



Innføring av lean i Jernbaneverket

Påvirker lean oppetid og sikkerhet

Siv Kåsa Martin

Master i veg og jernbane

Innlevert: mai 2016

Hovedveileder: Kjell Arne Skoglund, BAT

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for bygg, anlegg og transport

Innføring av lean i Jernbanelverket Påvirker lean oppetid og sikkerhet.

Siv Kåsa Martin

Master i veg og jernbane

Innlevert: mai 2016

Hovedveileder: Kjell Arne Skoglund - Førsteamanuensis II,

Inst. for bygg, anlegg og transport, NTNU.

Forord

Masteroppgaven er en del av masterstudie 'Erfaringsbasert master vei og jernbane' ved Norges Tekniske- Naturvitenskaplige Universitet – NTNU. Masterprogrammet er et samarbeid mellom NTNU, Jernbaneverket og Vegvesenet.

Studiet består av totalt 90 studiepoeng der 60 er fordelt på ulike fag relatert til jernbane og de resterende 30 utgjør masteroppgaven. Studie var lagt opp til å tas på deltid ved siden av jobb.

Oppgaven ble skrevet i tidsrommet høst 2015 – vår 2016.

De ulike kursene i studiet har gitt en god oversikt over hvilket komplekst og sammensatt system jernbane er. Det har vært utrolig lærerikt og gitt kompetanse som vil være nyttig å ta med seg videre i arbeidet hos Jernbaneverket. Man vil ha et større grunnlag for å kunne se de store linjene og sammenhengene.

På veien mot en ferdig oppgave er det flere personer jeg gjerne vil rette en stor takke til for hjelp og bidrag.

Thomas Edlund som har vært min lokale veileder har svart på spørsmål, gitt meg gode råd i forbindelse med hvilken litteratur som er relevant og latt meg ta del i lean-pilot på Lillestrøm. Lean-navigatører på Lillestrøm – Christian Rennesund, Tord Aastad og Sigrun Strømsøyen for å ha tatt godt i mot meg og latt meg få et innblikk i transformasjonen på Lillestrøm. De var tålmodige og involverende selv om de hadde hendene fulle med lean-innføringen.

Kjell Arne Skoglund veileder fra NTNU som har lest oppgaven og kommet med tips både på innhold og struktur.

Til slutt en stor takk til Jernbaneverket ved Banesjef Bjørn Ståle Varnes og faggrupeleder Signal Ove Knutsen for at jeg har fått anledning til å delta på studie og bruke av arbeidstiden til gjennomføringen.

Drøbak 12. mai 2016

Siv Kåsa Martin

Sammendrag

I tildelingsbrevet fra Samferdselsdepartementet 23.12.14 fikk Jernbaneverket bla i oppgave å identifisere, redusere og fjerne tidstyver for å effektivisere driften.

Som tilsvare på dette ble det bestemt av Gorm Frimannslund direktør Infrastruktur at lean skal innføres i driftsapparatet i løpet av en periode på 3 år. Det ble igangsatt en pilot på Lillestrøm høsten 2015. De resterende driftsstedene skal tas fortløpende.

Begrepet lean og filosofien oppstod på starten av 50 tallet i forbindelse med effektiviseringen av bilproduksjonen hos Toyota i Japan. I den senere tid er lean innført i stadig flere bransjer.

Med dette som bakteppe syntes det interessant å skrive en masteroppgave som tok for seg drift i Jernbaneverket før og etter lean-innføringen og om det har påvirkning på oppetid og sikkerhet.

Det er foretatt en litteratur studie for å få en oversikt over hva som kjennetegner lean. For å få et innblikk i hvordan drift og vedlikehold utføres i Jernbaneverket i dag har det vært samtaler med fagpersoner på ulike nivå og gjennomgang av håndbøker og instruksjoner for vedlikehold i Jernbaneverkets interne styringssystemer. Deltakelse på lean-piloten på Lillestrøm har gjort det mulig å få kunnskap om hvordan lean-innføringen vil påvirke Jernbaneverket.

Lean er en filosofi og ikke bare et sett med verktøy. Lean må tilpasses den bedriften den skal innføres i. Elementer som går igjen i lean-litteraturen er verdi for kunden, fjerne sløsing, flyt, pull og kontinuerlig forbedring. Ved kontinuerlig forbedring er det viktig å finne rotårsaken til problemet. Hvordan dette implementeres, må tilpasses hver enkelt bedrift. Som Taiichi Ohne grunnlegger av lean i Toyota uttalte:

«All we are doing is looking at the timeline from the moment the customer gives us an order to the point we collect the cash. And we are reducing that time line by removing the non-value-adding waste» (Liker and Meier 2006).

Drift og vedlikehold i JBV i dag er delt i forebyggende vedlikehold (FVK) og akutt korrektivt vedlikehold/feilretting(AKV). Forebyggende vedlikeholdsrutiner blir utarbeidet i RAMS prosessen med grunnlag i RCM analyse. Forbedringer blir tatt hånd om i lokale og sentrale RAMS grupper. Den akutte feilrettingen har som fokus å rette feilen raskest mulig på en sikker måte slik at togtrafikken kommer i gang igjen. Kontinuerlig forbedring og rotårsak er elementer som benyttes innenfor JBV i dag, men de har nok ikke samme viktighet som i lean.

Ved lean-innføringen på Lillestrøm kjente man igjen mange elementer fra lean-litteraturen som sløsing, flyt, verdistrøm, standarder og medvirkning for alle. Det ble spesielt satt fokus på standarder for biler og lager, flyt i kommunikasjon, flyt i dataregistrering og å fjerne sløsing fra responstid ved akutte feil.

Konklusjonen i oppgaven er at det på nåværende tidspunkt ikke er mulig å ta ut statistikk fra Jernbaneverkets datasystemer som viser at opptiden har bedret seg ved innføring av lean. Årsakene er flere, men først og fremst er det for kort tid siden lean ble innført til at det har tegnet seg en tydelig trend. Kontinuerlig forbedring og fokus på rotårsaker vil over tid gi en mer robust bane som fører til færre akutte feil. Standarder på lager og biler gjør at fagarbeiderne slipper å lete etter verktøy og har de delene som trengs på lager når feil skal rettes.

Det finnes spor av lean i Jernbaneverket i dag. Som kontinuerlig forbedring og rotårsakanalyse, men det praktiseres ikke så gjennomført på alle nivå som beskrevet i lean-litteraturen. Det er ikke blitt en del av kulturen i bedriften.

Sikkerhet har høyt fokus i Jernbaneverket og styres til dels av lover og regler. Ut fra dette og det at lean skal tilpasses bedriften det innføres i vil ikke sikkerhet påvirkes negativt pga. lean. I lean-litteraturen beskrives SJA (sikker jobb analyse) som er verktøy for å heve bevisstheten rundt sikkerhet. SJA benyttes av Jernbaneverket i dag. I lean-transformasjonen på Lillestrøm var det fokus på å få opp antall innmeldte saker til Synergi, systemet for uønskede hendelser. I lean-litteraturen pekes det på at hendelser er en anledning til å bedre sikkerheten.

Abstract

In a letter of award from Ministry of Transport and communication dated 23.12.14 Jernbaneverket (JBV) got an assignment to reduce and eliminate time-consuming tasks which are unnecessary and to make the operation and maintenance of the railway more efficient.

As a response to this Gorm Frimannslund the CEO of the Infrastructure Division decided to implement lean in operation and maintenance during a period of three years. A pilot was started at Lillestrøm in fall 2015. The rest of the Operation and Maintenance (OAM) groups will implement lean sequentially after the pilot.

The idea and philosophy of lean started in the early fifties in conjunction with the efficiency improvement of the car industry in Japan. Today lean has been implemented in more and more industries. With this in mind it seemed like an interesting topic to write a Master's thesis about Jernbaneverket implementing lean in operation and maintenance and to look into if it will affect the safety and downtime of the railway system.

It was performed a literature study to get an overview of what characterizes lean. To get to know how operation and maintenance is performed in Jernbaneverket today there was conducted a series of interviews with specialists in different levels of the organisation and an examination of handbooks and instructions for operation and maintenance from the internal system of Jernbaneverket. Participation in lean pilot has made it possible to get knowledge to how the lean implementation will influence on Jernbaneverket.

Lean is a philosophy not just a set of tools. Lean must be adapted to the company at which it shall be implemented. The elements which repeat itself in the lean literature are value for the customer, remove waste, flow, pull and continuous improvement. With continuous improvement it is important to find the root cause of the problem. How this is implemented must be adapted to each and every company. As Taiichi Ohne the founder of lean in Toyota expressed it: «All we are doing is looking at the timeline from the moment the customer gives us an order to the point we collect the cash. And we are reducing that time line by removing the none-value-adding waste»(Liker and Meier 2006).

Operation and maintenance in JBV today is divided in preventive maintenance and acute corrective maintenance/fault correction. Preventive maintenance routines are developed in the RAMS process based on the RCM analysis. Improvements are handled in both local and

central RAMS groups. The focus for acute fault correction is to make the railway system available as quickly as possible for the train operators. Continuous improvement and search for root cause are elements used within JBV today, but not with the same awareness as in lean.

When lean was implemented at OAM Lillestrøm elements from the lean literature were identifiable for example waste, flow, standards and the opportunity for workers from all level in the organisation to participate in the transformation. The areas which got special attention were standards for cars and stocks, flow in the communication, flow in data registration and to eliminate waste in the response time for acute fault correction.

The conclusion is that at present time it is not possible to get statistic from the data system at Jernbaneverket which prove there has been an improvement of downtime due to lean implementation. There are multiple causes, but primarily the period of time since the lean implementation has been too short to see a distinct trend. Continuous improvement and search for root cause will over time result in a more robust railway system and lead to fewer acute fault corrections. Standards for cars and stocks lead to less searching for tools for the workers and they will have a good overview of the spare parts to use when error occurs.

