør eksisterende prosesser og systemer forbedres. Dersom disse ikke kan forbedres mer og må byttes ut er det viktig at investeringen er tilpasset bedriften og prosessen og øker kundeverdien (Liker 2004).

En annen årsak til at mange mislykkes med Lean er at bedrifter som begynner med Lean ikke forstår, støtter og vedlikeholder Lean. Bedriften forstår ikke filosofien, kulturen og hvordan verktøyene og ledelsen henger sammen. De forstår ikke at Lean er et helhetlig system som må gjennomsyre organisasjonskulturen og bli en del av organisasjonen og menneskene. Bedrifter er ofte for opptatt av å implementere verktøyene i Lean og glemmer å se helheten og utvikle en Lean kultur. De mangler forståelsen for at ledelsen må være involvert i daglige prosesser og kontinuerlige forbedringer. De forstår ikke at nåværende bedriftskultur må endres for å oppnå suksess med Lean. Ledelsen må investere i og utvikle menneskene i bedriften og samtidig utvikle og formidle en kultur bestående av kontinuerlige forbedringer og læring. Det er viktig at alle ansatte i bedriften engasjerer seg i Lean og samtidig utvikle et Lean tankesett og kultur hos alle (Liker 2004; Liker & Hoseus 2008).

En annen fallgruve med Lean er at bedrifter ikke holder på lenge nok med Lean til å oppnå ønskede resultater. Ledelsen må forstå at Lean ikke er en rask omveltning og at det må arbeides med kontinuerlig og utvikle en kultur over tid. De må forstå at det er vanskelig å endre kulturen, holdninger, mennesker og hverdagen til menneskene i en bedrift. Lean er endringer og resultater som må oppnås over lang tid og det er ikke alltid ønskede resultatene oppnås med en gang. Selv om kortsiktige resultater oppnås ved å implementere noen verktøy betyr ikke det at Lean vil gi resultater i det lange løp. Lean krever en langsiktig tenking og kontinuitet fra ledelsen. Mange bedrifter hopper for raskt over til andre styringsformer som er på moten når de ikke oppnår resultater på kortsikt siden de fokuserer kun på kortsiktige mål og resultater (Liker 2004; Liker & Hoseus 2008).

I tillegg til fallgruvene i Lean er det også andre elementer man skal være klar over. Alle er ikke like positive til Lean og mener at Lean kan ha negative effekter for bedriften og de ansatte. For arbeiderne er det en krevende arbeidssituasjon hvor de hele tiden skal prestere og alltid gjøre det bedre enn de allerede gjør. Dette kan føre til stress og utmattelse av arbeiderne. Lean kan føre til lav personlig autonomi og aktiviteter blir mer synlige siden avhengigheten mellom produksjonsleddene blir stor, noe som gjør det lettere for ledelsen og øke kontrollen. Dette kan føre til mer motstand fra arbeiderne enn kreative løsninger. Ved innføring av Lean kan også arbeidsplasser gå tapt. Det kan være overflødige ansatte på grunn av omstrukturering eller effektivisering. Lean reduserer behovet for produksjonsplanlegging og kvalitetskontroll utføres av operatører på linjene og ikke en egen avdeling. En annen negativ side er at leverandører blir påvirket dersom en av bedriftene i verdikjeden går over til Lean. Leverandørene må da enten gjøre oftere leveringer bestående av mindre kvanta for å tilfredsstille bedriften, øke lagrene sine eller selv gå over til Lean (Nilssen & Skorstad 1994).

3 Metode

Dette kapittelet tar for seg begrunnelsen for valg av metode samt utvelgelsesstrategi og kvaliteten på innsamlet data.

3.1 Veien til problemstillingen

For å komme frem til problemstillingen ble en metode basert på ustrukturert observasjon og intervju benyttet. En slik metode gjør observatøren mer åpen og ser situasjonen med nye øyne. Under en slik observasjon vil det derfor dukke opp spørsmål som fanger interessen og som bør noteres ned og forfølges (Dalland 2012). Disse spørsmålene blir også grunnlaget for problemstillingen.

For å komme fram til en problemstilling for oppgaven måtte jeg bli kjente med Lilleborg og kartlegge nå – situasjonen på fabrikken. Jeg fikk omvisning i fabrikken og intervjuet i første omgang forbedringskoordinator. Kartlegging av fabrikken var nødvendig siden Lilleborgs prosesser ikke tidligere var kjent og det var nødvendig å få et overblikk over fabrikken og prosessene. For å få en bedre forståelse av fabrikken ble ustrukturerte observasjoner og intervjuer benyttet før endelig fokusområde ble definert og problemstilling satt. Selv om observasjonene og intervjuene hadde et tema og noen områder som det skulle fokuseres på, ble intervjuspørsmålene og observasjonsområde til underveis og tilpasset situasjonen ettersom ny informasjon ble avdekket. Det var derfor mer som en uformell samtale enn et intervju. Gjennom observasjoner og intervjuer med personer involvert i linje 1 ble informasjons- og prosessflyten identifisert og dokumentert. Intervjuene ble gjort med både operatørene på linje 1 og i blanderiet. Intervjuene foregikk ved linje 1 og i blanderiet slik at jeg kunne være tilstede der hvor produksjonen foregikk og dermed kunne observere samtidig. Jeg tilbrakte mye tid i fabrikken og snakket med de som jobber der samtidig som jeg observerte hvordan prosesser fungerer og hvordan gjøres hos Lilleborg. Logistikkavdelingen og produksjonsplanleggeren ble også intervjuet slik at alle ledd ble kartlagt og jeg fikk et helhetlig bilde av situasjonen. Ut fra disse intervjuene og observasjonene samt kvantitative tall jeg fikk av Lilleborg, ble problemområder oppdaget og underveis i denne prosessen dukket det opp spørsmål som kunne danne problemstillingen for oppgaven. Det ble tilbrakt mye tid og mange intervjurunder på Lilleborg for å avdekke mulige forbedringsområder og hvor hovedproblemet lå. Ut fra denne prosessen ble det konkludert med at det var blanderiet og lagertankene som var hovedproblemet og det var der det skulle fokuseres på for å redusere

stoppetiden på linje 1 som skyldes mankoprodukt. Etter at dette var avklart måtte denne prosessen kartlegges bedre. Dette ble gjort på samme måte som tidligere.

For å begrense omfanget ble oppgaven og dermed også problemstillingen avgrenset til å fokusere på linje 1 og i første omgang en produktgruppe. Avgrensningen skal ikke påvirke konklusjonen siden funnene vil kunne overføres til de andre linjene. Imidlertid oppdaget jeg under observasjonene og intervjuene at jeg også måtte se på andre linjer for å komme frem til resultatet siden blandeprosessen er avhengig av flere av linjene.

3.2 Valg av metode

For å svare på problemstillingen er kvalitativ metode basert på kvantitative data benyttet. De kvalitative metodene som har blitt benyttet i denne oppgaven er intervju og observasjon, dette fordi disse gir mulighet for å gå i dybden i komplekse fenomener å få tilgang til informasjon og kunnskap som ellers kan være vanskelig å få frem (Johannessen et al. 2004).

3.3 Det kvalitative intervju

Innsamling av kvalitative data gjøres vanligvis gjennom observasjoner og intervjuer. Intervju er en av de mest brukte metodene for å samle inn kvalitative data og karakteriseres som en samtale med struktur og mål, hvor ønsket er å få innblikk i menneskenes kunnskaper, forståelse og erfaringer. Samtidig som observasjoner gir tilgang til informasjon og kunnskap som ellers kan være vanskelig å få frem ved andre metoder. Kvalitative intervjuer gjør det mulig å se på komplekse fenomener ved å gå i dybden og fange opp nyanser. Det er hensiktsmessig å benytte kvalitative intervjuer når det er behov for å gi større frihet til intervjupersonene til å uttrykke seg. Både i intervjuer og observasjoner benyttes mennesket som verktøy, det er derfor viktig å være klar over hvordan erfaringer, bakgrunn og personlighet virker inn på hva vi oppfatter og hvordan vi tolker og bearbeider data (Johannessen et al. 2004). Ut fra problemstillingens karakter hvor situasjonen må kartlegges for å identifisere problemområder og for å kunne gjøre beregninger som beviser at anbefalte tiltak vil forbedre situasjonen trengs det å gå i dybden i komplekse områder. På bakgrunn av dette ble det valgt kvalitativt intervju og observasjoner som metode for å besvare problemstillingen.

Kvalitative intervjuer kan ha ulik grad av strukturering og varierer mellom to ytterpunkter og det må derfor vurderes hva som er mest hensiktsmessig ut fra problemstillingens karakter. Det ene ytterpunktet er ustrukturerte intervjuer som er uformelt med åpne spørsmål om et gitt tema hvor spørsmålene tilpasses den aktuelle intervjusituasjonen. På den andre siden finner man det strukturerte intervju hvor både tema og spørsmålsrekkefølgen er bestemt på forhånd. Mellom disse ytterpunktene finnes det semistrukturerte intervju hvor man har en overordnet intervjuguide som inneholder temaer og spørsmål, og hvor intervjueren har mulighet for å bevege seg frem og tilbake i denne underveis i intervjuet. Temaer, spørsmål og rekkefølgen kan tilpasses og varieres til de enkelte intervjusituasjonene. Dette danner en god balanse mellom standardisering og fleksibilitet (Johannessen et al. 2004).

I denne oppgaven er det valgt å bruke et semistrukturert intervju slik at spørsmål og temaer kan tilpasses situasjonen med mulighet for å gå i dybden. Spørsmålene tilpasses og spisses underveis ut fra intervjupersonenes svar og kompetanseområde. Intervjuet blir mer uformelt og oppfattes mer som en samtale og gjør at intervjupersonene lettere åpnet seg. I tillegg ble intervjuene utført i nærheten av arbeidsstasjonen slik at det ble en kjent atmosfære og observasjon underveis var mulig. Ved å ha intervjuene på arbeidsplassen kan dette føre til avbrytelse fra andre ansatte og man mister fokus. Dette var derimot noe av det som skulle observeres og er med på å danne grunnlag for videre arbeid.

Intervjuene ble i hovedsak foretatt en-til-en ved arbeidsstasjonene, men ved noen av prosessene arbeidet de ansatte så tett og utførte oppgaver sammen så det var mest hensiktsmessig å intervjue personene sammen. Hvis bare en og en skulle blitt intervjuet ved disse stasjonene hadde man ikke fått de i sine daglige faste elementer. Intervjupersonene skulle fortelle om hverdagen og hvordan prosessene fungerer og det er dermed ikke knyttet noe personlig til intervjuene og det ville ikke hatt noe å si for svarene om noen ble intervjuet sammen.

Registrering av svarene på spørsmålene fra kvalitative intervjuer og fra observasjonene utgjør deler av datagrunnlaget. Resterende datagrunnlag er basert på tallmaterialer rundt stoppdatabasen, volum, hastigheter, tider og kostnadstall.

3.3.1 Utvalgsstrategi

Tilfeldig utvalg av intervjupersoner er ofte lite hensiktsmessig ved kvalitative undersøkelser siden hensikten er å opparbeide seg mest mulig kunnskap om fenomenet og ikke utføre statistiske generaliseringer. Valget av intervjupersoner er avhengig av informasjonen som trengs og er derfor i denne oppgaven strategisk valgt, noe som også er vanlig ved kvalitative metoder. Strategisk utvalg vil si at valget av intervjupersoner tas ut fra at de har noe å tilby og har god kunnskap og erfaring om det aktuelle temaet eller området (Dalland 2012; Johannessen et al. 2004).

Intervjupersonene i denne oppgaven ble valgt ut fra snøballmetoden. Dette går ut på at man henvises til intervjupersoner med erfaringer og kunnskap om temaet som skal undersøkes (Johannessen et al. 2004). Intervjupersonene var blant annet ansatte med god erfaring om temaet og kunne tilføre ny kunnskap og forståelse. Videre ble ansvarlige for ulike deler i verdistrømmen intervjuet, siden disse hadde god kunnskap om disse områdene.

3.3.2 Utvalgsstørrelse

Antall intervjupersoner i kvalitative intervjuer kan ikke være for stort siden intervjuet sikter på å gå i dybden. Det bør gjennomføres kvalitative intervjuer inntil det ikke lenger kommer frem ny informasjon gjennom intervjuene (Dalland 2012; Johannessen et al. 2004).

I denne oppgaven ble det ikke på forhånd avklart antall intervjuer eller intervjupersoner. Det ble utført intervjuer av de intervjupersonene som hadde noe å tilby av ny kunnskap helt til ny informasjon ikke kom frem. Antall intervjuer og intervjupersoner ble avklart underveis ettersom problemområdet ble tydeligere. Det ble totalt intervjuet nærmere 15 personer i løpet av kartleggingsfasen.

3.4 Kvalitative observasjoner

Observasjon er en mulighet for å se med egne øyne hvordan sitasjonen er, hvordan mennesker handler og hvordan prosesser fungerer. Observatøren er ute i felten for å tilegne seg erfaringer med, og observasjoner av, det som skjer i felten og gir en mulighet for å danne seg et helhetlig bilde. Observasjoner passer bra når relevant informasjon ikke er tilgjengelig og gir en god mulighet for å gå i dybden og forstå komplekse fenomener. Det vanligste er å kombinere observasjoner og intervjuer, siden intervju kan gi nødvendig informasjon til observasjonen og

motsatt. Gjennom intervjuer er det ikke alltid man fanger opp alle elementer siden intervjupersonene ikke alltid forteller hele historien, siden det ikke er sikkert at det som blir sagt er det som blir gjort. Det kan også være fordi situasjonen er enklere å forklare under observasjoner fordi kunnskap noen ganger er vanskelig å formidle videre. Under observasjoner blir observasjonene farget av våre sanser, og tolkinger av det som observeres varierer med bakgrunn og erfaringer. Det er viktig å være bevisst på våre erfaringer, følelser og forutsetninger og hvordan dette påvirker observasjonene, dette er med på å kvalitetssikre observasjonene (Dalland 2012; Johannessen et al. 2004).

I denne oppgaven ble prosessene observert i tillegg til å gjennomføre intervjuene. Dette ble gjort for å få helhetlig forståelse av situasjonen og se med egne øyne hvordan prosesser fungerer. Observasjon ble også valgt fordi det på noen områder ikke eksisterte relevante data. Det ble foretatt observasjoner av både prosesser og de ansatte, og dette ble gjort til det ikke lenger ble avdekket ny informasjon. Etter hvert som problemstillingen ble satt ble observasjonene mer spisset mot det som skulle undersøkes og målet med observasjonen var tydeligere.