There is trace of lean in JBV today. Like continuous improvement and root cause analysis, but it is not carried out consistently at all level in the organisation. It has not become a part of the culture in the organisation.

Safety is number one priority in Jernbaneverket today and is controlled partly by laws and regulations. Due to this fact and the idea of lean implemented in a way that is the best for the company, will secure that safety will not be negatively affected by lean. The lean literature describes JSA (Job Safety Analysis) as a method to engage the workforce in safety. Jernbaneverket make use of JSA in daily work today. Synergi is a system for the employees and other to report incidents that can influence the safety. One metric at the lean implementation at Lillestrøm was the number of reported incident. The lean literature says lean-thinkers see incidents as opportunities to improve safety.

Definisjoner

Synergi	Jernbaneverkets innrapporteringsystem av avvik/uønskede hendelser
AKV	Akutt korrektivt vedlikehold
UKV	Utsatt korrektivt vedlikehold
FVK	Forebyggende vedlikehold
ATC	Automatic Train Control - hastighetskontroll
TIOS	Trafikkinformasjon- og oppfølgingssystem Jernbaneverkets punktlighetsdatabase
Hvit tid	Tid der det ikke går tog
Lean-navigatør	Person som leder lean-innføring/transformasjon
JBV	Jernbaneverket
TPS	Toyota Production System
RAMS	Reliability – Availability – Maintainability - Safety
PUKK	Planlegg – Utfør – Kontroller – Korrigjer
PDCA	Plan – Do – Check – Act
RCM	Reliability centred Maintenance
MTBF	Mean Time Between Failure
MTTF	Mean Time To Failure
MDT	Mean Down Time
MRT	Mean Repair Time
MLD	Mean Logistic Delay
KL	Kjøreledning – brukes om høyspent
KPI	Key Performance Indicator
SJA	Sikker jobb analyse
Muda	Sløsing
Kaikaku	Radikal forbedring
Kaizen	Kontinuerlig forbedring
OAM	Operation and Maintenance

Innholdsfortegnelse

FORORD	III
SAMMENDRAG	IV
ABSTRACT	VI
DEFINISJONER	VIII
1 INNLEDNING	1
1.1 PROBLEMSTILLING.....	1
1.2 AVGRENSNING	1
1.3 FORMÅL.....	1
1.4 MÅLGRUPPEN	2
1.5 OPPGAVENS DISPOSISJON	2
1.6 OPPSUMMERING	2
2 BAKGRUNNSSTOFF	3
2.1 BAKGRUNN.....	3
2.2 METODE	3
2.2.1 Litteratursøk.....	5
2.2.2 Erfaringer og samtaler	5
2.2.3 Statistikk oppslag i DB.....	5
2.3 OPPSUMMERING	5
3 TEORI	6
3.1 LEAN	6
3.2 DAGENS SITUASJON I JBV	19
3.3 OPPETID	23
3.4 SIKKERHET	25
3.5 RAMS	26
3.6 OPPSUMMERING	30
4 ANALYSE	31
4.1 EN KORT BESKRIVELSE AV DE ULIKE FAGENE	31
4.2 HVORDAN UTFØRES VEDLIKEHOLDET I DAG.....	32
4.3 LEAN-PILOT LILLESTRØM	34
4.4 OPPTID LILLESTRØM FØR OG ETTER LEAN.	38
4.5 OPPSUMMERING	41
5 DISKUSJON	42

5.1	LEAN-PILOT	42
5.2	DAGENS SITUASJON.....	44
5.3	OPPSUMMERING	45
6	KONKLUSJON	46
7	VIDERE ARBEID	49
8	REFERANSELISTE	50
VEDLEGG	51
8.1	INTERVJU MED FAGPERSONER.....	51
8.2	SØK I TIOS.....	62

Figurliste

FIGUR 1 TOYOTA LEAN PYRAMIDE.....	8
FIGUR 2 FØR 5S BILDE	9
FIGUR 3 ETTER 5S - SORTER/STRUKTURER/SKINNE	9
FIGUR 4 EKSEMPEL PÅ STANDARDISERING	10
FIGUR 5 MAL FOR A3	10
FIGUR 6 KONTINUERLIG FORBEDRING	13
FIGUR 7 PDCA - PUKK HJULET	13
FIGUR 8 STANDARDISERING.....	14
FIGUR 9 VITENSKAPELIG METODE	15
FIGUR 10 ÅRSAKSKODE FORSINKELSER	23
FIGUR 11 FORSINKELSESTIMER	24
FIGUR 12 DE ULIKE FASENE I RAMS.....	27
FIGUR 13 JERNBANESYSTEMET.....	31
FIGUR 14 LOKALE TILPASNINGER PR BANESTREKNING	33
FIGUR 15 VERDISTRØMSANALYSE	36
FIGUR 16 FORBEDRINGSOMRÅDER ETTER TRANSFORMASJON	37
FIGUR 17 FORSINKELSESTIMER ALLE FAG FØR/ETTER LEAN.....	39
FIGUR 18 FORSINKELSESTIMER SIGNAL FØR LEAN	40
FIGUR 19 FORSINKELSESTIMER SIGNAL ETTER LEAN.....	40
FIGUR 20 5S UTFØRT PÅ BIL.....	43
FIGUR 21 EKSEMPEL PÅ TAVLE SOM BRUKES PÅ TAVLEMØTER	43

1 Innledning

Dette kapittelet gir en oversikt over problemstillingen med avgrensninger og hva som er formålet med oppgaven.

1.1 Problemstilling

Lean har vist seg å kunne brukes til effektivisering inne en mengde bransjer. Kan det også brukes innen for jernbane?

Mer spesifikt:

Kan lean føre til høyere oppetid og redusert rettetid samtidig som sikkerheten blir ivaretatt?

Oppetid og sikkerhet ligger innenfor RAMS i Jernbaneverket. Finnes det elementer av lean i Jernbaneverket i dag?

1.2 Avgrensning

Oppetid og sikkerhet ligger innenfor RAMS i Jernbaneverket. RAMS legger til rette for at det planlegges, prosjekteres og bygges infrastruktur som er sikker, pålitelig i forhold til feil og designet og bygget med tanke på drift og vedlikehold slik at målene for sikkerhet, punktlighet og regularitet oppnås.

I denne oppgaven avgrenses det til å se på hvordan lean påvirker drift og vedlikehold. Innen drift og vedlikehold fokuseres det så på MDT (Mean Down Time) og sikkerhet. Det er denne tiden driftspersonell kan redusere og som igjen har en direkte påvirkning på oppetiden.

Det ble innhentet informasjon fra fagene Signal, Bane og KL(Høyspent).

1.3 Formål

Formålet med oppgaven er å undersøke hvordan innføring av lean i Jernbaneverket kan påvirke oppetiden og om det har konsekvenser for sikkerheten. Samt å se om det finnes elementer av lean i Jernbaneverket i dag.

1.4 Målgruppen

Generelt miljøer som er interessert i lean og hvordan det kan innføres i et stadig bredere spekter av bedrifter/profesjoner. I litteratursøket fant jeg ikke noe om lean og jernbane så denne oppgaven vil være et tilskudd til det.

Siden lean skal innføres i Jernbaneverket i løpet av en 3 års periode kan denne oppgaven også være av interesse for involvert parter i Jernbaneverket.

1.5 Oppgavens disposisjon

Kapittel 1: Gir en oversikt over oppgavens problemstilling, avgrensning og formål.

Kapittel 2: En kort oppsummering av bakgrunnen for oppgaven samt metode beskrivelse.

Kapittel 3: Teori der det gis en beskrivelse av lean, dagens situasjon i Jernbaneverket, oppetid, sikkerhet og RAMS.

Kapittel 4: Gir en beskrivelse av lean-pilot og hvordan vedlikehold utføres i JBV.

Kapittel 5: Diskusjon av hva man lærte i litteraturstudiet og hva som kom frem ved intervjuer og lean-pilot.

Kapittel 6: Konklusjon

1.6 Oppsummering

Kapitelet gir en oversikt over problemstilling, avgrensning og formål med oppgaven.

2 Bakgrunnsstoff

Kapitlet inneholder en beskrivelse av bakgrunnen for oppgaven og hvilke metoder som er brukt for å innhente data.

2.1 Bakgrunn

Lean filosofien sprer seg til stadig flere bransjer, men ved søk i litteraturen kom det frem lite om lean i sammenheng med jernbane.

Det settes stadig strengere krav til effektiv utnyttelse av resurser også når det kommer til statlig eide selskaper som Jernbaneverket.

I tildelingsbrevet fra Samferdselsdepartementet 23.12.14 fikk Jernbaneverket bla i oppgave å effektivisere og å fjerne tidstyver. Ut fra dette ble det bestemt av Gorm Frimannslund direktør Infrastruktur at lean skulle innføres i driftsapparatet i løpet av en periode på 3 år.

Med bakgrunn i dette syntes det interessant å se nærmere på hvordan lean kan påvirke drift og vedlikehold i Jernbaneverket.

2.2 Metode

«Metode er en strategi eller en teknikk du benytter for løse problemer og komme frem til ny kunnskap» (Everett and Furuseth 2014)

Det er to metodevalg som er mye brukt og som vil bli brukt i denne oppgaven. Metodene beskrives kort.

Kvantitativ metode:

Forskere tar i bruk kvantitative metoder når de ønsker tallfeste noe, eller 'oversette' et datamateriale til tall for å gjøre det lettere å jobbe med. (Wikipedia)

«Kvantitative metoder er mer formalisert og strukturert. Metoden er i langt større grad preget av kontroll fra forskerens side.» (Holme and Solvang 1998)

Typiske kvantitativ metode er bruk av databaser og tall fra laboratorie- eller feltforsøk.