3.5 Kvalitet i studien

Det finnes ulike former for kriterier til kvalitet på kvalitative undersøkelser. Det er reliabilitet og ulike former for validitet, nærmere bestemt begrepsvaliditet og ekstern validitet. Reliabilitet eller pålitelighet knyttes til undersøkelsens data, hvilke data som benyttes, innsamlingsprosessen og hvordan dataene bearbeides. Reliabiliteten av kvalitative metoder kan styrkes dersom det gis grundig og detaljert beskrivelse av fremgangsmåten av prosessen. Validitet handler om relevans og gyldighet, i hvilke grad man måler det som skal måles. Begrepsvaliditet knyttes til hvordan datamateriale og undersøkelsen henger sammen. Ekstern validitet handler om i hvilke grad resultater kan overføres til et annet liknende fenomen. Troverdigheten til resultatene økes gjennom vedvarende observasjon og metodetriangulering. Vedvarende observasjon handler om å investere tid til å bli kjent med felten for å kunne skille hva som er relevant og urelevant informasjon for undersøkelsen samtidig som det skapes tillitt. Metodetriangulering handler om at det benyttes flere metoder for datainnsamling eller at ulike settinger benyttes (Dalland 2012; Johannessen et al. 2004; Lincoln & Guba 1985).

I denne oppgaven er det gitt beskrivelser av metoder og beregninger som er gjort, slik at andre skal kunne bruke de samme tallene og informasjonen for å kunne kvalitetssikre resultatene.

Både vedvarende observasjon og metodetrianguleringer er benyttet i informasjonsinnhentingen. Det ble videre brukt mye tid i felten for å bli kjent med prosesser og ansatte og for å få god forståelse av bedriften. I tillegg ble det benyttet både intervju og observasjoner for å hente inn data.

Et annet viktig kriteria er objektivitet. Det er viktig at intervjueren forholder seg verdinøytral og objektiv i kvalitative undersøkelser og samtidig er kritiske til eget arbeid slik at erfaringer og bakgrunn ikke farger resultatene. Det er viktig å tydeliggjøre hvilke erfaringer og bakgrunn intervjueren har og hvordan dette kan påvirke resultatene. Ved å beskrive dette tydelig er dette med på å øke troverdigheten av resultatene (Dalland 2012; Johannessen et al. 2004).

Min objektivitet og verdinøytralitet til studien er god siden jeg ikke har noen relasjoner til Lilleborg eller de ansatte i bedriften.

Kvaliteten på observasjonene påvirkes av mange faktorer, og en del av dem er menneskelig påvirkning. Sansene våre, kunnskapen og bakgrunnen betyr mye for hvordan vi tolker dataene fra en observasjon. Det som ble oppdaget under observasjonene ble notert ned der og da og renskrevet rett etter at observasjonen var ferdig. Dette er en god måte for å kvalitetssikre funnene fra observasjonene og renskrevet etter intervjuet (Dalland 2012).

Kvaliteten på intervjuene påvirkes av om temaene som tas opp interesserer begge partene, og den som intervjues har noe å tilføye av informasjon. Samtidig er det viktig at intervjuernes kvalifikasjoner og evner til å oppfatte svarene, registrere dem, forstå dem og tolke dem er gode. Underveis i intervjuet ble det forsikret at intervjueren forstod intervjupersonens svar, dette er en god måte å sikre at dataene fra intervjuet er riktig. Svarene fra intervjuet ble notert underveis i intervjuet (Dalland 2012).

I oppgaven ble det benyttet tallmateriale gitt av Lilleborg for å kunne gjøre beregninger og for å identifisere problemområder i tillegg til de kvalitative metodene. Tallmaterialet som stoppdatabasen, hastigheter og tider legges inn av operatørene uten at noen kvalitetssikrer at det blir lagt inn, hva som blir lagt inn og at det blir lagt inn riktige tider, mengder og kategorier. Skiftlederen tar en grovsjekk over tallene slik at de ser riktige og fornuftige ut, men ingen detaljert sjekk. Disse tallene er grunnlag for videre beregninger og analyser. Jeg får ikke gått inn i tallmaterialet og sjekket om bakgrunnstallene stemmer, men jeg kan sjekke utskriftene jeg får fra databasene at disse stemmer når jeg har en total, og en oppdelt over samme periode. Derimot ble det gjort en kvalitetssikring av stoppdatabasen da det ble

avdekket feil i tallene jeg fikk. Når feilen ble oppdaget og formidlet mottok jeg riktig tallmateriale. Bakgrunnstallene for stoppdatabasen og OEE legges inn av ulike operatører. Tallene til stoppdatabasen legges inn av operatørene på linja, mens tallene til OEE legges inn av operatørene i emballasjeavdelingen. Det er to ulike databaser og ingen sjekk mellom disse at det legges inn riktige verdier.

Bruk av både kvalitativ og kvantitativ metode er metodetriangulering, som vil si å se et fenomen fra ulike perspektiver ved hjelp av forskjellige verktøy for å samle inn og analysere data. Dette er med på å styrke troverdigheten av dataene hvis begge metodene faller i samme retning. Disse metodene kan benyttes parallelt som vil si at kvalitative data belyser tallene (Johannessen et al. 2004). I denne oppgaven ble disse metodene benyttet parallelt siden tallene kan inneholde feilkilder siden operatører legger inn tall i ulike databaser. Gjennom intervjuene og observasjonene kom jeg frem til samme konklusjoner som tallene viste. Dette er med på å kvalitetssikre tallene, og at de er representative for situasjonen selv om det kan være noen feil i tallene.

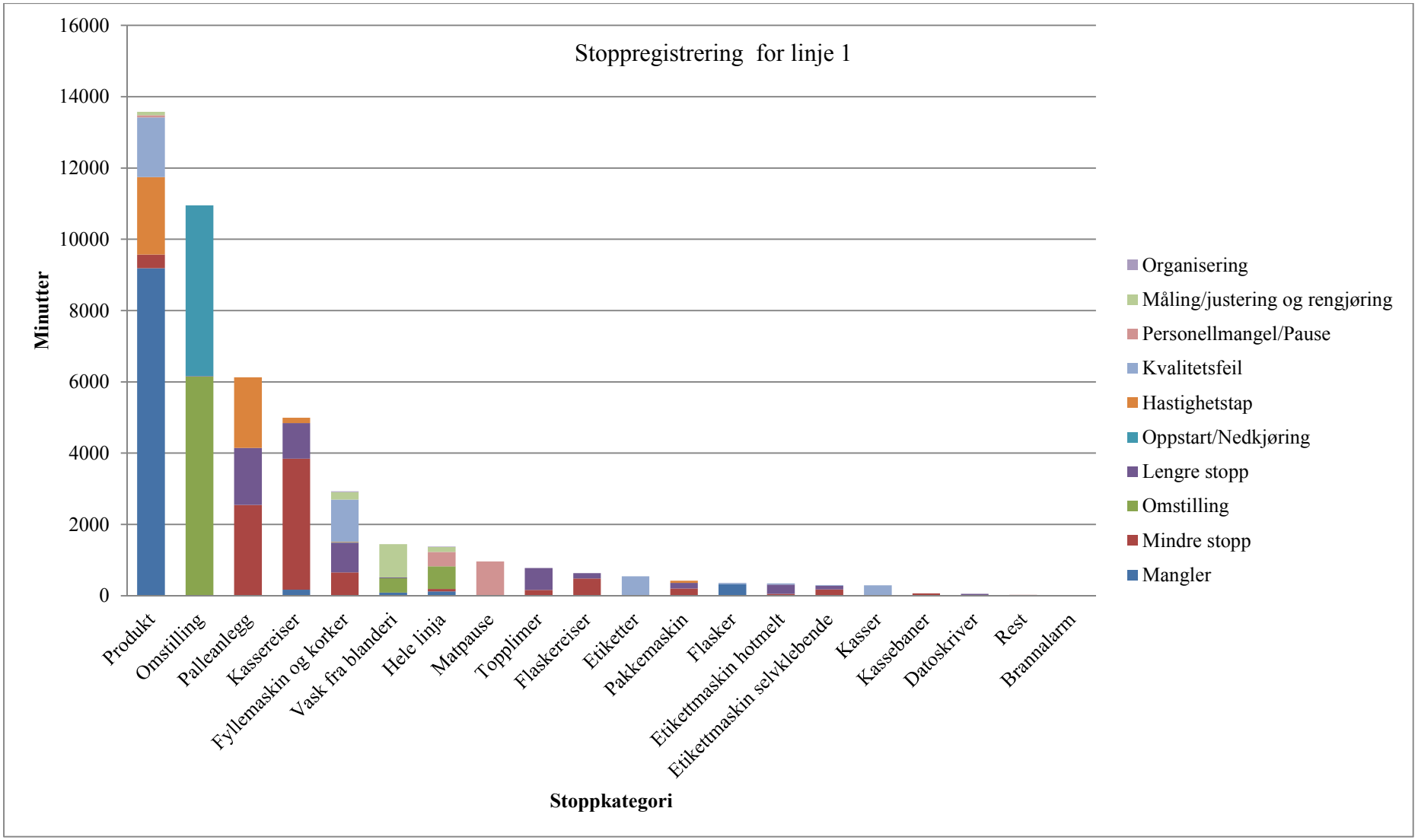
4 Analyse og resultater

Dette kapitlet omhandler analysene som er gjort på bakgrunn av observasjonene, intervjuene og tallmaterialet. Basert på innhentet informasjon er det satt opp flere ulike scenarioer for å avdekke effekten av en ekstra tank. Scenarioene og resultatene fra analysene presenteres også i dette kapitlet.

Tallmaterialet benyttet i analysene og beregningene er fra perioden 01.07.2011 til 30.06.2012. Dette er fordi Lilleborg har gode tallmaterialer fra denne perioden, og tallene representerer dagens situasjons hos Lilleborg siden det ikke har skjedd store endringer i utformingen av linje 1 og produksjonsvolumet er tilnærmet likt.

4.1 Analyse av stoppdatabasen for linje 1

Stoppdatabasen består i hovedsak av tre typer stopp, nemlig "manko produkt", "omstilling" og øvrige stopp som kan grupperes som "uforutsette stopp og forsinkelser". Bakgrunnstallene er vist i vedlegg A.



Figur 6 - Antall minutter stopp for de ulike kategoriene og årsakene til stopp for linje 1 i perioden 01.07.2011 til 30.06.2012

Total stoppetid i analyseperioden er 46 286 minutter. Omstilling utgjør 10 951 minutter og er et resultat av at linja leverer ulike produkter som krever at linja må omstilles mellom hvert produktskifte og oppstart/nedkjøring. Manko produkt utgjør 9191 minutter i analyseperioden og er et resultat av at linja venter på produkt fra blanderiet, som i gjennomsnitt utgjør 38 minutter pr. dag. Matpause utgjør 961 minutter i analyseperioden. Gruppen uforutsette stopp og forsinkelser er summen av øvrige stopp og forsinkelser som oppstår på linja og utgjør i overkant av 50 % (25 183 minutter) av stoppene. Denne stopptypen utgjør i gjennomsnitt 105 minutter daglig (Figur 6). Manko produkt og sistnevnte stopptype vil kunne reduseres og er derfor potensielle forbedringsområder.

Manko produkt er den enkeltstående største årsaken til stopp, men siden gruppen uforutsette stopp og forsinkelser utgjør en så stor andel av stoppene må det vurderes hvordan disse stoppene påvirker effekten av en ekstra lagertank.

Manko produkt skyldes stopp eller forsinkelser i blanderiet eller okkuperte lagertanker, og den videre analysen vil avdekke hvordan en ekstra lagertank med plass til tre bland påvirker manko produkt. Siden det ikke finnes datamateriale for stopp og forsinkelser i blanderiet, tilsvarende stoppdatabasen for linjene, er det vanskelig å si nøyaktig årsakene til manko produkt. Det er nærliggende å tro at dette skyldes stopp og forsinkelser i blanderiet, men frekvens og varighet av stopp og forsinkelser er det vanskelig si noe om.

Hvis man i scenarioene med ekstra tank kan vise til at blanderiet ligger langt nok foran linje 1 i forhold til scenarioene uten ekstra tank så kan man sannsynliggjøre at eventuelle stopp i blanderiet som fører til manko produkt kan reduseres.

Den videre analysen med innføring av ekstra tank må vurdere hvordan de ulike stopptypene påvirkes. For å gjenskape et realistisk scenario i den videre analysen må stopp på linjen inkluderes. Stopp knyttet til manko produkt og tiden knyttet til omstillingssøylen som består av omstilling og oppstart/nedkjøring er ikke med i stoppetiden på linja i scenarioene. Årsaken til dette er fordi dette er naturlige stopp og forsinkelser på linjer som produserer ulike produkter og ikke kjører kontinuerlig. Manko produkt tiden er ikke med siden det nettopp er effekten av ekstra tank har på denne stopptypen som skal analyseres.

Basert på intervjuer vet vi at linja stopper 30 minutter hver dag på grunn av matpause, men ut fra stoppdatabasen utgjør ikke matpause mer enn 4 minutter pr. dag i gjennomsnitt. Det er dermed ikke en konsekvent registrering av dette i stoppdatabasen. Dette må derfor tas høyde

for i den videre analysen, og i likhet med manko produkt og omstilling er ikke dette med i stoppet som oppstår på linja.

4.2 Scenarioene

For å analysere effekten av en ekstra tank er det satt opp fire ulike scenarioer. Scenario 1 og 2 illustrerer en ideell situasjon, henholdsvis uten og med større tank til linje 1 og fleksitank til linje 3 og 9. Videre er scenario 3 og 4 den faktiske situasjonen med stopp på linjene, henholdsvis uten og med større tank til linje 1 og fleksitank til linje 3 og 9 (Tabell 2). Scenarioene kan ses i vedlegg H. Bakgrunnsinformasjon om stopp og kostnader knyttet til dette og forutsetningene for scenarioene vil beskrives først, før det konkrete oppsettet av scenarioene presenteres. Deretter vil resultatene beskrives og analyseres.

Ettersom det er en urealistisk situasjon å eliminere all stopp på linja er det derfor satt opp to scenarioer som er mulig å oppnå gjennom tiltakene som fremkommer i rapporten. Scenario 5 viser en situasjon med en time stopp og med dagens lagertank situasjon. Scenario 6 viser en situasjon med tilsvarende stoppetid, men med en ekstra tank. Disse scenarioene er ikke dokumentert i rapporten, men relevante funn gjengis gjennom rapporten.

4.2.1 Bakgrunnsinformasjon

Produksjonstid hos Lilleborg er 48 uker og linje 1 kjører ett skift på 7,5 time fem dager i uken. Antall operatører i drift og produksjon av linje 1 er 4,2 til en kostnad på 6,94 kr pr. minutt. Utforutsette stopp og forsinkelser på linje 1 utgjorde 25 183 minutter i analyseperioden, mens venting på produkt utgjorde 9191 minutter i samme periode. Disse stoppene utgjør store tap i kroner pr. år. Venting på produkt og stopp på linja utgjør et tap på henholdsvis kr 267 899 og kr 734 034 som til sammen utgjør en totalkostnad på kr 1 001 933 som er basert på antall operatører, operatørkostnaden samt varighet på stoppene (Tabell 1).

Tabell 1 - Kostnader knyttet til venting på produkt og uforutsette stopp og forsinkelser på linje 1

Kostnader knyttet til stopp linje 1	
Antall operatører	4,2
Operatør kostnad (kr/min)	6,94
Ventetid på produkt (min)	9191
Stopp på linje 1 (min)	25 183
Tap pga venting på produkt (kr)	**kr 267 899**
Tap pga stopp på linje (kr)	**kr 734 034**
Tap totalt grunnet stopp / venting (kr)	**kr 1 001 933**

For å kartlegge situasjonen om å investere i en lagertank vil forbedre situasjonen må tappetid pr. bland på linje 1 beregnes. Utgangspunktet for disse beregningene er hentet fra ”OEE 2012”, ”Volum pr. mellomvare” og ”produktspesifikasjon” som er dokumentert i vedlegg D, vedlegg E, vedlegg F.

Teoretisk tappehastighet for linje 1 er 114 kg pr. minutt som er beregnet ut fra gjennomsnittlig maks hastighet kasser på 10,1 kasser pr. min og gjennomsnittlig vekt pr. D-pk på 11,3 kg. Tappetid pr. bland er beregnet ut fra en gjennomsnittlig blandestørrelse på 10 616 kg og er 93 minutter. Faktisk tappehastighet er basert på total tappetid på 91 297 minutter og totalvekt produsert på 6 553 148 kg i analyseperioden for linje 1 og hadde en tappehastighet på 71,78 kg pr. minutt. Den faktiske tappetiden er 148 minutter, som er basert på samme blandestørrelse som benyttet for å beregne teoretisk tappetid (Tabell 2). Fordi den faktiske tappetiden også inneholder omstillingstid og alle uforutsette stopp som oppstår på linje 1 kan ikke denne brukes siden det er ønskelig å vise både ideell situasjon (uten stopp) og dagens situasjon. Derfor har den teoretiske tappetiden på 93 minutter (avrundet til 1,5 time) blitt benyttet. Tappetidene på linje 3 og 9 er basert på tall oppgitt av produksjonssjefen siden bakgrunnstallene ikke har blitt innhentet grunnet oppgavens avgrensning.

Tabell 2 - Tappehastighet og tappetid for linje 1

Teoretisk			**Faktisk**	
Snitt maks hastighet kasser (kasser / min)	10,1		Total tappetid i 2011/2012 (min)	91297
Snitt vekt pr D-pk (kg)	11,3		Totalvekt produsert 2011/2012 (kg)	6553148
Tappehastighet (kg / min)	**114**		**Snitt tappehastighet (kg / min)**	**71,78**
Snitt blandestørrelse (kg)	10616		Snitt blandestørrelse (kg)	10616
Teoretisk tappetid et bland fra lagertank (min)	**93**		**Faktisk tappetid et bland fra lagertank (min)**	**148**

For å utarbeide scenarioer som illustrere dagens situasjon med stopp er tall fra stoppdatabasen for linje 1 og 3 benyttet. Forsinkelser og uforutsette stopp utgjør i gjennomsnitt en time og 45 minutter pr. dag på linje 1 og fire timer og 24 minutter pr. dag på linje 3, henholdsvis rundet opp til 2 og 4,5 time. Matpause, manko produkt og omstilling er ikke inkludert i disse stoppetidene. Stoppdatabasen for linje 3 er vist vedlegg C.

4.2.2 Forutsetninger for scenarioene

I scenarioene er to lagertanker forbeholdt linje 1. Det som er igjen på lagertankene til linjene står til dagen etter hvis ikke alt rekker å kjøres på en dag.

Ett bland til linje 1 tar tre timer å blande, og siden dette er mer enn faktisk blandetid ser jeg bort fra vasking i blanderiet mellom produktskifte. Blandetidene jeg fikk for linje 3 og 9 er inkludert vasking. Til linje 3 lages det tre bland på 16 timer og disse blandene har plass på en lagertank. Det er plass til tre bland siden blandene er mindre enn vanlig blandestørrelse. Til linje 9 lages ett bland på åtte timer, og linjene kan begynne å kjøre rett etter disse åtte timene. Disse tallene til linje 3 og 9 er basert på informasjon fra produksjonssjefen.

Scenarioene forutsetter at det kun kan pumpes opp hele bland fra blanderiet til lagertankene. Lagertanken til linje 3 må være tom og vasket før neste serie kan pumpes opp. Blanderiet kan begynne å blande fem timer før linja har kjørt ferdig og vasket og omstilt.

Zalo produktene og Renax må vente to timer på lagertank før de kan tappes på linje 1. Dette skyldes luft i produktet som oppstår under blanding og pumping fra blander til lagertank. Linje 1 har en tappetid på 1,5 t, som vil si at linje 1 bruker 1,5 time på å kjøre et bland. Linje 9 bruker 8 timer på å kjøre et bland, som er like lang tid som blanderiet bruker. Linje 3 bruker fire skift på å kjøre tre bland, som vil si 30 timer. Tall til linje 3 og 9 er oppgitt av produksjonssjefen.

Basert på tall oppgitt av produksjonssjef antas det at det vaskes og omstilles mellom hvert produktskifte og at vasking tar en time og omstilling 90 minutter, samt at vasking av lagertank mellom hvert produktskifte tar en time.

I scenarioene forutsettes det at operatørene på linje 1 jobber 7,5 time uten overtiden 5 dager i uka.

Det antas at det ikke er kvalitetsavvik på produktene som produseres på linje 1 i disse scenarioene. Dette er fordi Lilleborg ikke har tall på kvalitetsavvik og det er derfor vanskelig å sette eksakt tall på det.

4.2.3 Oppsett

For å kunne få en tilstrekkelig analyseperiode er syklusperioden til linje 1 på 10 dager brukt. Produksjonsplanen i analysen er basert på rekkefølgen i uke 5 og 6 fra "OEE 2013" arket. Selv om OEE fra 2012 er brukt ellers i oppgaven ble produksjonsplanen tatt fra OEE 2013 fordi OEE 2012 arket ikke inneholdt Klorin og Salmi produktene. Disse ukene ble valgt fordi de fleste produktene som produseres på linje 1 er med. Det antas at linje 1 omstilte til Salmi før helgen, slik at linje 1 i scenarioene er klar til å produsere dette på dag 1 kl 7:00. Linje 3 og 9 er også vasket og omstilt og klare til å kjøre.

For å forenkle scenarioene noe inkluderes ikke matpause i skiftene. Derimot slutter skiftene en halvtime før. Linje 1 sitt skift blir da 7,5 time og går fra 7:00 – 14:30. Linje 3 og 9 kjører begge to skift, og er fra 6:00 – 21:00. Blanderiet kjører 24 timer pr. dag

Fabrikken stenger fredager kl 16:30 og åpner igjen mandager kl 6:00.

For å få sammenlignbare resultater vil samme produksjonsrekkefølge som vises i scenario 1 for linje 1 bli brukt i de øvrige scenarioene. Rekkefølgen i blanderiet vil også være tilnærmet lik scenario 1, men i noen tilfeller brytes blanding Zalo serien opp for å blande til linje 3. Små endringer på rekkefølgen kan også oppstå for å unngå at blanderiet ikke venter unødig. Dette er vanlig praksis i en produksjonshverdag.

Produksjonsplan på linje 1 er som følge:

Tabell 3 - Produksjonsplan for linje 1

Nr.	Produkt	Seriestørrelse/ produksjonstid
1	Salmi	Kjører på linja i 7,5t
2	Krystal	7 bland
3	Klorin	Kjører på linja i 7,5t
4	Zalo Ultra I	7 bland
5	Renax	5 bland
6	Zalo Sitron	3 bland
7	Zalo Ultra II	7 bland
8	Zalo Antibac	4 bland

I tillegg til produktene i denne produksjonsplanen skal det også blandes produkt til linje 3 to ganger pr. uke og til linje 9 en gang pr. uke. Årsaken til at det er færre bland til disse linjene er at de får produkt både fra dagligvareblanderiet og profesjonell blanderiet.

4.2.4 Forklaringer av fremstillingene av scenarioene

For å forklare hvordan scenarioene er satt opp er det inkludert et utsnitt fra dag 8 fra de ulike scenarioene hentet fra vedlegg H. I Tabell 4 forklares de ulike fargene og tankstatusene som er benyttet i scenarioene.

Tabell 4 - Fargeforklaring på linjene, blanderiet og tankstatus

Fargeforklaring på linjene og blanderiet	
	Stopp på linje
	Blanderiet står med bland (får ikke pumpet til tank)
VPP	Linje venter på produkt
	Blanderiet ledig pga fulle tanker (dødtid)
Forklaring av tankstatus	
1	Helt bland på tank
0,5	Tapping påbegynt (0,9-0,1)
	Tank tom, men ikke vasket
	Tank vasket og klar for nytt produkt

Scenario 1																			
Tid	06:30	07:00	07:30	08:00	08:30	09:00	09:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	15:30
Status tank 1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1,9	1,5	1,1	0,9	0,9	0,9	0,9
Status tank2	2	1,9	1,5	1,1	0,9	0,5	0,1	Vasking		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Linje 1		Kjøring av Renax			Kjøring av Renax			Vasking og omstilling					Kjøring av Zalo sitron			Kjør. Zalo s			
Status tank 3																			
Linje 3	Produkt på linje 3															Vasking og omstilling			
Linje 9																Vasking og omstilling			
Blanderi											Blanding til linje 3 (Bland #4)								

Scenario 2																			
Tid	06:30	07:00	07:30	08:00	08:30	09:00	09:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	15:30
Status tank 1, 35m3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2,9	2,5	2,1	1,9	1,5	1,1	0,9	0,9	0,9	0,9
Status tank2	1	0,9	0,5	0,1	Vasking														
Linje 1		Kjøring av Renax			Vasking og omstilling					Kjøring av Zalo sitron			Kjøring av Zalo sitron			Kjør. Zalo s			
Status tank 3	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0	0	Vasking									
Status fleksitank								1	1	1	1	1	1	1	0,9	1,9	1,8	1,8	1,7
Linje 3										Vasking og omstilling					Produkt på linje 3				
Linje 9																Vasking og omstilling			
Blanderi																			

Scenario 3																			
Tid	06:30	07:00	07:30	08:00	08:30	09:00	09:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	15:30
Status tank 1	2	2	2	2	2	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,5	1,1	0,9	0,5	0,1	Vasking			
Status tank2	1,5	1,1	0,9	0,5	0,1	Vasking													
Linje 1		Zalo U forts	Kjøring av Zalo Ultra			Kj. Zalo U.					Zalo Ultra forts.		Zalo Ultra kjøres			Vask og oms			
Status tank 3	0,1	0	0	Vasking			1	1	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	1,6	1,6	1,5	1,5	1,5
Linje 3				Vasking og omstilling					Produkt på linje 3										
Linje 9																			
Blanderi																			

Scenario 4																			
Tid	06:30	07:00	07:30	08:00	08:30	09:00	09:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	15:30
Status tank 1, 35m3	1,5	1,1	0,9	0,5	0,1	Vasking		1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
Status tank2	2	2	2	2	2	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,5	1,1	0,9	0,5	0,1	Vasking			
Linje 1		Zalo U forts	Kjøring av Zalo Ultra			Kj. Zalo U.					Zalo Ultra forts.		Zalo Ultra kjøres			Vask og oms			
Status tank 3	3	3	3	3	3	3	3	3	2,9	2,9	2,8	2,8	2,7	2,7	2,6	2,6	2,5	2,5	2,5
Status fleksitank	0,1	0	0	Vasking															
Linje 3				Vasking og omstilling					Produkt på linje 3										
Linje 9																			
Blanderi		Blanding av Renax						Blanding av Renax						Blanding av Renax					

Figur 7 - Utsnitt av scenarioene dag 8

Scenarioene viser tidspunkt gjennom døgnet horisontalt, og de forskjellige scenarioene ligger under hverandre. De to første tankene i andre kolonne tilhører linje 1, tank 3 er tilknyttet linje 3. Linje 9 har lagertanker som ikke er vist i scenarioene. I scenario 2 og 4 er også en fleksitank koblet inn som kan benyttes til linje 3 og 9 ved behov. I disse scenarioene var det bare linje 3 som hadde behov for denne tanken. Blanderiet leverer til alle lagertankene. Når det er samme farge på radene for blanderiet, tankene og på linjene betyr dette at samme produkt blandes, er på tank og kjører på linja. Blanding, tankstatus og kjøring på linje 3 er hudfarget, mens blanding og kjøring til linje 9 er lilla. Salmi og Klorin er farget i blått siden disse leveres fra egne blanderier og ikke er innom lagertankene til linje 1. Linje 1 bytter på mellom grønn og oransje for blanding, tankstatus og kjøring mellom produktskiftene. For eksempel er det i de to øverste scenarioene ulike farger på lagertankene til linje 1. Det vil si at blanderiet allerede har blandet neste produkt (Zalo Sitron) i blandeplanen og pumpet dette til den ene tanken, samtidig som linje 1 produserer et annet produkt som vises som grønt (Renax) og som er på den andre lagertanken. Blanderiet ligger foran linje 1 i dette tilfellet, noe som også er ønskelig siden linje 1 kjører raskere enn tiden det tar å blande ett bland og noen av produktene må stå på lagertank i to timer før de kan tappes. Hvis blanderiet ligger bak linja oppstår venting på produkt.