Kvalitativ metode:

Med kvalitative metoder søker vi først og fremst å forstå materialet. Det innebærer å finne meningsinnholdet, sette det i en større sammenheng (eller *kontekst*, som man ofte sier) og/eller vurdere hva det kan fortelle oss om vår fortid og samtid. (Melvær 2014)

«Kvalitative metoder innebærer i liten grad formalisering. Metoden har primært et siktemål om å skape forståelse.» (Holme and Solvang 1998)

Typisk bruk av kvalitativ metode er intervjuer.

Datakilder benyttet i arbeidet

Begrenset tid og økonomi gjør at f.eks. større spørreundersøkelse ikke lar seg gjennomføre.

Data er samlet inn fra Jernbaneverkets interne databaser og ved å intervju fagpersoner i Jernbaneverket.

Kvalitativt data som ble samlet inn var:

- Standarder i JBV i dag
- Lean-innføringen i JBV
- Hvordan utføres vedlikeholdet i dag.

Data ble innhentet gjennom samtaler rettet mot fagpersoner i JBV samt ved gjennomgang av dokumenter i Jernbaneverkets styringssystem.

Siden problemstillingen retter seg mot Jernbaneverket er det naturlig at datainnsamlingen foregår i Jernbaneverkets organisasjon og da særlig med personer som er knyttet mot vedlikehold eller innføring av lean.

Personene som intervjues er valgt ut ifra sin fagkunnskap.

Kvantitativ data som ble samlet inn var:

- Oppetider
- Antall AKV/UKV/FVK

For å samle inn denne dataen brukes Banedata og TIOS. Kvaliteten på denne dataen kan variere, men det er et høyt fokus på å bedre kvaliteten. Innføring av lean kan være et verktøy i denne sammenheng.

For å sette seg inn i hva lean er og for å få en god oversikt ble det utført en Litteraturstudie.

2.2.1 Litteratursøk

Bøkene som ble lest ble anbefalt av veileder og andre fagpersoner innen lean.

Ved søk på nett ble det funnet noe generell info om lean, men ikke noe som spesifikt omhandler jernbane.

Søkeord: lean, jernbane, railway, maintenance, vedlikehold, safety

2.2.2 Erfaringer og samtaler

Lokal veileder har kommet med innspill om lean generelt og rapporter og informasjon fra lean-pilot i Jernbaneverket.

Det er samlet inn data fra ulike fagpersoner i Jernbaneverket. Fagpersoner har vært alt fra banesjef, faggruppeteider, tilstandskontrollør og fagspesialister. Flere fag har vært representert dvs. Signal, Bane og KL.

Veileder fra NTNU har påsett at oppgaven ble gjennomført på en tilfredsstillende måte.

2.2.3 Statistikk oppslag i DB

For å finne informasjon om oppetid ble det søkt i TIOS som er Jernbaneverkets punktlighetsdatabase. Søkene ble gjort med hensyn på dato, banestrekninger og årsakskode.

Data ang Jernbaneverkets infrastruktur, drift og vedlikehold ligger i Banedata. Ut fra denne databasen hentet jeg informasjon ang antall utførte AKV, UKV og FVK som ble utført i en gitt periode.

2.3 Oppsummering

I dette kapitlet er det gjort rede for bakgrunnen for oppgaven og hvordan man har gått frem for å samle inn data til masteroppgaven. Det ble brukt flere metoder både kvalitativt og kvantitativ. For å få oversikt over lean ble det foretatt en litteraturstudie. Informasjon om drift og vedlikehold i Jernbaneverket ble samlet inn i samtaler med fagpersoner og ved søk i styringssystemet og annen dokumentasjon i Jernbaneverket.

3 Teori

I dette kapitlet gis det en innføring i lean og en beskrivelse av dagens drift og vedlikeholdssituasjon i Jernbaneverket.

Det er en kort beskrivelse av oppetid og sikkerhet samt RAMS som innbefatter alle de forannevnte elementene.

3.1 Lean

På starten av 1950 tallet fant Toyota det nødvendig å forbedre produksjonen sin for å overleve i en konkurranseutsatt bilbransje. Etter krigen hadde bedrifter i Japan store utfordringer med mangel på land, teknologi, maskiner, råmaterialer og finansielle ressurser (Modig and Åhlstrøm 2012).

Etter en kollaps i salget hos Toyota i 1949 sluttet Kiichiro Toyoda, grunnleggeren av Toyota Motor Corporation, i selskapet for å vise at ledelsen tok ansvaret for uføret bedriften var kommet i.

Eiji Toyoda nevø av Kiichiro Toyoda ble sendt til USA for å studere hvordan bilproduksjonen ble håndtert der (Womack, Jones et al. 1990). Han tok med seg mange gode ideer til forbedring av produksjonssystemet, men så at det var behov for tilpasninger. Deretter startet den lange veien på innføringen av det som skulle bli TPS – Toyota Production System. Med seg på denne reisen hadde Eiji Toyoda Taiichi Ohno som ofte blir kalt TPS' far (Modig and Åhlstrøm 2012).

Som nevnt tidligere var det stor knapphet på ressurser i Japan etter krigen. Dette farget sterkt Toyotas vei mot TPS. Konsekvensen av dette var at det ble viktig å gjøre de riktige tingene på rett måte ved første forsøk med et sterkt fokus på å ha oversikt over hele prosessen.

Med hele prosessen menes det at også leverandører tas med og at de også arbeider etter en lean-filosofi.

Hos Toyota førte dette til at de minsket antall leverandører, men lagde sterkere bånd mot de leverandørene de fortsatte samarbeidet med.

I 1965 var Toyota mer effektiv enn General Motor, Ford og Chrysler.

Toyota har bidratt til et paradigmeskifte inne produksjon (Liker and Meier 2006).

Det var John Krafcik som først tok i bruk ordet lean i artikkelen «Triumph of the Lean Production system» (Krafcik 1988) der han sammenlignet ulike produksjonskonsepter hos

bilprodusenter verden over. Ordet lean (smidig - slank) ble brukt fordi denne type produksjon brukte mindre av alt sammenlignet med masseproduksjon. Halvparten av menneskelige ressurser, halvparten av produksjonslokale, halvparten av investeringene i verktøy, halvparten av ressursbruken for å utvikle nye produkter og vesentlig mindre lager (Womack, Jones et al. 1990).

I boken «The Machine that changed the world» (Womack, Jones et al. 1990) beskrives forskning foretatt på forskjellen mellom masseproduksjon og lean produksjon. Forskningen ble utført av 'International Motor Vehicle Program' (IMVP) ved Massachusetts Institute of Technology (MIT). John Krafcik deltok i denne studien. Studien viser at lean produksjon slår masseproduksjon med god margin på produktivitet og mindre bruk av ressursene nevnt ovenfor.

Produsenter som jobbet etter en lean-filosofi hadde som mål kontinuerlig synkende kostander, ingen defekte deler, ingen lager og stor variasjon av produkter.

I starten ble lean forbundet med bilproduksjon, men nå finner man lean nær sagt innen alle bransjer som service, bank, forsikring, salg, regnskap, vedlikehold, helse, kommune sektoren osv.

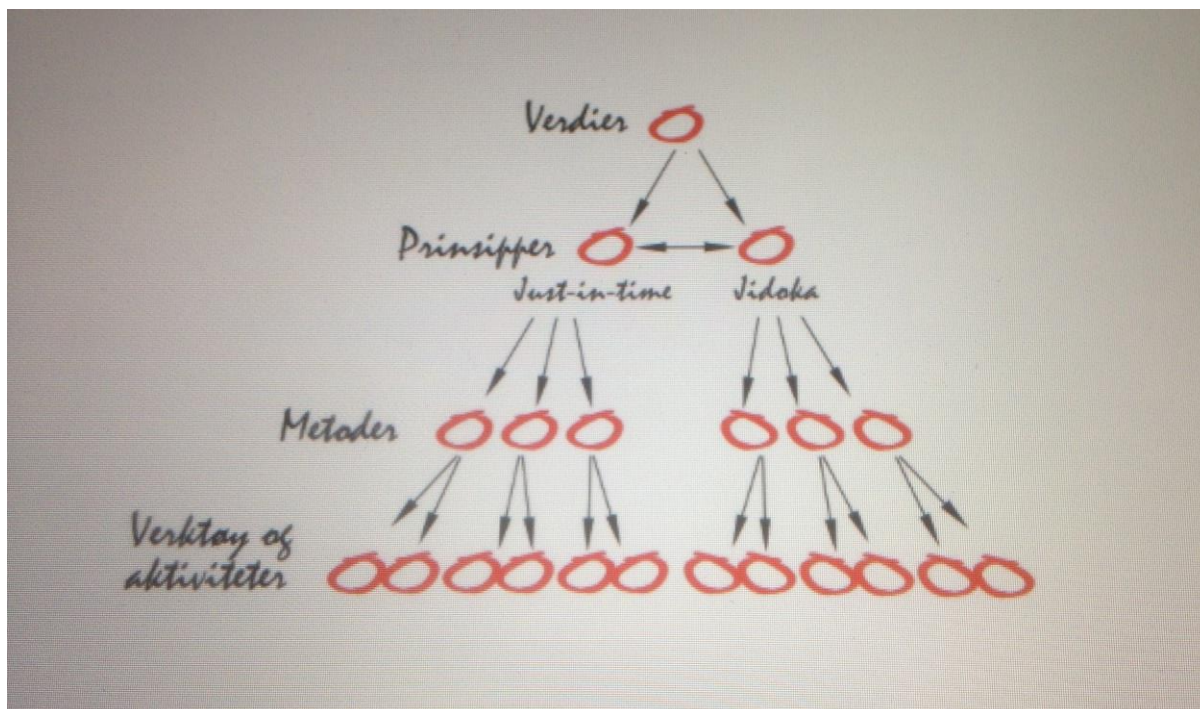
For at lean skal kunne brukes i et så vidt spekter av bransjer er det viktig at man ser overordnet på hva lean er og tilpasser det til hver enkelt. Alle verktøy passer ikke alle bransjer.