Når tankstatus er farget betyr det at tank har produkt. Tankstatus illustrerer hvor mange bland det er på tanken ved påbegynt halvtime. Dersom tankstatus viser et heltall er det hele bland på tanken, men dersom det vises desimaltall tappes det fra tanken. Er ruten uten tall, men farget betyr det at tanken venter på mer av samme produkt. Dersom lagertank er full, som er to bland gitt dagens lagertanksituasjon og tre bland dersom større lagertank benyttes, vil ikke blanderiet kunne pumpe opp produkt. Linje 1 er raskere enn linje 3 og 9, derfor tappes det mer pr. halvtime. For linje 9 vises det ingen tankstatus siden det kun er ett bland som blandes og den får ett bland en gang pr. uke fra dette blanderiet. Siden linje 9 har to lagertanker vil blanderiet kunne pumpe opp blandet og det vil ikke påvirke de andre linjene.

Når linjene er farget betyr det at produkt kjøres, og ved rødt med skrå streker på linjene betyr dette at det er stopp på linja og den ikke får produsert. På noen av linjene vises rød rute med VPP, som betyr at linja må vente på produkt fordi blanderiet er forsinket eller produktet har ikke vært lenge nok på lagertank.

Når blanderiet er farget betyr dette at det blandes. I noen tilfeller er det også rødt med vertikale streker i blanderiet, som betyr at blanderiet er ferdig, men ikke kan kvitte seg med

blandet fordi lagertanken er opptatt. Dette er noe som kan oppstå dersom linjene stopper uventet. Ved ny tekst i blanderiet og på linjene betyr dette at neste bland i serien blandes eller kjøres. Noen ganger er det også blanke ruter i blanderiet, noe som indikerer at blanderiet venter på å starte neste serie, men hvor de ikke kan starte fordi det ikke er ledige lagertanker.

Fabrikken er stengt fra fredag til mandag noe som illustreres med grå farge i scenarioene.

4.2.5 Resultater fra scenarioene

Resultatene fra scenarioene viser at det er minimale forbedringer for linjene ved innføring av en ekstra tank. Hovedårsaken er de mange stoppene på linje 1, som gjør at effekten av en ekstra tank ikke kan utnyttes. Ettersom det ikke oppstår venting på produkt gitt dagens stoppsituasjon vil ikke en ekstra tank redusere dette og det er derfor nødvendig å se om en ekstra tank har andre positive effekter.

Vi ser derimot et stort forbedringspotensial mellom de ideelle og de faktiske scenarioene. I tillegg viser scenarioene hvor stoppetiden er redusert til en time at det oppstår venting på produkt og denne tiden elimineres ved hjelp av en ekstra tank vedlegg H.

For å vurdere andre positive effekter en ekstra tank gir er det sett på både leveringstidspunkt og produksjonstid for linjene. Dette er gjort for å kunne avdekke forbedringspotensial på begge områdene. Tilsvarende er leveringstidspunkt og blandetid for blanderiet satt opp for å kunne si noe om effekten av en ekstra tank for blanderiet.

4.2.5.1 Leveringstidspunkt ferdige produkter fra linjene

Stopp på linjene og tanksituasjon påvirker leveringstidspunktet for produktene. De daglige stoppene forsinker leveringstidspunktene til produktene mye. Det ideelle scenarioet (scenario 1 og 2) rekker ikke linje 1 å kjøre hele produksjonsplanen ettersom overtid er utelatt i scenarioene. Overtid ble derimot benyttet i planen jeg tok utgangspunkt i. I Tabell 5 er resultatene presentert i formatet [dag, klokkeslett] som da beskriver hvilke dag i scenarioet og når på døgnet produktet er ferdig produsert. ”X” betyr at linjene ikke rakk å begynne på serien.

I scenario 1 gjenstår en time av Zalo Ultra II serien som må kjøres dag 11 og blir da ferdig kl 8:00. Videre er det blandet ett bland av Zalo Antibac, og det gjenstår å blande de resterende

tre blandene mandag fra kl 6:00. Linje 3 rekker ikke å starte med den siste vasking og omstillingsprosessen, men kjører planlagt antall serier. Linje 9 kjører det den skal. I scenario 1 oppstår to timer venting på produkt i Renax serien og 30 minutter i Zalo Ultra II serien dag 9.

I scenario 2 produseres hele Zalo Ultra II serien og vasking og omstilling til neste produkt påbegynnes. I dette scenarioet ligger Linje 1 1,5 time foran scenario 1 fra dag 8 siden større lagertank og fleksitank fører til mindre venting på produkt i Renax serien. Dette gjør at Renax, Zalo Sitron og Zalo Ultra II er ferdig 1,5 time tidligere enn i scenario 1. Blanderiet får blandet et mer bland av Zalo Antibac enn i scenario 1 og må blande de to siste blandene dag 11. Dag 8 og 10 er linje 3 ferdig tre timer tidligere enn i scenario 1. På linje 9 er det ingen forskjeller.

Produktene i scenario 3 er veldig forsinket i forhold til de to foregående scenarioene på grunn av stopp som oppstår på linje 1 og 3. Det oppstår ikke venting på produkt i dette scenarioet. Siden linjene er forsinket er Renax det siste produktet på linje 1 som kjøres. Blanderiet har blandet to bland av Zalo Sitron og må blande siste bland dag 11. Linje 1 rekker to færre serier enn i scenario 1 og 2. Linje 3 kjører i underkant av tre av de fire seriene på grunn av stoppene på linja. Den tredje serien må fullføres dag 11 og den fjerde serien må begynnes etter vasking og omstilling dag 11 og etter at blanderiet har blandet det fjerde blandet. Blanderiet har ikke mulighet for å blande den fjerde serien i denne ti dagers perioden siden lagertanken er okkupert. Linje 9 kjører det som er planlagt, men er forsinket i forhold til scenario 1 og 2.

Scenario 4 ligger likt som scenario 3 i forhold til kjøring på linje 1 og 3 og venting på produkt oppstår heller ikke her. Blanderiet har blandet hele Zalo Sitron serien (tre bland) til linje 1, som er et mer enn i scenario 3. Blanderiet får blandet 4 serier til linje 3 slik at linje 3 kan begynne å kjøre rett etter at de har vasket og omstilt den ellevte dagen. Den fjerde serien til linje 3 ble ikke påbegynt i scenario 3. Linje 9 ligger likt som scenario 3 i første uke, men i den andre uken er linje 9 ferdig et døgn tidligere som følge av ekstra tankkapasitet.

Venting på produkt oppstår ikke i scenario 3 og 4 og leveringstidspunktene er de samme med unntak av linje 9 i uke to. Linje 9 kan levere hele 24 timer tidligere. I scenario 1 og 2 kan produktene fra dag 8 på linje 1 levers 1,5 time tidligere og produktene på linje 3 dag 8 og 10 kan levers tre timer tidligere. Lønnsomheten av å investere i en større tank må derfor vurderes ut fra leveransetidspunkt for produktene siden venting på produkt ikke oppstår i scenario 3 og 4. De største endringene i leveransetidspunkt oppstår når stoppetiden på linje 1 reduseres mot ideell situasjon. Derfor må det fokuseres på å redusere stoppetiden.

Tabell 5 - Leveringstidspunkt ferdige produkter for de ulike scenarioene

Leveringstidspunkt ferdige produkter				
Produkt navn	**Scenario 1**	**Scenario 2**	**Scenario 3**	**Scenario 4**
Salmi	Dag 1, 14:30	Dag 1, 14:30	Dag 2, 9:00	Dag 2, 9:00
Krystal	Dag 3, 12:30	Dag 3, 12:30	Dag 4, 13:00	Dag 4, 13:00
Klorin	Dag 5, 7:30	Dag 5, 7:30	Dag 6, 10:00	Dag 6, 10:00
Zalo Ultra I	Dag 6, 13:00	Dag 6, 13:00	Dag 8, 14:00	Dag 8, 14:00
Renax	Dag 8, 10:00	Dag 8, 8:30	Dag 10, 13:00	Dag 10, 13:00
Zalo Sitron	Dag 9, 9:30	Dag 9, 8:00	X	X
Zalo Ultra II	(Dag 11, 8:00)[1]	Dag 10, 14:00	X	X
Zalo Antibac	X	X	X	X
Prod. 3A	Dag 3, 11:00	Dag 3, 11:00	Dag 4, 14:00	Dag 4, 14:00
Prod. 3B	Dag 5, 13:30	Dag 5, 13:30	Dag 7, 19:30	Dag 7, 19:30
Prod. 9A	Dag 3, 14:00	Dag 3, 14:00	Dag 4, 14:00	Dag 4, 14:00
Prod. 3C	Dag 8, 14:00	Dag 8, 11:00	(Dag 11, 10:00)[2]	(Dag 11, 10:00)[3]
Prod. 3D	Dag 10, 16:30	Dag 10, 13:30	X	X
Prod. 9B	Dag 8, 14:00	Dag 8, 14:00	Dag 10, 14:00	Dag 9, 14:00

I scenario 1 og 2 oppstår venting på produkt og som scenario 2 viser reduseres denne tiden når ekstra tank er implementert. Det er først når venting på produkt oppstår at en ekstra tank vil gi gevinst.

4.2.5.2 Produksjonstid pr. produkt på linjene

For å vurdere effekten av en ekstra tank er også faktisk produksjonstid satt opp. Produksjonstid utgjør tiden linja bruker på å produsere et produkt, som da inkluderer stopp og forsinkelser og venting på produkt.

Forskjellene i produksjonstid mellom scenario 1 og 2 er at Renax bruker 1,5 time mindre tid på linja i scenario 2, som skyldes at det er mindre venting på produkt. Den andre forskjellen er

[1] Gjenstår en time effektiv produksjon for å ferdigstille serien dag 11.
[2] Gjenstår fire timer effektiv produksjon for å ferdigstille serien dag 11.
[3] Gjenstår fire timer effektiv produksjon for å ferdigstille serien dag 11.

at i Zalo Ultra II serien i scenario 1 ikke fullføres, den mangler å kjøre en time dag 11. denne serien fullføres i scenario 2. Utenom disse forskjellene er produksjonstidene de samme. For scenario 3 og 4 er det ingen forskjeller i produksjonstid siden det ikke oppstår venting på produkt. ”X” betyr at produktet ikke rakk å kjøres på linja (Tabell 6).

Tabell 6 - Total produksjonstid pr. produkt inkludert stopp på linjene

Produksjonstid pr. produkt inkludert stopp på linjene				
Produkt navn	**Scenario 1**	**Scenario 2**	**Scenario 3**	**Scenario 4**
Salmi	7,5 t	7,5 t	9,5 t	9,5 t
Krystal	10,5 t	10,5 t	16,5 t	16,5 t
Klorin	7,5 t	7,5 t	9,5 t	9,5 t
Zalo Ultra I	10,5 t	10,5 t	16,5 t	16,5 t
Renax	9,5 t	8 t	11,5 t	11,5 t
Zalo Sitron	4,5 t	4,5 t	X	X
Zalo Ultra II	10 t[4]	11 t	X	X
Zalo Antibac	X	X	X	X
Prod. 3A	30 t	30 t	48 t	48 t
Prod. 3B	30 t	30 t	43,5 t	43,5 t
Prod. 9A	8 t	8 t	8 t	8 t
Prod. 3C	30 t	30 t	39,5 t[5]	39,5 t[6]
Prod. 3D	30 t	30 t	X	X
Prod. 9B	8 t	8 t	8 t	8 t

Det er kun små endringer og forbedringer som oppstår av å investere i en ekstra tank.

4.2.5.3 Leveringstidspunkt fra blanderiet

For å kunne si noe om effekten av en ekstra tank har for blanderiet er det satt opp en oversikt over leveringstidspunkt fra blanderiet samt blandetidene.

[4] Gjenstår en time effektiv produksjon for å ferdigstille serien.
[5] Gjenstår fire timer effektiv produksjon for å ferdigstille serien.
[6] Gjenstår fire timer effektiv produksjon for å ferdigstille serien.

Selv om noen av leveransetidspunktene er uforandret, oppstår det store forskjeller i leveransetidspunktet for andre produkter. Blanderiet i scenario 2 kan levere produktene fra 3 timer til 18,5 time tidligere enn i scenario 1. I scenario 4 bedres leveringstidspunktet fra blanderiet fra 1,5 time til 34,5 time sammenliknet med scenario 3. I tillegg blandes det fjerde blandet til linje 3 i scenario 4, noe som ikke påbegynnes i scenario 3. I Tabell 7 er resultatene presentert i formatet [dag, klokkeslett] som da beskriver hvilke dag i scenarioet og når på døgnet produktet er ferdig produsert. ”X” betyr at blanderiet ikke har rukket å starte og blande dette produktet.

En ekstra tank vil resultere i at blanderiet kan gjøre seg tidligere ferdig med et bland. Dette gjør at linjene blir mindre påvirket av stopp og forsinkelser i blanderiet. Det er derfor sannsynlig at venting på produkt vil kunne reduseres som følge av en ekstra tank.

Tabell 7 - Leveringstidspunkt fra blanderiet

Leveringstidspunkt fra blanderiet				
Produkt navn	**Scenario 1**	**Scenario 2**	**Scenario 3**	**Scenario 4**
Salmi	*Blandes ikke her*	*Blandes ikke her*	*Blandes ikke her*	*Blandes ikke her*
Krystal	Dag 2, 19:00	Dag 2, 19:00	Dag 3, 13:30	Dag 3, 10:30
Klorin	*Blandes ikke her*	*Blandes ikke her*	*Blandes ikke her*	*Blandes ikke her*
Zalo Ultra I	Dag 6, 09:00	Dag 5, 14:30	Dag 7, 14:30	Dag 7, 13:00[7]
Renax	Dag 7, 16:00	Dag 7, 13:00	Dag 9, 12:30	Dag 8, 22:00
Zalo Sitron	Dag 8, 11:00	Dag 8, 06:00	Dag 10, 15:30[8]	Dag 10, 14:00[9]
Zalo Ultra II	Dag 10, 11:00	Dag 9, 21:00	X	X
Zalo Antibac	Dag 10, 15:00[10]	Dag 10, 15:00[11]	X	X
Prod. 3A	Dag 1, 22:00	Dag 1, 22:00	Dag 1, 22:00	Dag 1, 22:00
Prod. 3B	Dag 4, 00:00	Dag 3, 19:00	Dag 5, 03:30	Dag 4, 10:30
Prod. 9A	Dag 3, 03:00	Dag 3, 03:00	Dag 3, 21:30	Dag 3, 18:30
Prod. 3C	Dag 7, 01:00	Dag 6, 22:00	Dag 8, 08:30	Dag 6, 22:00
Prod. 3D	Dag 9, 03:30	Dag 8, 22:00	X	Dag 10, 02:00
Prod. 9B	Dag 8, 00:00	Dag 7, 21:00	Dag 9, 20:30	Dag 9, 06:00

4.2.5.4 Blandetider i dagligvareblanderiet for produktene

Det er små forskjeller i blandetidene mellom scenario 1 og 2, og mellom scenario 3 og 4. Dette skyldes at det ikke er stopp på blanderiet, og at blanderiet ikke blir påvirket av stoppene på linja. Unntaket er i scenarioet 3 ved blanding av Zalo Ultra I hvor blandet må stå i blanderen lenge. Med ekstra tank reduseres denne tiden med 20,5 timer. Det andre mindre forskjellene skyldes at blanderiet må oppbevare blandet i tanken eller at man har rukket å blande flere bland i serien. ”X” betyr at blanderiet ikke har rukket å starte og blande dette produktet (Tabell 8).

[7] Delt opp Zalo Ultra serien med produkt 3C siden lagertankene til linje 1 var fulle.
[8] Mangler å blande et bland.
[9] Byttet om på blanderekkefølgen ved å ta produkt 3D før Zalo sitron ettersom lagertankene til linje 1 var okkupert.
[10] Mangler å blande tre bland.
[11] Mangler å blande to bland.

Tabell 8 – Blandetider i dagligvareblanderiet for de ulike produktene i de ulike scenarioene inkludert okkupert tid (venting på lagertank for å kunne pumpe opp bland)

Blandetider i dagligvareblanderiet for produktene				
Produkt navn	**Scenario 1**	**Scenario 2**	**Scenario 3**	**Scenario 4**
Salmi	*Blandes ikke her*	*Blandes ikke her*	*Blandes ikke her*	*Blandes ikke her*
Krystal	21 t	21 t	39,5 t	36,5 t
Klorin	*Blandes ikke her*	*Blandes ikke her*	*Blandes ikke her*	*Blandes ikke her*
Zalo Ultra I	21 t	21t	41,5 t	21 t
Renax	15 t	15 t	15 t	15 t
Zalo Sitron	11 t	9 t	6 t[12]	9 t
Zalo Ultra II	21 t	23 t	X	X
Zalo Antibac	3 t[13]	6 t[14]	X	X
Prod. 3A	16 t	16 t	16 t	16 t
Prod. 3B	16 t	16 t	16 t	16 t
Prod. 9A	8 t	8 t	8 t	8 t
Prod. 3C	16 t	16 t	16 t	16 t
Prod. 3D	16 t	16 t	X	16 t
Prod. 9B	8 t	8 t	8 t	8 t

Tiden som blanderen venter på å komme i gang refereres til som dødtid. Blanderiet anses å være okkupert når det er ferdig med å blande, men hvor det ikke er ledige lagertanker å pumpe blandet til som ofte skyldes stopp på linja eller slutt på skiftet.

4.2.5.5 Dødtid og okkupert tid i blanderiet

Blanderiet har mye ledig kapasitet (dødtid) og mye tid som går med til å vente på at lagertankene skal bli ledige. Tiden blanderen er okkupert eller venter på å starte neste serie reduseres ved å investere i en ekstra tank. I scenario 1 og 2 er ikke forskjellene like tydelige som i scenario 3 og 4. I scenario 3 og 4 gir en ekstra tank økt dødtid fra 47 timer til 51,5 time altså en økning på 4,5 time, mens okkupert tid reduseres fra 39 timer til 15,5 time som er en

[12] Gjenstår tre effektive blandetimer (et bland).
[13] Gjenstår ni effektive blandetimer (tre bland).
[14] Gjenstår seks effektive blandetimer (to bland).

reduksjon på 23,5 time. Til sammen utgjør dette en reduksjon på 19 timer ved å ha en ekstra tank. Dette er fordi blanderen raskere kan pumpe opp blandet til en lagertank. Selv om blanderen likevel må vente på å starte neste serie siden det ikke er ledige lagertanker og dødtiden til blanderen øker noe vil blanderen likevel kunne blande flere serier. I scenario 1 og 2 er okkupert tid lik, men dødtiden reduseres fra 41 timer til 38 timer som er en reduksjon på tre timer. Dette betyr at ved å ha en ekstra tank oppnås en reduksjon på tre timer fordi det kan blandes noe mer (Tabell 9).

Tabell 9 - Dødtid og okkupert tid i blanderiet, tiden blanderiet venter på å komme i gang fordi det ikke er ledig lagertank og tiden hvor blanderen okkuperes med bland

Dødtid og okkupert tid i blanderiet				
		Uke 1	**Uke 2**	**Totalt**
Scenario 1	Dødtid	27,5 t	13,5t	41 t
	Okkupert	0 t	2 t	2 t
	Sum	**27,5 t**	**15,5 t**	**43 t**
Scenario 2	Dødtid	24,5 t	13,5 t	38 t
	Okkupert	0 t	2 t	2 t
	Sum	**24,5 t**	**15,5 t**	**40 t**
Scenario 3	Dødtid	18 t	29 t	47 t
	Okkupert	18,5 t	20,5 t	39 t
	Sum	**36,5 t**	**49,5 t**	**86 t**
Scenario 4	Dødtid	15 t	36,5 t	51,5 t
	Okkupert	15,5 t	0 t	15,5 t
	Sum	**30,5 t**	**36,5 t**	**67 t**

Det oppstår ingen venting på produkt situasjoner i scenario 3 og 4, selv om stoppdatabasen tilsier en gjennomsnittlig ”venter på produkt” tid pr. dag på 38 minutter. Årsaken til dette skyldes at det er mye stopp på linje 1 og stopp eller forsinkelser i blanderiet ikke er med siden informasjon om frekvens og varighet på disse stoppene ikke finnes. Dette gjør at blanderiet får tatt seg inn igjen dersom det skulle ligge etter linje 1 og produktene får ventet på lagertank før det tappes siden linje 1 kjører 7,5 timer pr. dag mens blanderiet kjører 24 times skift. En annen årsak er også at alle faktorene som kan påvirke produksjonssituasjon ikke er tatt høyde for. I scenario 1 og 2 som er ideell situasjon med og uten større tank oppstår venting på

produkt, og som scenario 2 illustrerer vil denne tiden reduseres. Dersom linje 1 klarer å redusere stoppetiden vil effekten av en større tank kunne utnyttes. Dette fremkommer også i scenarioet hvor stoppetiden til linje 1 reduseres til en time. I scenarioet med dagens lagertank situasjon oppstår det venting på produkt, mens dette elimineres når en ekstra tank er implementert, som vist i Vedlegg H.

4.2.6 OEE

For å kunne svare på problemstillingen, må OEE for linje 1 beregnes for de ulike scenarioene.

OEE beregnes basert på formelen som Lilleborg benytter seg av. Lilleborg benytter ikke samme OEE formel som beskrevet i teoridelen, men har forenklet den.

$$OEE = \left(\frac{antall\ kasser\ sendt\ ut}{maks\ hastighet\ kasser \cdot potensiell\ produksjonstid\ i\ minutter}\right) \cdot 100\ \%$$

Formel 2 - OEE formel benyttet hos Lilleborg

I beregningen ble det benyttet et gjennomsnitt av maks hastigheten siden maskinens designhastighet er lavere enn hva som benyttes og det produseres ulike produkter i ulike flaskestørrelser og med ulik viskositet.

I formelen Lilleborg benytter er ikke kvalitetsleddet og faktisk produksjonstid med. Lilleborg registrerer ikke produkter som vrakes, men dersom en stor mengde er feil settes OEE til null. Mengden i OEE formelen er antall kasser som er sendt ut og ikke antall kasser som er produsert. Dette er fordi antall kasser sendt ut er mindre enn antall kasser produsert siden det oppstår vrak og kassering underveis i produksjonen. På denne måten tas kvalitetsavvik med i formelen siden antall kasser dermed reduseres. Tiden som benyttes i Lilleborg sin formel er potensiell tid hvor planlagt stopp og vedlikehold ikke er med, men omstilling og uforutsette stopp er med i denne tiden. Dette gjør da i noen tilfeller at det ser ut som om det brukes lengre tid til å produsere mengden og dette fører til lavere OEE. Ved lav OEE går de inn i stoppdatabasen for å finne årsaken. På denne måten forklares hvorfor OEE er lav.

4.2.6.1 OEE beregninger

Resultatene fra scenarioene viser at den effektive produksjonstiden er lav og at det er mye stopp som forhindrer produksjon i scenario 3 og 4. Det er 43,5 time effektiv produksjon, 20

timer stopp/venting på produkt og 11,5 timer som går med til vasking og omstilling i disse scenarioene. Det oppstår ikke venting på produkt i disse to scenarioene. Dette vil da si at Lilleborg har nødvendig kapasitet med dagens lagertanksituasjon og at det er stopp på linje 1 som er hovedproblemet. Men dersom stoppetiden reduseres og det arbeides mot å oppnå ideell situasjon vil behovet for større lagertank og fleksitank oppstå, som vist i scenarioene hvor stoppetiden er redusert. Dette kommer også frem i scenario 1 og 2 hvor effektiv produksjonstid er henholdsvis 57,5 time og 58,5 time. Stopp/venting på produkt er 2,5 time og vasking og omstilling er 15 timer i scenario 1. For senario 2 er stopp/venting på produkt 1 time og vasking og omstilling er 15,5 time. I disse to scenarioene oppstår venting på produkt og denne tiden reduseres denne tiden med 1,5 time. Scenario 1 har 14 timer mer produksjonstid enn scenario 3, mens scenario 2 har 14 timer mer produksjonstid enn scenario 4. Det er med andre ord mye å hente på å redusere stopp på linje 1, og ved å redusere dette gapet vil OEE øke og man oppnår en mer effektiv produksjon (Tabell 10).

Tabell 10 - Tider for produksjon, stopp/venter på produkt og vasking og omstilling på linje 1, samt total tid i syklusperioden

Linje 1		**Tid**
Scenario 1	Produksjonstid	57,5 t
	Stopp /venter på produkt	2,5 t
	Vasking og omstilling	15 t
	Total tid	**75 t**
Scenario 2	Produksjonstid	58,5 t
	Stopp /venter på produkt	1 t
	Vasking og omstilling	15,5 t
	Total tid	**75 t**
Scenario 3	Produksjonstid	43,5 t
	Stopp /venter på produkt	20 t
	Vasking og omstilling	11,5 t
	Total tid	**75 t**
Scenario 4	Produksjonstid	43,5 t
	Stopp /venter på produkt	20 t
	Vasking og omstilling	11,5 t
	Total tid	**75 t**

Basert på Lilleborgs formel for OEE er OEE beregnet for de ulike scenarioene. Det er tatt utgangspunkt i den effektive produksjonstiden i hvert av scenarioene for å finne mengden produsert. Videre er gjennomsnittlig maks hastighet kasser (tappehastighet) for alle aktuelle produkter på 11 kasser pr. minutt benyttet. For å beregne tappehastigheten til linje 1 ble det tidligere i oppgaven benyttet 10,1 kasser pr. minutt, mens det her er brukt 11 kasser pr. minutt. Årsaken til dette er at det første tallet er uten Klorin og Salmi siden de ikke blandes i batch, men lages kontinuerlig mens det tappes på linja. Derfor ville det blitt feil å ta de med for å finne tappehastigheten for de andre produktene. Men når OEE skulle beregnes ble Klorin og Salmi med siden det er en felles OEE for alle produktene i denne perioden. Maks hastighet kasser for Klorin og Salmi er 14 kasse pr. minutt, dette er oppgitt av forbedringskoordinator. Totaltiden er summen av produksjonstid, stopp / vente på produkt, samt vasking og omstilling.

OEE er realistisk for perioden og kvalitetssikret gjennom produksjonssjefen. En ekstra tank gir ikke effekt på OEE i scenario 3 og 4, som begge er på 58 %. Dette er fordi det ikke oppstår venting på produkt. Tilsvarende er det minimal forskjell mellom scenario 1 og 2 med henholdsvis en OEE på 77 % og 78 % (Tabell 11).

Derimot er det et forbedringspotensial mellom dagens situasjon, og et ideelt scenario uten stopp på linja. Redusering av stopp på linja bør derfor være fokusområdet for forbedringer. Dersom stoppetiden reduseres kan effekten av en større tank og fleksitank utnyttes, som vist i scenario med redusert stoppetid. I scenario 6 blir de to timene med venting på produkt som oppstår i scenario 5 eliminert, noe som vil øke produksjonstiden og dermed også OEE.

Tabell 11 – Bakgrunnstallene for OEE beregningen og OEE for linje 1 i de ulike scenarioene

	Antall kasser kjørt	Maks hastighet kasser	Total tid	OEE
Scenario 1	57,5 * 60 * 11	11	75 * 60	77 %
Scenario 2	58,5 * 60 * 11	11	75 * 60	78 %
Scenario 3	43,5 * 60 * 11	11	75 * 60	58 %
Scenario 4	43,5 * 60 * 11	11	75 * 60	58 %

4.2.7 Investeringsanalyse

Ettersom det ikke blir noen OEE forbedring grunnet dagens stoppsituasjon på linje 1 er det ikke grunnlag for å gjøre en investeringsanalyse. Derimot er det satt opp et scenario hvor stopptiden på linje 1 er redusert til en time, og her gir en ekstra tank OEE forbedring siden venting på produkt elimineres. Ettersom et slikt scenario er mulig å oppnå gjennom tiltakene

som fremkommer i rapporten, settes det opp en investeringsanalyse basert på disse scenarioene. Formel 3 benyttes for å gjøre investeringsanalysen.

$$NNV = -I_0 + kontantstrøm\left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r(1+r)^n}\right)$$

Formel 3 - Netto nåverdi (NNV)

I investeringsanalysen benyttes Lilleborgs avkastningskrav på 10 % pr år og at investeringen skal være inntjent på 10 år. Investeringsutgiften for en ekstra tank er kr 500 000. Den årlige kontantstrømmen på kr 83 946 er basert på 4,2 operatører på linja med en operatørkostnad på kr 6,94 pr. minutt og hvor 120 minutter venting på produkt elimineres på en 10 dagers periode.