Hva er så lean

I boken «DETTE ER LEAN» (Modig and Åhlstrøm 2012) beskrives lean som en driftsstrategi for å oppnå et mål.

Boken inneholder en historie der en Toyota ansatt forklarer lean-filosofien.

Filosofien består av en pyramide der en har verdier på toppen fulgt av prinsipper, metoder og på bunn verktøy og aktiviteter. I pyramiden henger alt sammen med alt.



Figur 1 Toyota lean pyramide

Alle elementene i pyramiden utvikles over tid. Det er ikke noe bedriften ser klart for seg fra dag 1. Det er viktig å merke seg. Innføring av lean tar tid.

Toyota har utviklet dette til å bli:

- Verdi - 'Fokus på kunden'.
- Prinsipper - 'Just in time' og 'Jidoka'. Jidoka betyr 'automatisering med menneskelig intelligens' som skaper oversikt. Dvs. maskiner som oppdager feil og stopper seg selv.
- Metoder – f.eks. standardisering, visuell planlegging, verdistrømskartlegging
- Verktøy/Aktiviteter: 5S, A3, Tavle møter, Kaizen osv.

En kort beskrivelse av noen av verktøyene:

5S – Grunnlaget for å få til kontinuerlig forbedring og et godt samspill er skikkelig orden, system og trivsel der vi jobber (Berg Wig 2009). 5S er et verktøy for å få til dette.

De 5 Sene står for med norsk oversettelse og på japansk.

- Sortering «Seiri»

Fjerne unødig materiell, utstyr, dokumenter og datafiler

- Systematisering «Seiton»

Merke materiell og plasser det på oppmerkede plasser

- Skrubbe/rengjøre «Seiso»

Rengjøre arbeidsplass og utstyr

- Standardisering «Seiketsu»

Fastsette rutiner for overholdelse av orden og systematikk. Lage en oversiktlig skriftlig rutine på hvordan en gitt oppgave skal utføres

- Sikre «Shitsuke»

Fordele ansvar og følge opp.



Figur 2 Før S5 bilde



Figur 3 Etter S5 - sorter/strukturer/skinne

SS Produksjonsoppsett Kjøretøy Signal		
Følgelig Signer	Arbeidsområde / Kjøretøy	Ansvarsbærer Signer
Utviklet av: P3 Kjøretøy	Oppgjort: 12.08.2012	Revisjon: 1.0
Elektronisk versjon finnes under: http://www.oss.no/SS/produksjonsoppsett		
Overordnet formål med standardiserings		
1. Støtte til mål Kvalitetssikring Redusere Sikkerhet og miljø Løsnings- / forbedring	Sikkerhet Redusere Tid Redusere Sikkerhet Redusere	 Standardiserings- / forbedring
2. Støtte til delene Egenutvikling Sikkerhet Redusere Sikkerhet Redusere Sikkerhet Redusere Sikkerhet Redusere Sikkerhet Redusere	Sikkerhet Redusere Sikkerhet Redusere Sikkerhet Redusere Sikkerhet Redusere Sikkerhet Redusere	 Standardiserings- / forbedring
3. Kjøretøyets mål / forbedring Sikkerhet Redusere Sikkerhet Redusere	Sikkerhet Redusere Sikkerhet Redusere	
4. Sikkerhet Sikkerhet Redusere Sikkerhet Redusere	Sikkerhet Redusere Sikkerhet Redusere	

Figur 4 Eksempel på standardisering

5S kan høres enkelt ut, men som en japansk professor påpekte «5S ser ut som et strukturiltak, men er egentlig et kulturiltak». Endring av kultur er som regel en møysommelig prosess.

A3 - Et verktøy for å utføre kontinuerlig forbedring. Navnet kommer fra at man i utgangspunktet brukte et A3 ark for å beskrive problem, årsak og løsning. Hensikten er å få en oversiktlig beskrivelse av problemet, årsaken til problemet og hvordan man skal gå frem for å løse det. Som det står beskrevet i boken ‘Toyota Way fieldbook’ «Less can be more in report writing» (Liker and Meier 2006). Data som skal med i et A3 ark er bare det mest essensielle.

Date: Latest Draft	Owner: Preparer of the A3
Approval Date:	Manager Approval:

<p>BACKGROUND</p> <ul style="list-style-type: none"> Why are you talking about it? What is the business case? What business problem are you trying to solve or analyze? Be very concise – communicate WHY you are addressing this issue. 	<p>PROPOSAL</p> <ul style="list-style-type: none"> Your proposed countermeasures <p>PLAN</p> <ul style="list-style-type: none"> Timeline with who, what, when, where, how.
<p>CURRENT CONDITIONS</p> <ul style="list-style-type: none"> What is going on? Use facts, data, Be visual – use Pareto charts, pie charts, sketches Make the problem clear 	
<p>GOAL</p> <ul style="list-style-type: none"> State the specific target(s). State in measurable or identifiable terms. 	
<p>ANALYSIS</p> <ul style="list-style-type: none"> Use the simplest problem-analysis tool that will suffice to find the root cause of the problem: Five whys; fishbone diagram, problem or process analysis tree, 7 QC tools (old or new), tools from the Six Sigma, Kepner-Triagoe, Shainin, Taguchi, TRIZ or other toolbox of your choice. 	
	<p>FOLLOW UP</p> <ul style="list-style-type: none"> What issues or remaining problems can you anticipate?

Figur 5 Mal for A3

5 whys – Et verktøy for å finne frem til rotårsak til et problem. Ved å stille spørsmål til svaret som kom på forrige spørsmål finner man til slutt rotårsak til problemet.

Et viktig prinsipp innenfor lean er at alt man gjør er rettet mot å oppfylle verdiene.

Ut fra dette kan man ikke si at disse verktøyene f.eks. er lean. Hva som passer inn i lean-filosofien defineres av hvert enkelt firma.

Det er noen begreper som går igjen i dokumentasjonen om lean og det er verdi, verdistrøm, sløsing 'muda', flyt, pull, fullkommenhet og kontinuerlig forbedring.

Disse begrepene forklares nærmere.

Verdi: Verdi er alltid definert ut fra for kundens perspektiv. Hva vil kunden ha? Hva er verdifullt for kunden? Et annet ord for dette er visjon eller strategi. Hva vil bedriften oppnå og da med hva er verdi for kunden som ledestjerne.

Det kan være vanskelig å definere verdi fordi det for bedriften er enklest å produsere kjente produkter og fordi kunden ikke bestandig vet hva de vil ha. Hvem som er kunden kan også være vanskelig å definere. F.eks. på et sykehjem tenker man på pasienten/beboeren som kunden, men hva med kommunen som betaler for tjenestene? Er de også kunde?

I en del tilfeller går verdistrømmen over flere bedrifter og det er lett å tenke mest på sitt eget beste.

Verdistrøm: Kartlegge alle prosesser en vare eller tjeneste må gjennom fra oppstart til den overleveres kunden.

Når dette er kartlagt ser man hvor god flyt produktet har i strømmen og hvor mye sløsing det er på veien. Ideelt sett skal hver operasjon som utføres på enheten tilføre verdi. Gjør den ikke det er det sløsing. Sløsing skal minimeres og i beste fall helt bort. For å rydde bort sløsing kan det kjøres Kaikaku (radikal forbedring) eller Kaizen (kontinuerlig forbedringer).

Sløsing: Det japanske ordet for sløsing er muda. Sløsing er delt inn i 2 kategorier. Type 1 - sløsing som er unngåelig f.eks. fakturering. Det øker ikke verdien for kunden, men er nødvendig for bedriften. Type 2 er unødvendig sløsing. Dvs. sløsing som kan tas bort.

Type 2 sløsing er delt inn i 8 kategorier (Liker and Meier 2006).

1. Overproduksjon
2. Venting
3. Transport
4. Overprosessering
5. Lager
6. Overflødige bevegelser
7. Feilproduksjon
8. Ubrukt menneskelig kreativitet/intellekt

Flyt: Dette er muligens det ordet som best kjennetegner lean. Produktet/enheten skal flyte gjennom organisasjonen uten hindringer, sløsing, avbrudd, defekter eller lagring.

Å unngå lager gir flere fordeler. Man unngår mellomlagring og ut fra dette sparer plass som igjen gjør at man sparer penger. Om det blir feilproduksjon oppdages dette raskt og man unngår å ha deler som er defekte og ligger på lager. Taiichi Ohno sa «the more inventory you have, the less likely you have the one part you miss» (Womack and Jones 2003).

I boken «DETTE ER LEAN» (Modig and Åhlstrøm 2012) beskrives variasjon som den faktoren som begrenser flyten og som det ikke er mulig å bli helt kvitt. Det er variasjon i etterspørsel (kundebehov) og leveranser (organisasjonens ressurser).