Basert på de årlige kontantstrømmene, investeringsutgiften og Lilleborgs krav til investeringer gir dette en positiv netto nåverdi på kr 15 813. Det vil derfor være lønnsomt å investere i en ekstra tank, forutsatt at stoppetiden på linja reduseres.

Tabell 12 – Invetseringsanalyse for ekstra tank på linje 1

Antall operatører	4,2
Operatør kostnad (kr/min)	6,94
Inntjent venting på produkt tid(min)	120
Kontantstrøm i en 10 dager periode	3 498
Kontantstrøm, årlig (kr)	83 946
Investeringsutgift	500 000
Avkastningskrav	10%
Netto nåverdi (NNV)	**Kr 15 813**

Selv om det ikke blir noen OEE forbedring grunnet dagens stoppsituasjon på linje 1, vil en ekstra tank derimot resultere i at blanderiet kan gjøre seg tidligere ferdig med blandeseriene. En ekstra tank vil resultere i at linjene blir mindre påvirket av stopp og forsinkelser i blanderiet, og det er derfor sannsynlig at venting på produkt forårsaket av blanderiet vil kunne reduseres. En ekstra tank kan dermed redusere tapskostnaden knyttet til venting på produkt på

kr 270 000. Dette må derfor også vurderes i beslutningsprosessen knyttet til investering av ny tank.

5 Diskusjon

Analysene og resultatene viser at innføring av ekstra lagertank med dagens stoppsituasjon (senario 3 og 4) ikke har effekt og derfor forbedres heller ikke OEE. Det er de daglige stoppene på linjene som fører til dette. Innføring av ekstra lagertank gir ingen endringer i leveringstidspunkt for produkter fra linje 1 i scenario 3 og 4. Selv om resultatene viser at ekstra tank ikke har effekt gitt dagens situasjon, er det viktig å bemerke at det kan ha effekt i det virkelige liv. Ikke alle faktorer er tatt hensyn til og det oppstår en del uforutsette hendelser i en produksjonsbedrift som det er vanskelig å ta hensyn til i en slik analyse.

Blanderiets leveringstidspunkt til linjene er derimot forbedret som følge av ekstra tank. Ut fra stoppdatabasen for linje 1 vises det at det er 38 minutter venting på produkt. Fordi leveringstidspunkt fra blanderiet er forbedret med opptil 2 døgn på enkelte produkter sannsynliggjør dette at venting på produkt på linje 1 reduseres. En slik reduksjon har en potensiell økonomisk gevinst på opptil kr 270 000.

Siden venting på produkt ikke oppstår i scenario 3 og 4 betyr dette at Lilleborg har nødvendig kapasitet med dagens stoppsituasjon. Ut fra dette vil investering i en ekstra tank ikke lønne seg, men den ideelle situasjonen (scenario 1 og 2) tilsier at det er mye å hente i forhold til dagens situasjon med stopp på linja. Ettersom en ideell situasjon er urealistisk i en produksjonshverdag, er det også satt opp et par scenarioer hvor stopptiden er redusert til en time. I disse scenarioene er det også vist at en ekstra lagertank vil eliminere venting på produkt som oppstår med dagens lagertank situasjon, og som et resultat av dette vil også OEE kunne forbedres. Redusering av stopptid er fullt mulig ved å gjennomføre tiltakene som er beskrevet i denne rapporten. Det er også vist at en investering av en ekstra tank er økonomisk lønnsomt, dersom stopptiden reduseres til en time.

For å redusere stoppetiden på linje 1 må det arbeides kontinuerlig med forbedringsarbeid hvor målet er å eliminere sløsing for å oppnå bedre flyt i og mellom prosessene, og samtidig utvikle stabile prosesser for å kunne møte kundenes krav (Dennis 2006; Liker 2004; Mann 2010; Myerson 2012). Redusering av stoppetid vil også gi kortere ledetid som igjen vil øke kundetilfredsheten siden leveringstiden blir kortere og de mottar varen til avtalt tid (Womack & Jones 2003).

Ved å redusere stoppetiden på linje 1 vil dette gi mer forutsigbarhet for Lilleborg og kundene ved at produktene blir produsert til rett tid og kundene mottar varen til avtalt tid uten forsinkelser. Gjennom å redusere stoppetiden vil også behovet for overtid reduseres.

Redusering av stoppetiden kan også gi store økonomiske gevinster ved at kostnaden knyttet til stopp på linja på kr 730 000 reduseres. Dette er en kostnad som oppstår fordi operatørene må være på jobb, uten å kunne produsere og dermed ingen inntjening som veier opp for denne kostnaden.

I resten av dette kapitlet ses det nærmere på hva Lilleborg gjør for å redusere stoppene, og hvordan dette samsvarer med anbefalingene som ble presentert i teorikapitlet.

5.1 Stopp på linje 1

Primærfokus i Lean er å eliminere sløsing i alle prosessene. Produkter skal flyte gjennom verdiskapende prosesser uten avbrytelser og kun produserer det som trengs for å dekke etterspørselen (Liker 2004).

Sløsing i Lean sammenheng er ikke – verdiskapende aktiviteter, aktiviteter som ikke tilfører produktet verdi og som kundene ikke er villige til å betale for. Sløsing i verdikjeden fører til at tiden fra ordre legges inn til kunden får varen og bedriften mottar betaling er lengre enn nødvendig (Dennis 2007; Myerson 2012; Ohno 1988). Håndtering av stopp på en god og effektiv måte samt å ha en god forbedringsprosess for å redusere stopp er derfor viktig både for å øke kundetilfredsheten og økonomiske resultatet.

Lilleborg håndterer forsinkelser og uforutsette stopp ulikt avhengig av varighet og frekvens. De har i dag ingen klare rutiner for hva som skal gjøres ved små stopp (under 60 minutter) og det er opp til operatørene å gjøre forbedringer. Dersom det er store stopp (over 60 minutter) skal operatørene gjøre en stoppanalyse for å avdekke rotproblemet, dersom dette er ukjent. Dersom det er en trend av enten små eller store stopp skal det iverksettes et forbedringsprosjekt basert på A3. A3 – analyse gjør at alle som er involvert ser problemet på samme måte (Bicheno & Holweg 2009; Shook 2010). Man skal ta tak i problemer med en gang de oppstår og avdekke rotproblemet og forbedre disse (Mann 2010; Myerson 2012; Wilson 2010). Det er viktig at forbedringstiltakene som implementeres optimaliserer hele verdikjeden og ikke bare et ledd (Bicheno & Holweg 2009; Rother & Shook 1999). Situasjonen i dag er at det gjøres få forbedringsprosjekter og stoppanalyse gjennomføres sjelden. Sist nevnte skyldes at rotproblemet ofte er kjent for operatørene, men dette betyr også at problemet og tiltakene ikke dokumenteres og dermed ikke gjøres kjent for alle.

I månedsmøtene og kvartalsmøtene er det fokus på OEE og trendene denne gir. Basert på stoppdatabasen og OEE ser man etter trender, og dersom det er en stopptrend settes forbedringsprosjekt i gang basert på A3. På morgenmøtene og ukesmøtene drøftes stopprapport og stoppdatabase og avklarer hvilke forbedringsområder det skal fokuseres på. For å lykkes med et slikt forbedringsarbeid må ledelsen definere og kommunisere tydelige mål for forbedringen slik at alle arbeider i samme retning og har samme forståelse (Dennis 2006; *Lean Culture*). Operatørene deltar ikke på disse møtene og er dermed ikke delaktig i identifiseringen av forbedringsområder.

For å gjøre forbedringer må operatørene involveres og engasjeres i hele forbedringsprosessen fra identifisering og idé til implementering og oppfølging. Den beste måten å gjøre forbedringer på er i tverrfaglige team med teammedlemmer bestående av ansatte på tvers av avdelinger både horisontalt og vertikalt i organisasjonen. Gjennom teamarbeid kommer bedre løsninger frem og de utnytter hverandres kunnskap og kreativitet (Myerson 2012). Lilleborg har forbedringsteam, men ofte gjøres forbedringene på linja individuelt så lenge det ikke er et forbedringsprosjekt.

Lilleborg har derfor et forbedringspotensial i forbindelse med deres forbedringsarbeid. Ettersom operatørene ikke er med i identifiseringsfasen og idéfasen er det ikke gitt at de beste forbedringsmulighetene avdekkes. Operatørene må involveres i disse fasene, og ikke bare involveres etter at forbedringsområde er avklart. På denne måten kan forbedringsområder og ideer diskuteres og sikrer at alle ideer kommer frem og at alle forbedringsområdene avdekkes.

De ansattes ideer og forslag må bli hørt av ledelsen og ledelsen må vise at ideene blir vurdert og noen av dem også implementert. Dette er med på å vise at ledelsen respekterer og verdsetter sine ansatte. På denne måten vil også ledelsen få støtte fra operatørene på tiltak de ønsker å implementere, noe som er viktig (Dennis 2006; Mann 2010).

En annen årsak til at det er viktig å involvere de ansatte gjennom hele prosessen er at forbedringsområdene kan føre til store endringer for de ansatte. I tillegg til at forståelse gjør det lettere å få de ansatte med på forbedringsarbeidet siden de forstår hvorfor det må gjøres og ser det i en helhetlig sammenheng fremkommer av (*Lean Culture*). Samtidig som forståelse er med på å øke motivasjonen hos de ansatte (Hansen 2001).

Ledelsen må følge opp ideer og forbedringstiltak som både har blitt implementert og som fortsatt er i idéstadiet (Dennis 2006; Mann 2009). Ved forbedringsprosjekter er ledelsen

involvert i problemløsningsprosessen, dette er de derimot ikke ved mindre stopp og stopp uten trend. I tillegg til at operatørene skal være involvert i hele forbedringsprosessen må også ledelsen i større grad være synlig i fabrikken. Det er viktig at ledelsen er der verdiskapningen skjer, i Gemba. Dette er det eneste som vil gi god oversikt og forståelse av situasjonen og en mulighet for å danne seg et eget bilde av situasjonen. Dette vil også gjøre det lettere å ta riktige og tilpassede beslutninger og forstå konsekvensene av beslutningene (Dennis 2006; Liker 2004; Wilson 2010).

Det holder ikke bare at ledelsen er synlig og tilstede og at operatørene involveres i forbedringsprosessene, men det må også skapes et miljø som føles trygt, hvor alle respekterer hverandre og det er lov å gjøre feil. Uten dette vil de ansatte være redd for å komme med ideer og forslag (Dennis 2006; *Lean Culture* ; Mann 2010; Wilson 2010). Ved å ha en slik kultur oppstår også god og ærlig kommunikasjon mellom de ansatte og ledelsen, slik at avvik og problemer blir rapportert og kommer fram i lyset.

5.2 Proaktivt arbeid

Vedlikehold av maskiner og prosesser er et annet viktig område innen forbedringsarbeid for å proaktivt forhindre og redusere stopp og forsinkelser (Dennis 2006; Sawhney et al. 2010; Tsarouhas 2007). Det er alltid forbedringsmuligheter i prosessene som foregår på linja og det er alltid mulig å komme nærmere ideell situasjon. I dag mottar operatørene på linjene en vedlikeholdsplan som skal hjelpe til å oppnå dette. Men det mangler derimot en pådriver som oppmuntrer operatørene og kontinuerlig er tilstede i fabrikken til å motivere til forbedringer og vedlikehold. Konsekvensen av dette er at operatørene ikke fokuserer tilstrekkelig på dette området. Dette gjelder ikke bare proaktiv vedlikehold, men også at forbedringsarbeid blir nedprioritert. Det må kontinuerlig snakkes med operatørene om alt i forbindelse med produksjonen, slik som problemer, forbedringsområder, utfordringer og mulige løsninger. I tillegg til kontinuerlig dialog må det jevnlig holdes korte og konkrete møter i fabrikken hvor dette drøftes og diskuteres og hvor operatørene deltar. Det er da lettere å fange opp mulige forbedringspotensialer. Det er ikke bare denne rollen som må være tilstede i fabrikken, men også ledelsen må være tilstede der verdiskapningen skjer.

En forutsetning for å sikre driftsstabilitet er nok ressurser og god kunnskap blant de ansatte, og det er lederens jobb å utvikle menneskene han jobber med (Dennis 2006; Liker 2004; Liker & Hoseus 2008). Dette gjør at man ikke er avhengig av enkeltpersoner for å opprettholde

kontinuerlig drift og for å håndtere uforutsette problemer. Ledelsen må legge til rette for, og kommunisere viktigheten og nytten av kontinuerlig læring og utvikling av ansatte både gjennom læring i team og individuelt. Det er viktig å utvikle tverrfaglige medarbeidere (Dennis 2006; Jordan et al. 2004; Smeds 1994).

Situasjonen på linje 1 er derimot at man er avhengig av enkeltpersoner for at linja skal kjøre best mulig. Det må derfor lages bedre rutiner for opplæring og læring hvor man i større grad dokumenterer arbeidsoperasjoner og skaper et miljø for deling av erfaringer. Dette vil sikre at alle operatørene er i stand til å utføre nødvendige arbeidsoppgaver på en tilfredsstillende måte. Ved å unngå at enkeltpersoner er de eneste som innehar kunnskapen kan flere jobbe tverrfaglig. På denne måten vil operatører kunne arbeide på tvers av arbeidsområder og man blir dermed ikke så sårbar ved fravær. Dette er en måte å håndtere den åttende formen for sløsing på, som omhandler å ikke utnytte kunnskapen, ideene og kreativiteten til menneskene og la den gå på kryss og tvers i hele verdikjeden (Dennis 2007; Myerson 2012).

Dokumentene som beskriver arbeidsoperasjonene og forbedringsarbeidet må samles på et sted hvor det er enkelt å finne tilbake. Både store og små problemer skal løses med en gang de oppstår (Dennis 2006), og gjennom tverrfaglig kompetanse og god dokumentasjon er dette mulig. Dette vil også hjelpe Lilleborg til å sikre kontinuitet og driftsstabilitet.