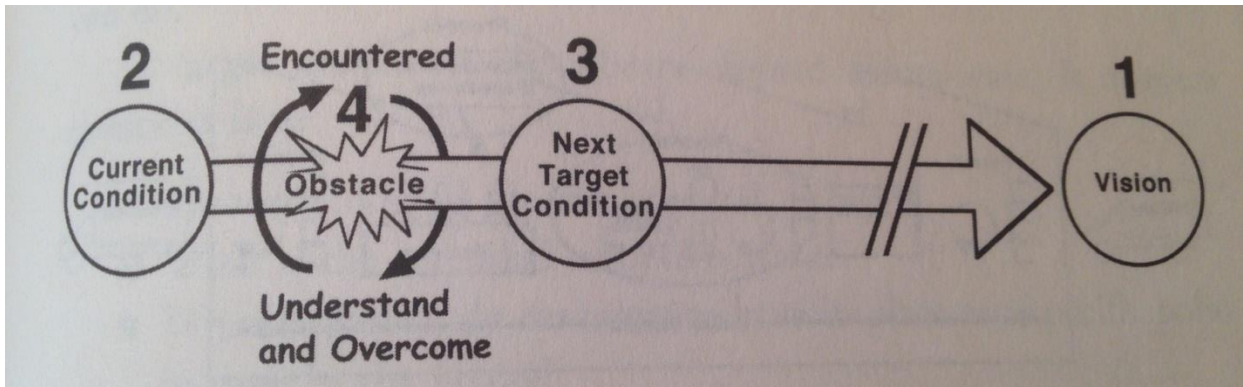
Taiichi Ohne beskrev flyten slik:

«All we are doing is looking at the timeline from the moment the customer gives us an order to the point we collect the cash. And we are reducing that time line by removing the non-value-adding waste» (Liker and Meier 2006).

Pull: Dvs. Varen blir ikke produsert før den er bestilt. Gjennom hele verdistrømmen til varen skal ikke en del eller service bli produsert før den er bestilt fra kunden lenger ned 'downstream' i produksjonssystemet. Ideelt sett vil det si at det aldri finnes mellomlagring. Dette er vanskelig å oppnå, men det skal jobbes kontinuerlig mot null lager.

«Don't make anything until it is needed; then make it very quickly» (Womack and Jones 2003).

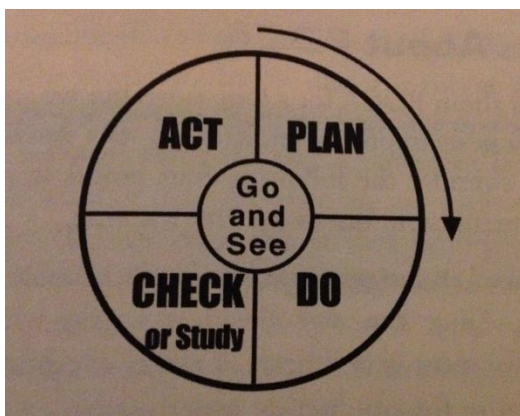
Kontinuerlig forbedring/perfeksjon: Prosessene i verdistrømmen blir kontinuerlig sett på for å se om det er forbedringer som kan innføres for å komme et steg videre mot visjonen/verdiene som er satt. Dette gjøres ved at man finner nåsituasjonen, setter seg neste mål som er på veien mot visjonen og bestemmer hva som må gjøres for å nå neste mål. Arbeidet med endringene som må utføres for å nå neste mål gir oss læring i å håndtere forbedringer (Rother 2010).



Figur 6 Kontinuerlig forbedring

(Rother 2010)

For å komme seg til neste mål (next target condition) brukes 'Plan-Do-Check-Act' som er det samme som PUKK hjulet på norsk (Planlegg-Utfør-Kontroller-Korriger).



Figur 7 PDCA - PUKK hjulet

(Rother 2010)

Plan: Planlegg eksakt hva du forventer å gjøre og utfallet av endringen. Dette er en hypotese.

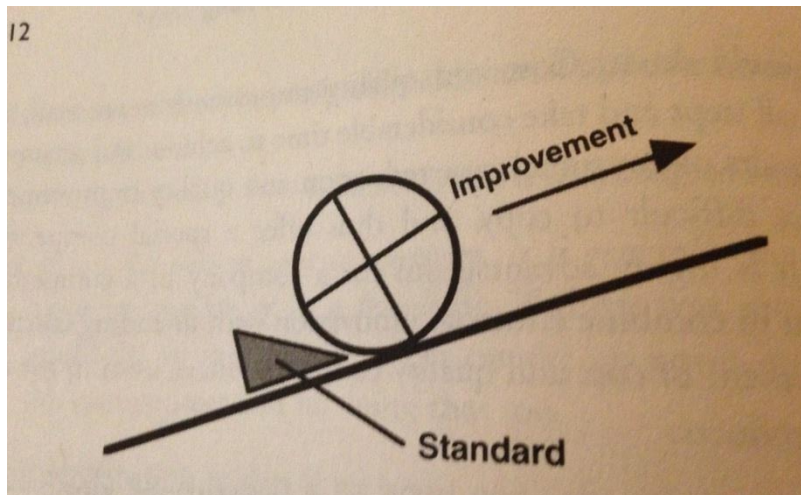
Do (eller prøv ut): Test hypotesen, dvs. prøv å kjøre prosessen med endringen og observer hva som skjer.

Check: Studer resultatet med hva du forventet ville skje.

Act: Standardiser og stabiliser det som fungerer og start PDCA syklusen igjen. Stadig på vei mot visjonen (Rother 2010).

Go and see/go to gemba: Som betyr at man går og ser hva som skjer ikke bare anta ut fra informasjon fra andre.

Ved å utføre PDCA en rekke ganger er man på vei mot 'Target Condition'.



Figur 8 Standardisering

(Rother 2010)

Det er ikke mulig å opprettholde et nivå av forbedring med standarder.

På veien mot visjonen som nås med kontinuerlig forbedring fungerer standardisering som en kile for å hindre tilbakefall hver gang vi har rotert kvalitetshjulet (Berg Wig 2009). Samtidig poengteres det i boken «Toyota KATA» (Rother 2010) at dersom man ikke fortsetter den kontinuerlige forbedringen vil etter hvert standardene og måten å jobbe på forvitte og man går tilbake til gamle synder.

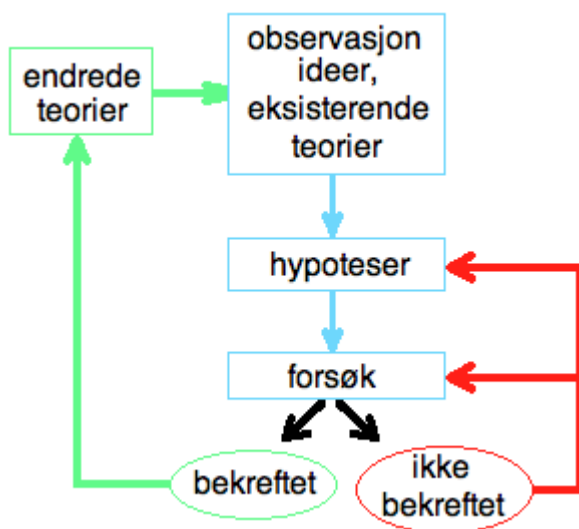
I boken «Toyota KATA» er det sammenfattet i 5 spørsmål hvordan Toyota beveger seg mot 'Target Condition'.

1. Hva er neste mål (target Condition)? Utfordringen.
2. Hva er situasjonen nå? Foreta en rotårsakanalyse.
3. Hvilke hindringer står i veien for å nå neste mål og hvilken starter man med først?
4. Hva er neste steg? (PDCA)
5. Når kan vi se hva vi har lært av dette steget/forbedringen?

Toyotas vei til suksess er ikke bygget på verktøyene, men måten de jobber på med kontinuerlig forbedring og læring (Rother 2010). Den kontinuerlige forbedringen sitter i ryggmargen på de ansatte i Toyota så de gjør det helt uten å tenke.

Forbedringer løses på en vitenskapelig måte (Spear and Bowen 1999). Dvs.

«Det er to steg i den vitenskapelige metoden. Den første er å samle data gjennom observasjon eller eksperimenter, den andre er å formulere og teste hypotesene. Deretter gjør man flere observasjoner eller eksperimenter dersom man trenger flere data.» (Wikipedia)



Figur 9 Vitenskapelig metode

En feil som kan gjøres når man streber mot perfektjon er å starte med alt for mye på en gang. Finn de 2 eller 3 mest viktige stegene som tar deg mot visjonen og utfør disse. Resten kommer etter hvert (Womack and Jones 2003).

Veien mot visjonen går ved å utføre kontinuerlige forbedringer og lære mens man går.

I boken «Lean Safety» (Hafey 2009) ses det på hvordan lean-prinsipper og verktøy kan brukes når man setter sikkerhet først istedenfor å forbedre syklustiden på prosessene.

Mange bedrifter har et sikkerhetsprogram, blant annet fordi det er lovpålagt. Ofte ligger ansvaret for sikkerhet hos noe med sikkerhet i tittelen og ansvaret gjennomsyrrer ikke bedriften fra topp til bunn. Det er innført sikkerhetsrutiner og hendelser og ulykker blir loggført. Utfordringen er at sikkerhetsrutinene først blir forbedret etter at det har vært en hendelse eller ulykke. Den kontinuerlige forbedringen mangler.

Ved at ansatte på alle nivå deltar i lean-prosesser som kaizen, 5S, rotårsakanalyse og at det ses kontinuerlig etter forbedringer på sikkerheten får alle de ansatte et eierforhold til sikkerhet. På samme måte som når lean brukes til å forbedre arbeidsprosesser med henblikk på å fjerne sløsing og gjøre dem mer effektive.

Et eksempel på dette kan være at man ser på hvordan man kan redusere ryggplager i en arbeidsprosess. En enkel løsning kunne være å sende de ansatte på løftekurs. Bruker man en lean tilnærming vil man se på hele arbeidsprosessen og se om det er mulig å få til en prosess der løfting unngås. Ofte ser man at i tillegg til at sikkerheten blir bedre blir det bedre flyt på arbeidsprosessen og endringen har en positiv effekt både på lean safety og lean med henblikk på reduksjon av sløsing og effektivisering av arbeidsprosess.

Registrering av data er viktig for å kunne si noe om nivået på sikkerhet. De sikkerhetstiltakene som er lovpålagt krever også loggføring og eventuelt tilbakemelding til lovgivende instans. Tall som ofte brukes er antall ulykker og målet er ofte satt f.eks. til 0 alvorlig skadde i løpet av en gitt tidsperiode. Forhåpentligvis oppnås dette målet og det er bra, men det sier ikke noe om hva som er gjort i forhold til forbedring av sikkerhetsarbeidet. I lean Safety vil man innføre måleparametere som antall hendelser rapportert, antall sikkerhetsforbedringer, antall sikkerhets observasjoner (man observerer at kollegaer gjør jobben sikkert), antall SJA (sikker jobb analyse). Dette er en mye mer proaktiv måte å drive sikkerhetsarbeid på.

Målinger og tall er også viktig for å kunne bevise at endringer som er gjort fører til forbedringer. Rapportering av hendelser ses på som en mulighet til forbedringer, ikke som at de ansatte ikke har gjort jobben sin. Fokuset er på prosess ikke de ansatte.

Et verktøy for å involvere de ansatte i sikkerhetsarbeid er SJA (Sikker jobb analyse). Her identifiseres, analyseres og beskrives alle steg i en spesifikk jobb og det vurderes om noen av stegene kan føre til en sikkerhetsrisiko. Om så er tilfelle skal det foreslås tiltak for å eliminere eller redusere faren for skade eller sykdom.

Passer lean inn i det norske arbeidslivet?

Boken «Lean blir norsk» (Rolfesen 2014) undersøker hvordan lean kan innføres i det norske arbeidslivet.

Den 'Norske modellen' beskrives og innbefatter velferdsstaten, arbeidslivsmodellen og samarbeidsmodellen. I 1964 ble det startet et prosjekt for å finne nye måter å organisere arbeidslivet på. Ut av dette prosjektet kom det fire tydelige resultater: stor grad av gruppearbeid, ordninger for representativ medvirkning, ny arbeidsmiljølov og avtale mellom partene om bedriftsutvikling.

Disse resultatene bortsett fra representativ medvirkning settes opp mot lean. I tillegg tas ledelse med.

Boken oppsummerer med at:

- Teamarbeid på norsk handler om å utvikle team som får delegert så mye ansvar som mulig gitt de rammebetingelsene man opererer innenfor.
- Partnerskap handler om at ledelse og tillitsvalgte sammen finner en løsning på hvordan det best kan fungere i egen virksomhet, og ikke minst er enig om at lean er en viktig del av virksomhetens strategi.
- Arbeidsmiljø blir i bred forstand alltid høyt prioritert.
- Norsk ledelse defineres som demokratisk ledelse (Levin, Nilssen et al. 2012) som innebærer samarbeid mellom med tillitsvalgte gjennom partnerskap, sterkt fokus på medvirkning i daglig arbeidsutførelse, og at en kjenner virksomheten godt og har et langsiktig perspektiv på endringer.

Er lean bare fantastisk?

Fagforeninger i USA har hatt motforestillinger mot lean og mener det skaper unødig mye stress for arbeiderne ved at det hele tiden letes etter 'sløsing' i systemet som ubrukt arbeidstid, overflødige ansatte og overflødig lager for deretter å kvitte seg med det (Womack, Jones et al. 1990).

Fagforeningen gikk så lang som å kalle det 'mean production' isteden for lean production (Rolfesen 2014).

I mange bedrifter har innføring av lean ført til nedbemanning. Toyota lovet sine ansatte at ingen skulle miste jobben med innføring av lean. (Womack and Jones 2003). Andre firmaer har gjort det samme.

Dersom europeiske produsenter går over til lean uten å få større markedsandel trenger de bare halvparten av arbeidsstyrken de har i dag (Womack, Jones et al. 1990).

Et viktig prinsipp i lean er visualisering. Motstandere av lean mener dette fører til overvåkning av arbeidsplassen (Rolfen 2014).

Darius Mehri er en amerikaner som jobbet 3 år i Japan for en bedrift i Toyota gruppen. Han jobbet som dataingeniør. Samtidig utførte han en studie på hvordan lean påvirket menneske.

Ut fra denne studien konkluderte han med at lean førte til:

- Begrenset kreativitet og innovasjon.
- Begrenset faglig kunnskap
- Isolasjon og mobbing
- Farlige tilstander i produksjonen.
- Arbeidsulykker ble dysset ned
- Mye overtid
- Dårlig livskvalitet for arbeiderne

(Mehri 2006)

3.2 Dagens situasjon i JBV

Krav og føringer for drift og vedlikehold i Jernbaneverket defineres av Teknisk regelverk, Håndboken for vedlikehold og Generiske arbeidsrutiner.

Jernbaneverkets tekniske regelverk er en samlebetegnelse for normaler innenfor de ulike jernbanetekniske fagområder.

Arbeidsrutinene gir en oversikt over aktiviteter som er nødvendige for å vedlikeholde et system eller et objekt. Med generisk menes stor grad av likhet og overførbarhet mellom komponenter og systemer med hensyn til teknisk oppbygging, virkemåte og sviktårsaker.

I Jernbaneverkets Vedlikeholds håndbok står det beskrevet:

«Vedlikeholdsstrategien i JBV skal bidra til å oppnå langsiktige mål for infrastrukturens utvikling samt sørge for enhetlig tenkning og bevisstgjøring av hvilken funksjon vedlikeholdet skal ha.»

«Vedlikeholdet av Jernbaneverkets infrastruktur skal være kostnadseffektivt og sørge for optimal utnyttelse av infrastrukturen med ivaretagelse av personsikkerhet, materielle verdier og miljø ved å:

- Opprettholde funksjonskrav
- Heve kvaliteten i anleggene med tanke på feilfrekvenser og sporkvalitet for å oppnå reduserte avvikskostnader
- Arbeide for optimal levetid på anleggene

»

Forebyggende vedlikehold i Jernbaneverket skal optimaliseres ved hjelp av pålitelighetsstyrt vedlikehold (RCM). Dette innebærer at:

Alle ”Vedlikeholdskritiske funksjoner” skal følges opp gjennom forebyggende vedlikehold. Når det utføres forebyggende vedlikehold gjøres dette ut fra generiske arbeidsrutiner.

En funksjon er vedlikeholds kritisk ut i fra risiko for svikt i forhold til:



Alle andre funksjoner kan ivaretas ved korrektivt vedlikehold, dvs. etter funksjonssvikt.

Pålitelighetsstyrt vedlikehold (RCM = Reliability Centred Maintenance) er en metode for:

- systematisk analyse av systemfunksjoner
- hvordan disse kan feile, for å kunne:
- etablere et forebyggende vedlikeholdsprogram som balanserer:
 - sikkerhet
 - tilgjengelighet
 - kostnader

RCM er en metode med stor anerkjennelse, og ble først utviklet i flyindustrien på 60-tallet.

RAMS prosessen som er beskrevet i kapittel 3.5 følger systemet fra det oppstår i planleggingsfasen til det kobles ned etter endt levetid. I denne prosessen sikrer man blant annet at systemet kan driftes og vedlikeholds på en optimal måte. Det er gjennom RAMS

prosessen de generiske arbeidsrutinene for forebyggende vedlikehold opprettes. Arbeidsrutinene utarbeides med basis i RCM analysene.

I en RCM analyse identifiseres sikkerhetskritiske funksjoner. Det vil si funksjoner dersom de feiler kan forårsake økt sikkerhetsrisiko. Disse funksjonene er spesielt merket i de generiske arbeidsrutinene.

I tillegg til dette har Jernbaneverket RAMS grupper som jobber med kontinuerlig forbedring. Det er to nivåer av RAMS grupper.

Sentral RAMS-gruppe

Det overordnede arbeidet med kontinuerlig forbedring av vedlikeholdet er organisert rundt sentrale RAMS-grupper per fag bestående av representanter fra Eier av infrastruktur samt ansvarlige for teknisk regelverk og fagpersoner fra det teknisk støtteapparat. Ansvar for ledelse og gjennomføring av sentralt RAMS-arbeid er vedlikeholdsdirektøren.

Sentrale RAMS-grupper vil også være et viktig forum for å behandle forslag til oppdatering og forbedring av teknisk regelverk vedlikehold, samt formidling av god praksis.

Lokalt RAMS arbeid

En viktig del av arbeidet med kontinuerlig forbedring av det forebyggende vedlikeholdet er justering av vedlikeholdsopplegget (intervaller og type vedlikehold basert på lokalkunnskap og tekniske vurderinger). I tillegg kommer planlegging og hensiktsmessig organisering av jobber med mer. Det er den enkelte Eier av infrastruktur som har ansvar for at det gjennomføres lokalt RAMS-arbeid. Sentrale personer i det lokale RAMS-arbeidet vil være ledere på faglig nivå, vedlikeholdspersonell og fagpersoner i det tekniske støtteapparatet.

I arbeidet med kontinuerlig forbedring er det en grunnleggende forutsetning systematisk å samle inn og analysere erfaringsdata og bruk av godt faglig skjønn. De viktigste elementene i forbedringsarbeidet består i:

- Rotårsaksanalyser av hyppige og /eller kritiske feiltyper for å avdekke svakheter i forebyggende vedlikehold, instruksjoner eller design
- Kartlegge, formidle og implementere god praksis
- Finne optimalt tidspunkt for fornyelse eller kvalitetsheving ved økende kostnader knyttet til svekket kvalitet

- Optimalisering av intervaller (Intervalloptimalisering) for forebyggende vedlikehold ved kontinuerlig oppdatering av pålitelighetsparametere, og kostnadstall knyttet til vedlikeholdskostnader og konsekvenser ved feil.

Grovt sett kan vedlikehold deles inn i to grupper, forebyggende vedlikehold og korrektivt vedlikehold.