5.3 OEE

Lilleborg bruker OEE for å avdekke forbedringsområder både for hele fabrikken og enkelt linjer. OEE brukes også for å se om forbedringstiltaket som er implementert har fungert slik man ønsket.

For å beregne OEE bruker Lilleborg en forenklet OEE formel i forhold til den som er beskrevet i teorikapitlet. I formelen Lilleborg bruker er faktisk produksjonstid utelatt og de får dermed ikke et tydelig bilde av tilgjengelighetstapet, som viser forholdet mellom potensiell produksjonstid og faktisk produksjonstid. Uten å beregne dette leddet er det vanskelig å si noe om hvor mye av den potensielle tiden som faktisk benyttes til å produsere, og hvor mye tid som går med til venting og havari (Koch & Oskam 2011; Tsarouhas 2007). Selv om Lilleborg kan benytte stoppdatabasen ved lav OEE vil ikke dette bringe frem den eksakte tiden som er gått med til venting og havari siden det ikke alltid er samsvar mellom OEE databasen og

stoppdatabasen. I tillegg blir ikke dette et tydelig tall for operatørene i fabrikken, og det blir også vanskelig å se om forbedringer har påvirkning på den faktiske produksjonstiden.

Leddet som i den teoretiske formelen viser ytelsestap er med i Lilleborgs formel for OEE, men teoretisk output i nevneren er multiplisert med potensiell produksjonstid og det kommer derfor ikke tydelig frem forholdet mellom faktisk og teoretisk output. Det blir derfor vanskeligere å si noe om hastighetstap og hvordan mindre stopp påvirker produksjonen. Det blir også vanskelig å se om det blir en forbedring i forholdet mellom faktisk og teoretisk output (Koch & Oskam 2011).

Det siste leddet i den teoretiske formelen er kvalitetstap. Kvalitetstap som feil og korreksjoner, er 1 av de 8 formene for sløsing, og vil føre til store kostnader og mye ekstra arbeid (Myerson 2012; Sayer & Williams 2012). I formelen Lilleborg benytter er dette leddet utelatt. Det gjør at de ikke har oversikt over andelen skrap, produkter som kasseres eller bearbeides en gang til i forhold til faktisk output (Koch & Oskam 2011). Siden Lilleborg benytter antall kasser sendt ut og ikke antall kasser produsert vil OEE reduseres. Dette er fordi antall kasser sendt ut ofte er mindre enn antall kasser produsert fordi det oppstår noe svinn og kassering av produktene underveis. Dersom en stor mengde er feil setter Lilleborg OEE til null. Formelen til Lilleborg gir ikke et eksakt tall på produkter som ikke tilfredsstiller kvalitetskravene, og det blir derfor vanskelig å vite hvilke forbedringstiltak som skal iverksettes.

Det er først når forståelsen for hva som hindrer oss i å oppnå teoretisk kapasitet på maskiner og prosesser vi vet hva som kan gjøres for å oppnå teoretisk tilstand. OEE avdekker disse hindringene. OEE fokuserer på å få forståelse for de tre hovedgrupperingene for ulike typer tap: tilgjengelighetstap, ytelsestap og kvalitetstap slik at disse kan forbedres (Garza-Reyes et al. 2010; Koch & Oskam 2011; Ljungberg 1998).

OEE sier ingenting om årsaken til tapene bare at det er et effektivitetstap, men uten å gjøre gode OEE beregninger er det vanskelig å oppdage maskinens eller prosessens faktiske resultat og dermed vanskelig å vite hvor man skal fokusere for å få forbedringer. Det blir også vanskelig å identifisere begrensningene som hindrer høyere effektiv produksjon (Gibbons & Burgess 2010; Jonsson & Lesshammar 1999; Koch & Oskam 2011). Siden Lilleborg bruker en forenklet formel er det derfor vanskelig å finne både de ulike tapstypene og andelen av dem, og hvor de største begrensningene ligger. Det blir også vanskelig å bruke OEE som et sammenlikningsgrunnlag for å se om forbedringstiltakene fungerer.

OEE gir en forståelse for hva som hindrer oss i å oppnå teoretisk kapasitet på maskiner og prosesser, og det er først når disse er identifisert vi vet hva som må gjøres for å oppnå teoretisk kapasitet (Jonsson & Lesshammar 1999; Koch & Oskam 2011). Dette gjør det mulig for operatører å eliminere hindringene og begrensningene gjennom kontinuerlige forbedringer og fokusering på de tre tapstypene. Siden Lilleborgs OEE formel ikke inneholder alle disse leddene er det derfor vanskelig å vite eksakt hva som er de største hindringene i å oppnå teoretisk kapasitet og dermed også vanskelig å vite hvilke tiltak som bør gjøres. Det er også vanskelig for operatørene på linja å vite hvor det skal fokuseres og på hva. Videre er det vanskelig å vite hvilke tapstype det bør fokuseres på i forbedringsområdet og hvilke tiltak som er mest nødvendige. Selv om også formelen Lilleborg bruker viser økningen av OEE ved innføring av tiltak, er det derimot vanskelig å se den eksakte forbedringen tiltaket ga på tapsområdet.

Ved at formelen ikke inneholder alle leddene og dermed ikke tydeliggjør tapene vil dette sløve de som skal jobbe med forbedringer fordi de ikke ser størrelsen på de ulike tapsområdene og hvor forbedringer faktisk bør fokuseres. De ser heller ikke den eksakte effekten på de ulike tapsområdene selv om de ser en endring i OEE.

6 Videre arbeid

Sammenliknes stoppdatabasen fra 2011/2012 med stoppdatabasen for 2012/2013 ser vi at den gjennomsnittlige tiden knyttet til forsinkelser og uforutsette stopp ikke er redusert, se stoppdatabasen 2012/2013 vedlegg B. Selv om implementering av Lean ikke nødvendigvis fører til hurtige endringer og forbedringer (Myerson 2012; Wilson 2010), burde det likevel vært en svak forbedring og ikke en forverring. Det betyr at det ikke er noe endring i situasjonen, og at måten forbedringsarbeid gjøres på må endres. Man bør kanskje ta et steg tilbake å få på plass elementære elementer innen Lean før tekniske grep gjøres. Som diskutert vil dette si at grunnleggende Lean elementer i større grad må på plass/være bedre implementert.

For å redusere stoppetiden på linje 1 må det gjøres endringer med hvordan forbedringsarbeid gjøres. Det første som bør gjøres er å definere og kommunisere tydelige mål slik at alle vet hvor man skal og alle arbeider i samme retning. Samtidig må operatørene involveres i hele forbedringsprosessen. For at forbedringsarbeid skal fungere godt og de ansatte motiveres til forbedringsarbeid må ledelsen være mer synlige, ikke bare de som har direkte med produksjonen å gjøre, men alle. I tillegg til dette trenger de en som motiverer og oppmuntrer operatørene til forbedringsarbeid. En som kontinuerlig er i fabrikken og virkelig har forstått hvordan forbedringsarbeid og Lean skal gjøres. Videre må det også opprettes bedre rutiner for opplæring og læring, samtidig som det utvikles et miljø for deling av erfaringer.

For å bedre kunne avdekke forbedringsområder, bør Lilleborg ta i bruk den teoretiske formelen. Dette for at de tydeligere får frem de ulike tapstypene og andelen av hvert av områdene. Samtidig som det gir god oversikt over hva som hindrer dem i å oppnå teoretisk tilstand. Dette vil gjøre det enklere å vite hvor forbedringer skal fokuseres og å vise effekten av forbedringene. For operatørene som daglig jobber i fabrikken og hele tiden skal forbedre prosessene vil en overgang til den teoretiske formelen gjøre hverdagen enklere i forhold til forbedringsarbeid. De kan da enklere se de største tapsområdene og hvor godt forbedringstiltakene fungerer.

Når forbedringer for å redusere stoppetiden på linje 1 skal settes i gang, bør det startes med de tapsområdene som kan elimineres raskets og enklest uten å gjøre store investeringer slik som det fremkommer i OEE teorien.

Lilleborg bør også ha visuelle systemer som enkelt og tydelig viser de ulike tapsområdene og effekten forbedringene har på de ulike tapsområdene.

I stedet for å implementere en ekstra tank kan det hjelper å planlegge bedre, eller innføre systemer som gjør det enklere å planlegge. Dette er noe som det ikke er sett på i oppgaven, men som kan være et forbedringsområde. Operatørenes tilbakemeldinger til hvordan planleggingen fungerer bør vurderes siden de kjenner prosessene og opplever den i praksis. Kort sagt bør operatørene involveres mer. Et annet område å se nærmere på er om produksjonsrekkefølgen kan gjøres bedre og mer tidsbesparende.

Oppskriften for å løse problemer på linje 1 kan overføres til de andre linjene og blanderiet for å få bukt med stopp og venting på produkt, og resten av organisasjonen for å gjøre forbedringsarbeid.

Det må undersøkes hvor mye stopp det er på blanderiet, og årsakene til stoppene for eksempel mangel av råvarer.

Lilleborg har gjort noen grep for å implementere Lean, men det kan tyde på at det fortsatt gjenstår en del arbeid. De bør revurdere bruken av OEE formelen for å kunne bedre fange opp forbedringsområder. Videre må både de ansatte i større grad involveres i forbedringsarbeidet, og ledelsen må være mer tilstede i fabrikken. Lean må med andre ord gjennomsyre organisasjonskulturen slik Lean teorien anbefaler.

7 Konklusjon

Resultatet som fremkommer av denne oppgaven viser at det ikke er venting på produkt, men stopp på linje 1 som er hovedproblemet. Dermed vil ikke en ekstra tank gi effekt før stoppetiden reduseres, og forbedringsarbeidet må derfor fokusere på å redusere stoppetiden.

Lilleborg bør revurdere noen av prosessene de har i forbindelse med forbedringsarbeid. De bør også endre OEE formelen til den teoretiske, involvere operatører, ha en mer synlig ledelse, en forbedringsmotivator og bedre rutinene for opplæring og læring. Involvering av operatører vil hjelpe til å identifisere forbedringsmuligheter. Synlig ledelse er viktig både for å få oversikt og forståelse. En forbedringsmotivator vil oppmuntre operatørene til å gjøre forbedringer og vedlikehold. Ved å endre OEE formelen vil de få bedre oversikt over tapsområdene og bedre forståelse for hva som hindrer teoretisk kapasitet. Ved å bedre rutinene for opplæring og læring blir man mindre avhengig av enkeltpersoner og sikrer at problemer som oppstår løses raskere. Dette er ikke bare et forbedringsarbeid som gjelder for linje 1, men som kan overføres til de andre linjene siden stopp på linjene også er et stort problem der.

Når disse rutinene rundt forbedringsarbeid er på plass vil stoppetiden på linje 1 reduseres. Redusering av dette vil føre til økt OEE og en mer effektiv produksjon. Det vil også gi økonomiske gevinster ved å redusere stoppene på de andre linjene. Når stoppetiden reduseres vil det også bli behov for en ekstra tank for å redusere venting på produkt som oppstår som følge av effektivisering.

8 Referanser

Ballé, M. & Ballé, F. (2009). *The Lean Manager a novel of Lean transformation*. Cambridge, MA: Lean Enterprise Institute.

Bicheno, J. & Holweg, M. (2009). *The Lean toolbox: the essential guide to Lean transformation*. 4. utg.: Production and Inventory Control, Systems and Industrial Engineering (PICSIE) Books CY - Buckingham. 290 s.

Dalland, O. (2012). *Metode og oppgaveskriving for studenter*. 5. utg. Oslo: Gyldendal akademisk. 257 s.

Dennis, P. (2006). *Getting the right things done: a leader's guide to planning and execution*. Cambridge, MA: Lean Enterprise Institute. 230 s.

Dennis, P. (2007). *Lean production simplified: a plain language guide to the world's most powerful production system*. 2. utg. New York: Productivity Press. 176 s.

Garza-Reyes, J. A., Eldridge, S., Barber, K. D. & Soriano-Meier, H. (2010). Overall equipment effectiveness (OEE) and process capability (PC) measures - A relationship analysis. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 27 (1): 48-62.

Gibbons, P. M. & Burgess, S. C. (2010). Introducing OEE as a measure of lean Six Sigma capability. *International Journal of Lean Six Sigma*, 1 (2): 134-156.

Graban, M. *What is "Lean"?* Tilgjengelig fra: http://www.leanblog.org/about/what-is-lean/ (lest 05.06.2013).

Hansen, R. C. (2001). *Overall equipment effectiveness: a powerful production/maintenance tool for increased profits*. New York: Industrial Press. 278 s.

Johannessen, A., Christoffersen, L. & Tufte, P. A. (2004). *Forskningsmetode for økonomisk-administrative fag*. 2. utg. Oslo: Abstrakt forl. 430 s.

Johnstad, T., Giæver, T., Holtskog, H. & Strand, T. (2012). *Lean på norsk: med erfaringer fra Raufoss-industrien*. Vallset: Oplandske bokforl. 255 s.

Jonsson, P. & Lesshammar, M. (1999). Evaluation and improvement of manufacturing performance measurement systems – the role of OEE. *International Journal of Operations & Production Management*, 19 (1): 55-78.

Jordan, W. C., Inman, R. R. & Blumenfeld, D. E. (2004). Chained cross-training of workers for robust performance. *IIE Transactions*, 36: 953-967.

Koch, A. & Oskam, A. (2011). *OEE for the production team: discover the hidden machine : the complete OEE user guide*. 3. utg. Aarle-Rixtel: Makigami. 169 s.

Lean Culture. Tilgjengelig fra: http://www.wmep.org/sites/default/files/LeanCultureInfoSheetND.pdf (lest 02.07.2013).

Liker, J. K. (2004). *The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. New York: McGraw-Hill. 330 s.

Liker, J. K. & Hoseus, M. (2008). *Toyota culture: the heart and soul of the Toyota way*. New York: McGraw-Hill. 562 s.

Lincoln, Y. S. & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Beverly Hills, Calif.: Sage. 416 s.

Ljungberg, Õ. (1998). Measurement of overall equipment effectiveness as a basis for TPM activities. *International Journal of Operations & Production Management*, 18 (5): 495-507.

Mann, D. (2009). The missing link: Lean leadership. *Frontiers of health services management*, 26 (1): 39-42.

Mann, D. (2010). *Creating a lean culture: tools to sustain lean conversions*. 2. utg. Boca Raton, Fla.: CRC Press. 296 s.