Forebyggende vedlikehold planlegges og styres ved hjelp av BaneData. Korrektivt vedlikehold rapporteres og følges opp med støtte i BaneData

Banedata er Jernbaneverkets infrastrukturdatabase og vedlikeholdsverktøy.

Forebyggende vedlikehold utføres etter fastsatte arbeidsrutiner. Hva som skal utføres er fastlagt, men det er ikke spesifisert nøyaktig hvordan jobben utføres.

Ved korrektivt vedlikehold er fokuset å rette feilen fortest mulig og med sikkerhet ivaretatt.

Det er ikke standardisert hvordan dette gjøres.

3.3 Oppetid

Oppetid er forholdet mellom planlagte togtimer og forsinkelsestimer registrert på kode 1-6 og 92 i TIOS. Forsinkelsen kobles også mot de ulike fagene signal, tele, bane og KL (Høyspent). Det kommer er kort oversikt over fagene i kapittel 4.

Infrastruktur	Trafikkavvikling	Togselskaper	Utenforliggende forhold
1. Bane 2. Sikringsanlegg, signalanlegg og fjernstyring 3. Elkraft/kontakt-ledningsanlegg 4. Tele 5. Planlagt vedlikeholdsarbeid 6. Materiell med feil sperrer spor	7. Trafikkavvikling	81. Feil på materiell 82. Materiell sent satt opp i togspor 83. Manglende personell 84. Stasjonsopphold 85. Planforutsetninger ikke oppfylt	91. Forsinkelse fra utlandet 92. Ytre forhold (eks. vær) 93. Uhell påkjørsel 94. Uønsket hendelse

Figur 10 Årsakskode forsinkelser

Beregningsformel for oppetid:

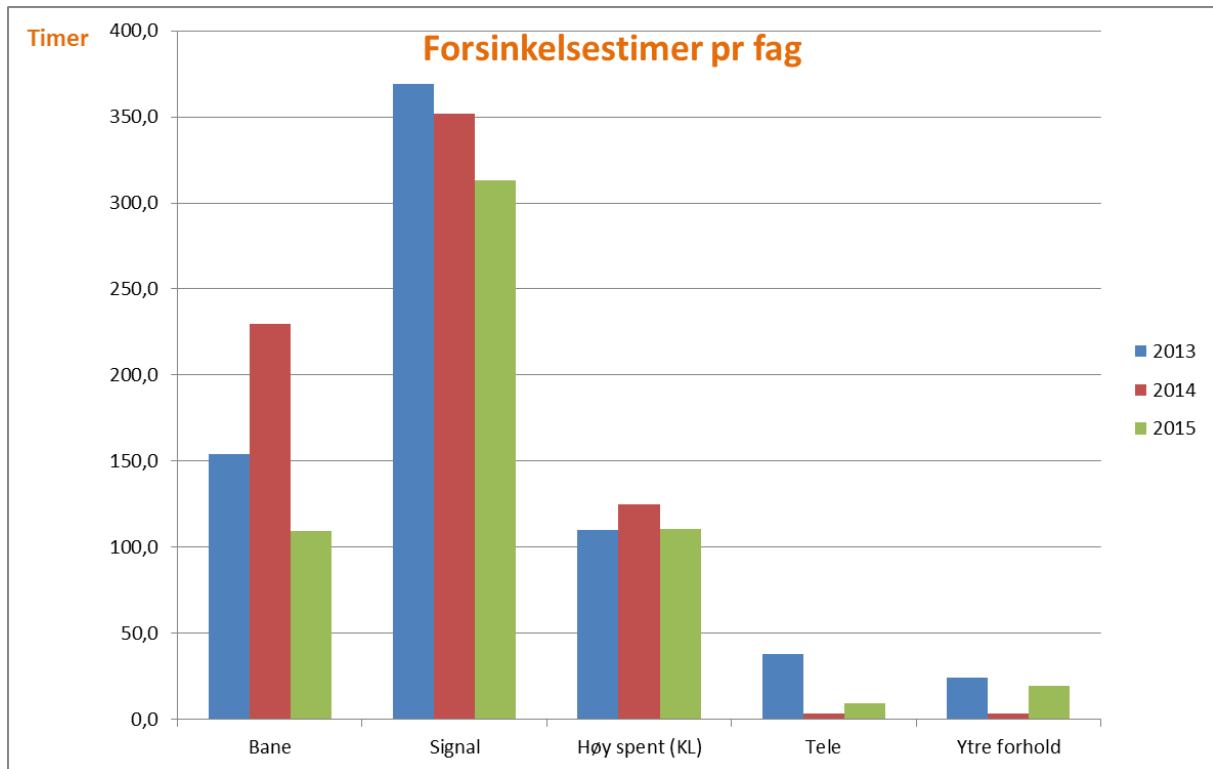
$$\text{Oppetid \%} = (\text{Antall planlagte togtimer} - \text{Antall forsinkelsestimer}) * 100 / \text{Antall planlagte togtimer}$$

TIOS er Jernbaneverkets punktlighetsdatabase. I denne databasen blir planlagte rutetider sammenlignet med faktiske rutetider og det kan tas ut rapporter på forsinkelser og punktlighet. Forsinkelsene blir koblet mot årsakskoder.

Til å beregne oppetiden brukes årsakskodene. Kvaliteten på denne dataen er varierende og må tolkes med varsomhet. Det kan være ulik forståelse på årsak fra de som registrerer. Det jobbes kontinuerlig med å forbedre datakvaliteten.

Når de generiske arbeidsrutinene utarbeides i RAMS prosessen har de med oppetid som parameter. Ut fra hvor høy oppetid som kreves for strekningen er det gitt hvor mye tid som kan brukes på vedlikehold og hvor robuste delene i systemet må være.

Grafen under viser forsinkelsestimer på en gitt banestrekning ikke for hele Jernbaneverkets infrastruktur.



Figur 11 Forsinkelsestimer

Man forholder seg ulikt til begrepet oppetid i prosjekt og drift.

Prosjektene får tildelt et oppetidskrav som oppfylles gjennom RAMS prosessen. F.eks systemene som velges må være så stabile at de ikke feiler oftere enn det som er akseptabelt.

I drift sørger man for at funksjoner opprettholdes dvs. ikke feiler ved at det er rett intervall på vedlikeholdet. Man finner balanse på intervaller av vedlikehold og rett utstyr slik at man får minimalt med AKVer. Dersom systemet ikke feiler, har man heller ikke nedetid med forsinkelser for togtrafikken.

3.4 Sikkerhet

Sikkerhet er det som skal settes først i alle hensende. Dette gjelder også vedlikehold. Ut fra dette er det viktig å reflektere over om det har noen innvirkning på sikkerheten at Jernbaneverket innfører lean-filosofi i drift og vedlikehold.

Jernbaneverkets sikkerhetspolitikk er definert som:

«Jernbaneverket arbeider systematisk for kontinuerlig forbedring av sikkerheten for å unngå skade på mennesker, miljø og materielle verdier.» (Styringssystemet – Sikkerhetsstyring i JBV)

Omfanget av Jernbaneverkets sikkerhetsstyring er gitt av Jernbaneloven og Jernbaneundersøkelsesloven med underliggende forskrifter.

Hendelser som går på sikkerhet skal meldes inn i Synergi som er Jernbaneverkets innrapporteringsystem av avvik. Det er et stort fokus på at alt som kan ha innvirkning på sikkerhet meldes inn.

Risikovurdering skal inngå som beslutningsstøtte for alle beslutninger av sikkerhetsmessig betydning eller der beslutninger er beheftet med store usikkerheter.

Dette gjelder innen alle virksomhetens aktiviteter, både utredning, planlegging, drift og vedlikehold, trafikkstyring, togframføring og administrative prosesser. Det omfatter endringer innenfor både teknikk, teknologi, operasjonelle prosedyrer, regler og standarder og organisasjonsendringer.

Risikovurderingen er en del av RAMS prosessen som igjen gir grunnlaget for utarbeidelse av de generiske arbeidsrutinene som benyttes ved forebyggende vedlikehold.

Ved drift og vedlikehold skal det utarbeides SJA (Sikker Jobb analyse) når en jobb skal utføres. Ved forebyggende vedlikehold (FVK) lages det en generisk SJA som de som utfører jobben gjør seg kjent med og skriver under på. Ved akutt korrektivt vedlikehold eller andre planlagte jobber lages det SJA pr jobb.

En SJA identifiseres, analyseres og beskrives alle steg i en spesifikk jobb og det vurderes om noen av stegene kan føre til en sikkerhetsrisiko. Om så er tilfelle skal det foreslås tiltak for å eliminere eller redusere faren for skade eller sykdom.

Fra sikkerhetshåndboken til JBV kapittel 7.2:

«Kontinuerlig forbedring ligger til grunn for Jernbaneverkets sikkerhetspolitikk og sikkerhetsarbeid. Læring gjennom revisjoner, granskinger og oppfølging av uønskede hendelser utgjør, sammen med læring av ønskede hendelser, grunnlaget for kontinuerlig forbedring. Læring kan beskrives som en kontinuerlig prosess der elementene planlegge – utføre – kontrollere – korrigere gjentas innenfor alle aktiviteter og på alle nivåer. Jernbaneverket tilstreber det som kalles dobbelkretslæring, der feil ikke bare korrigeres lokalt, men der organisasjonen evner å se læring på tvers av fag, enhet og geografi.»

3.5 RAMS

RAMS i Jernbaneverket legger til rette for at det planlegges, prosjekteres og bygges infrastruktur som er sikker, pålitelig i forhold til feil og designet og bygget med tanke på drift og vedlikehold slik at målene for sikkerhet, punktlighet og regularitet oppnås.

De generiske arbeidsrutinene som blir benyttet ved forebyggende vedlikehold utarbeides i RAMS prosessen. Hvordan systemet driftes og vedlikeholdes avspeiler krav til oppetid.