Myerson, P. (2012). *Lean supply chain and logistics management*. New York: McGraw-Hill. 270 s.

Nilssen, T. & Skorstad, E. (1994). *Just-in-time: en produksjonsform for norsk industri?* [Trondheim]: Tapir. 240 s.

Ohno, T. (1988). *Toyota production system: beyond large-scale production*. New York: Productivity Press. 143 s.

Om oss/Lilleborg. Tilgjengelig fra: http://www.lilleborg.no/Om-oss (lest 30.05.2013).

Principles of Lean. (2009). Tilgjengelig fra: http://www.lean.org/whatslean/principles.cfm (lest 08.09.2013).

Rajput, H. S. & Jayaswal, P. (2012). A Total Productive Maintenance (TPM) Approach To Improve Overall Equipment Efficiency. *International Journal of Modern Engineering Research*, 2 (6): 4383-4386.

Rother, M. & Shook, J. (1999). *Learning to see: value stream mapping to create value and eliminate muda*. Version 1.2 utg. Brookline, Mass.: Lean Enterprise Institute. 102 s.

Sawhney, R., Subburaman , K., Sonntag, C., Roa, P., Roa, V. & Capizzi, C. (2010). A modified FMEA approach to enhance reliability of lean systems. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 27 (1): 832-855.

Sayer, N. J. & Williams, B. (2012). *Lean for dummies*. 2. utg. Hoboken, N.J.: John Wiley & Sons. 387 s.

Shook, J. (2010). *Managing to learn: using the A3 management process to solve problems, gain agreement, mentor, and lead*. Cambridge, Mass: Lean Enterprise Institute. 138 s.

Smeds, R. (1994). Managing Change towards Lean Enterprises. *International Journal of Operations & Production Management*, 14 (3): 66-82.

Sustainability Report 2009. (2009). Tilgjengelig fra: http://www.toyota-global.com/sustainability/report/sr/09/pdf/sustainability_report09.pdf (lest 01.07.2013).

Team, T. P. D. (1999). *OEE for operators: overall equipment effectiveness*: CRC Press. 63 s.

Tsarouhas, P. (2007). Implementation of total productive maintenance in food industry: a case study. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 13 (1): 5-18.

What is Lean? (2009). Tilgjengelig fra: http://www.lean.org/whatslean/ (lest 05.06.2013).

Wibowo, H. (2012). Analysis Overall Equipment Effectiveness (OEE) in improving productivity in the machne processing crepper hammermil crumb rubber. *International Journal of Engineering and Science*, 3 (2): 52-60.

Wilson, L. (2010). *How to implement lean manufacturing*. New York: McGraw-Hill. 316 s.

Womack, J. P. & Jones, D. T. (2003). *Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation*. 2. utg. New York: Free Press. 396 s.

Womack, J. P., Jones, D. T. & Roos, D. (2007). *The machine that changed the world: [the story of lean production]*. 2. utg. New York, N.Y.: HarperPerennial. 336 s.

9 Vedlegg

Vedlegg A – Stoppdatabasen 2011/2012 linje 1

Linje 1	2011/2012										
Sum av Tid	Kategori										
Omrade	Mangler	Mindre stopp	Omstilling	Lengre stopp	Oppstart/Nedkjøring	Hastighetstap	Kvalitetsfeil	Personellmangel/Pause	Måling/justering og rengjøring	Organisering	Totalt
Produkt	9191	380				2173	1674	65	92		13575
Omstilling			6146	15	4790						10951
Palleanlegg		2545		1599		1987					6131
Kassereiser	171	3672		999		149					4991
Fyllemaskin og korker		656		833	10	20	1178		214	20	2931
Vask fra blanderi	89		405	20					930		1444
Hele linja	122	71	631					404	139	14	1381
Matpause		21						940			961
Topplimer		164		617							781
Flaskereiser		481		153							634
Etiketter		4					542				546
Pakkemaskin	12	192		155		65					424
Flasker	330						29				359
Etikettmaskin hotmelt		56		257			35				348
Etikettmaskin selvklebende		177		105			20				302
Kasser							292				292
Kassebaner		65									65
Datoskriver				55							55
Rest		5						20			25
Brannalarm				12							12
Totalt	9915	8507	7182	4880	4800	4394	3770	1429	1375	34	**46286**
											25183
											104,9
									Gj.snittlig stopp pr dag(timer)		1,75

Vedlegg B – Stoppdatabasen 2012/2013 linje 1

Linje 1	2012/2013											
Sum av Tid	Kategori											
Omrade	Mangler	Lengre stopp	Mindre stopp	Omstilling	Oppstart/Nedkjøring	Hastighetstap	Personellmangel/Pause	Kvalitetsfeil	Måling/justering og rengjøring	Volumtap	Vedlikehold	Totalt
Produkt	7065	22	652		25	1793		1356				10913
Hele linja	200		128	466	3022	1537	1393		126	100		6972
Omstilling				4929	984							5913
Palleanlegg	130	1312	1905									3347
Fyllemaskin og korker		1743	689	270	20	30		404	125			3281
Etikettmaskin selvklebende		1989	198	15				49				2251
Kassereiser		407	1654					30				2091
Matpause		30					1650					1680
Vask fra blanderi	40	60	22						1068			1190
Etiketter	397	20	10					175				602
Flaskereiser		168	370			37						575
Pakkemaskin		257	202	88								547
Kasser	117		30					314				461
Etikettmaskin hotmelt		213	10									223
Topplimer		120	90									210
Flasker								118				118
Kassebaner		80	17									97
Vedlikehold											90	90
Rest		21					62					83
Datoskriver		15	20									35
Totalt	7949	6628	6125	5768	4051	3397	3105	2446	1319	100	90	40978
												26320
												109,7
										Gj.snittlig stopp pr dag(timer)		1,83

Vedlegg C – Stoppdatabase 2011/2013 linje 3

Linje 3	2011/2012												
Sum av Tid	Kategori												
Omrade	Mindre stopp	Omstilling	Mangler	Måling/justering og rengjøring	Lengre stopp	Personellmangel/Pause	Hastighetsta	Oppstart/Nedkjøring	Kvalitetsfeil	Vedlikehold	Organisering	Volumtap	Totalt
Fylle-del	3270		50	891	3959		5816	134				44	14164
Hele linja	271	3289		4264		714	252	3858			775		13423
Kassepakker	5541	200		2463	1941					1413			11558
Produkt	90	1015	8808	690			117	32	157				10909
Omstilling		7645						20					7665
Matpause	56					7455					30		7541
Folie	174		1177				40		2194		60		3645
Sveise-del	1043			929	703		382	55					3112
Folie-innmating	2454			51									2505
Operatør			1757		60	598							2415
Palleanlegg	352			20	1396								1768
Transportbånd	1177			49	429		36						1691
Posekontrollenhet	658			20	674		178						1530
Oppstart/Nedkjøring	63							1249					1312
Vask fra blanderi	100	315	105	365				150					1035
Forbedringsstopp	222			318			71			208			819
Kasser	89		390						267				746
Brannalarm						417							417
Lokk	35								330				365
Datoskriver	182				178								360
Rest	57				166								223
Kassevekt	58												58
Vedlikehold	45												45
Totalt	15937	12464	12287	10060	9506	9184	6892	5498	2948	1621	865	44	87306
													63292
													264
											Gj.snittlig stopp pr dag(timer)		4,40

Vedlegg D – OEE 2012 linje 1

Fra OEE 2012 arket ble maks hastighet kasser hentet ut.

Maks hastighet kasser				
			Krystal	14,2
			Zalo Sitron	9,7
Krystal	14,2		Zalo Antibac	6
Zalo Sitron	9,7		Klorin	14
Zalo Antibac	6		Salmi	14
Zalo 7,5	10,7		Zalo 7,5	10,7
Renax7,5	10,7		Renax7,5	10,7
Zalo 5	9,7		Zalo 5	9,7
Renax 5	9,7		Renax 5	9,7
	10,1			**11,0**

Vedlegg E – Volum pr. mellomvare linje 1

Volum (kg) som er produsert på linje 1 og tid som er brukt for å tappe tide ulike produktene på linje 1.

Linje	Varenr	Varenavn	Volum	Total tid (	Blanderi
Linje 1	L0961895	MV RENAX Ultra	225 763	4 885	V100/V200
Linje 1	961540	MV KRYSTAL FURU	1 535 157	13735	V100/V200
Linje 1	961540	MV KRYSTAL	971 541	13735	V100/V200
Linje 1	961450	MV ZALO SITRON	227 767	3970	V100/V200
Linje 1	961440	MV ZALO BAKTUS	457 621	11733	V100/V200
Linje 1	961410	MV ZALO ULTRA	3 104 032	42 414	V100/V200
Totalt			**6521881**	**90472**	

Gjennomsnittlig blandestørrelse for produktene som produseres på linje 1.

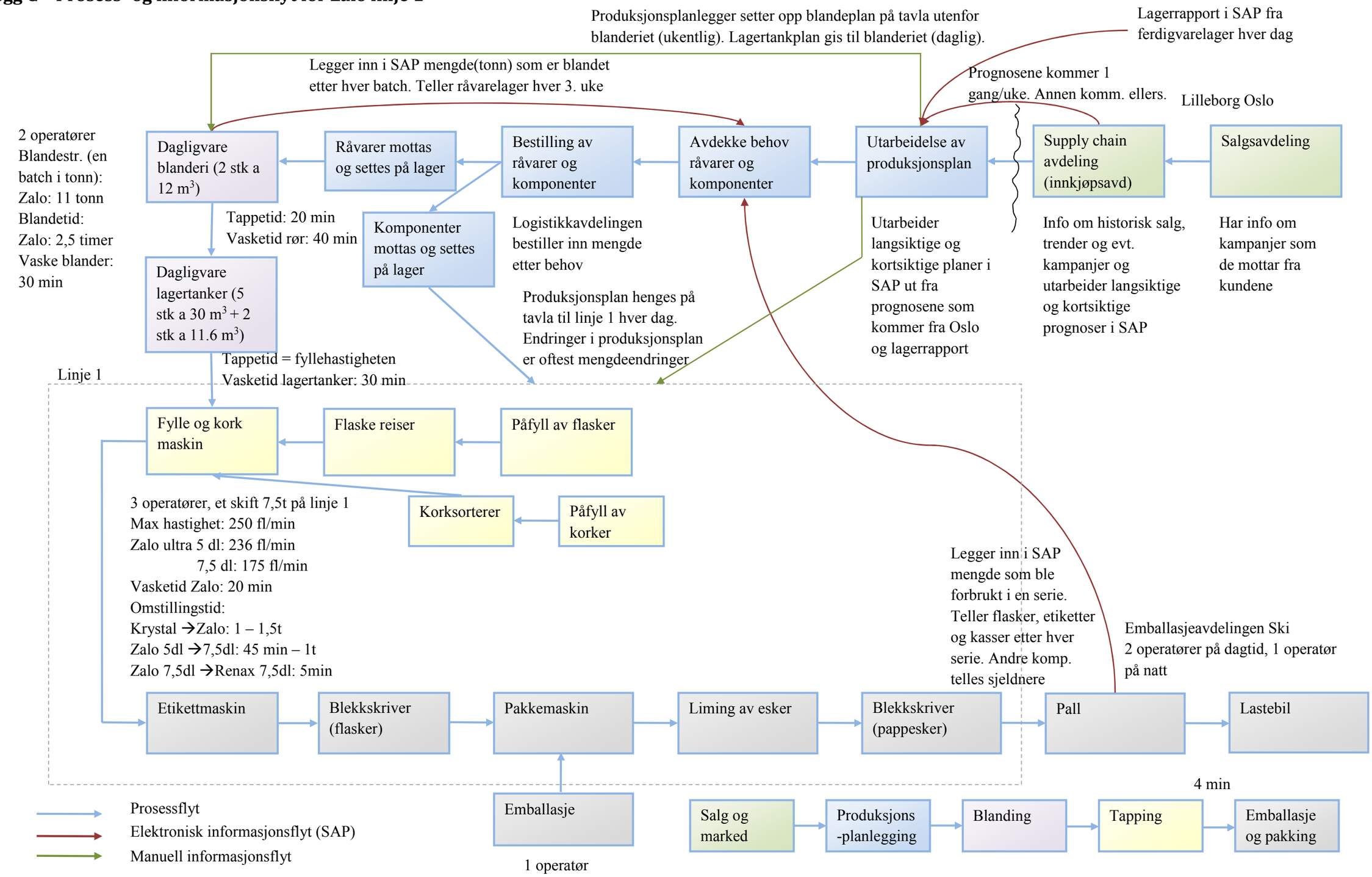
Varenr.	Varenavn	Gjennomsnitt av Blandstørrelse (kg)
961410	MV ZALO ULTRA	10939,1
961440	MV ZALO BAKTUS	10370,3
961450	MV ZALO SITRON	9836,6
961510	MV KRYSTAL Orig (zalo)	10978,9
L0961895	MV RENAX Ultra	10956,2
		10616

Vedlegg F – Produktspesifikasjon

Fra dette arket ble vekten for ferdigpakket kasse for de ulike produktene som produseres på linje 1 hentet ut.

Varenavn	**kg/D-pk**
Krystal vanlig 7,5 dl	9,05
Krystal furu 7,5 dl	9,05
Zalo Ultra 7,5 dl	11,69
Suma Renax 7,5 dl	11,81
Suma Renax 5 dl	12,6
Zalo Ultra 5 dl	12,47
Zalo Sitron og Anitbaktriell sampakk 5 dl	12,48
	11,3

Vedlegg G – Prosess- og informasjonsflyt for Zalo linje 1



Vedlegg H – Scenario 1-6

I dette vedlegget er scenario 1 til 6 inkludert.

Først presenteres scenario 1 til 4, som har vært hovedfokus i denne rapporten. Scenario 1 viser en ideell situasjon (uten stopp) med dagens lagertanksituasjon, mens scenario 2 viser den samme ideelle situasjonen, men med en ekstra lagertank. Scenario 3 viser dagens stopp- og lagertanksituasjon, mens scenario 4 viser samme stoppsituasjon men med en ekstra tank.

Til slutt i dette vedlegget vises scenario 5 og 6. Scenario 5 viser en tenkt situasjon hvor det er 1 time stopp på linje 1, og med dagens lagertanksituasjon. Scenario 6 viser den samme stoppsituasjonen, men hvor en ekstra tank er inkludert.