Det er også egne RAMS grupper som arbeider med kontinuerlig forbedring.

RAMS er en samlet betegnelse for jernbanesystemets egenskap for sikkerhet (S) og tilgjengelighet (A). Tilgjengelighet er uttrykt ved kombinasjonen av jernbaneinfrastrukturens pålitelighet (R) og hvorvidt det er mulig å gjøre vedlikehold (M) på systemene. De tre siste parameterne utgjør til sammen RAM-egenskapene til jernbaneinfrastrukturen.

Oppsummert er RAMS forkortelse for:

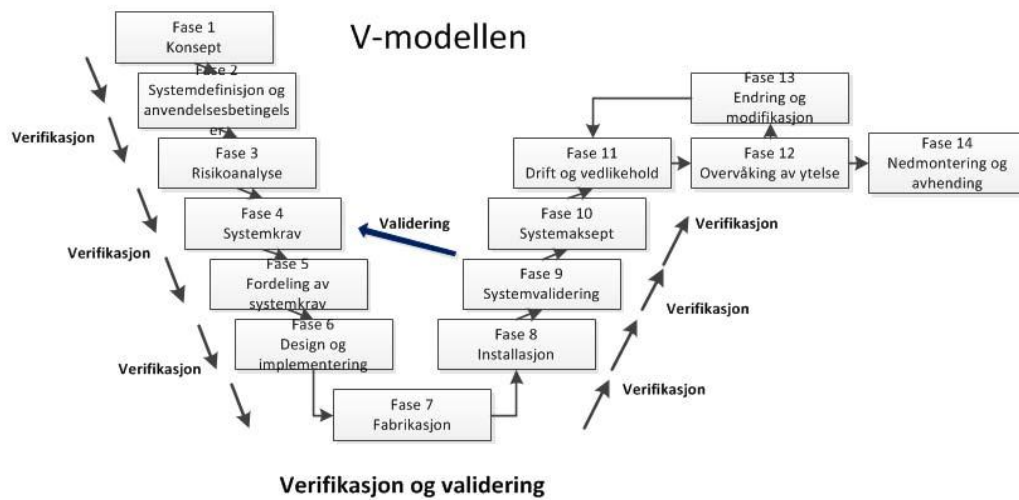
R – Reliability - Pålitelighet

A – Availability – Tilgjengelighet - Oppetid

M – Maintainability - Vedlikeholdbarhet

S – Safety - Sikkerhet

CENELEC EN 50129 er en jernbanespesifikk standard som definerer RAMS.



Figur 12 De ulike fasene i RAMS

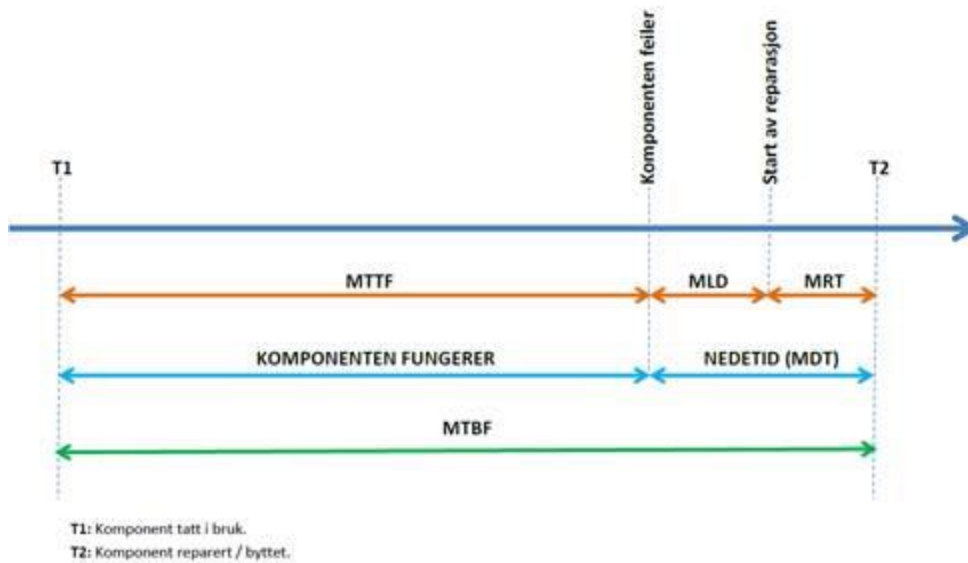
(RAMS)

I RAMS prosessen tas det stilling til de ulike parameterne beskrevet under og som er viktige parametere i forhold til drift og vedlikehold og selvsagt jernbanesystemets oppetid.

DEFINISJONER:

- MTBF Gjennomsnittlig tid mellom feil (Mean Time Between Failure)
- MTTF Gjennomsnittlig tid til feil (Mean Time To Failure)
- MDT Gjennomsnittlig nedetid (Mean Down Time)
- MRT Gjennomsnittlig reparasjonstid (Mean Repair Time)
- MLD Gjennomsnittlig logistisk forsinkelse (Mean Logistic Delay)

MTBF – FIGUR



Figuren viser sammenhengen mellom MTBF, MTTF, MRT og MLD

Gjennomsnittlig tid mellom feil (Mean Time Between Failure) kan beregnes som $MTBF = MTTF + MRT + MLD$ som illustrert i figuren, der T1 og T2 angir tidsløpet fra komponenten fungerer, feiler og blir reparert, til komponenten fungerer igjen.

Oppetid er vist som MTTF, og nedetid er vist som $MDT = MLD + MRT$.

Mean Time To Failure (MTTF) som utledes av analysen benyttes til å stille pålitelighetskrav for relevante objekter/komponenter/systemer. Disse kravene gjøres gjeldene for leverandører. I tillegg kan MTTF tallene påvirke:

- Krav til rutiner/metodikk/verktøy i installasjonsfasen dersom RAM analysen har spesielle forutsetninger når det gjelder dette
- Infrastruktureiers detaljerte drift og vedlikeholdsplan dersom MTTF forutsetter spesifikke vedlikeholdsintervaller og/eller metoder

Mean Logistical Delay (MLD) som brukt i analysen gir krav til:

- Innkjøp av reservedeler
- Infrastruktureiers detaljerte drift og vedlikeholdsplan når det gjelder hvor personell og reservedeler skal plasseres langs strekningen (utrykningstid)

Mean Repair Time (MRT) som brukt i analysen gir krav til:

- Hvor raskt det skal være å bytte/reparere noe som er defekt, og vil bli gjort gjeldende for leverandørene

$$\text{MDT} = \text{MLD} + \text{MRT}$$

Lengden på MLD er fastsatt av hvordan vedlikeholdet/feilrettingen utføres og hvordan reservedeler (lager) og personell fordeles langs banestrekningen.

RAMS prosessen skal også sikre at det blir tatt med i betraktningen alt fra starten av prosjektene hvordan drift og vedlikehold av systemene skal gjennomføres. Det defineres en vedlikeholdsmodell.

Vedlikeholdsmodell:

Krav om framtidig forebyggende vedlikehold skal innarbeides gjennom en overordnet vedlikeholdsmodell.

Denne modellen skal vurderes opp mot rutemodell for å verifisere om det er mulig å gjennomføre forebyggende vedlikehold uten å påvirke rutemodellen negativt.

Informasjon om nødvendige vedlikeholdsaktiviteter for systemene på strekningen som analyseres skal samles inn for å estimere strekningens totale behov for forebyggende (planlagt) vedlikehold.

For strekningen defineres:

- Aktuelle vedlikeholdsaktiviteter
- Hvor mye tid hver vedlikeholdsaktivitet krever
- Hvor ofte vedlikeholdsaktivitetene utføres
- Konsekvens (ett eller begge spor stengt)

Vedlikeholdsplanen skal i utgangspunktet basere seg på følgende forutsetninger:

- Årlig generisk vedlikehold skal utføres i trafikkfrie perioder i driftsdøgnet
- Større vedlikeholdsoppgaver som ikke er en del av de årlige kontrollene, skal utføres i planlagte togfrie perioder, eksempelvis i forbindelse med togfrie helger eller lengre planlagte brudd i togtrafikken.

Dersom disse forutsetningen er gyldige, vil ikke forebyggende vedlikehold påvirke daglig drift negativt, og vil dermed heller ikke påvirke beregninger av hvilken oppetid man forventer å oppnå på strekningen.

3.6 Oppsummering

Ut fra et konkurranseutsatt bilmarked i Japan startet Toyota en ny måte å tenke produksjon på som ble kalt Toyota Production System (TPS) i starten av 1950. Filosofien ble senere kalt lean.

I dag brukes lean innen en rekke bransjer som service, bank, salg, vedlikehold, helse osv.

Enkelt sagt jobber man mot et sett med verdier eller en visjon. For å komme dit foregår det et kontinuerlig arbeid for å forbedre arbeidsprosessene eller verdistrømmen. Varen eller tjenesten skal flyte fritt i verdistrømmen uten sløsing som overproduksjon, venting, transport, overprosessering, lager, overflødige bevegelser, feilproduksjon eller ubrukt menneskelig kreativitet.

Det skal ofte en krise til før bedriften starter opp med lean. Taiichi Ohno en av TPS sine grunnleggere uttalte «Companies making even the modest profit never use the Toyota Production System. They can't. On the other hand, there are nearly bankrupt companies that implement TPS to the fullest, knowing they won't lose much if it fails».

Det er ingen lettvinnt løsning å innføre lean. Man må regne en periode på 3-5 år og det er viktig at arbeidet er godt forankret i ledelsen.

Vedlikehold i Jernbaneverket i dag deles inn i forebyggende vedlikehold (FVK), akutt korrektivt vedlikehold (AKV) og utsatt korrektivt vedlikehold.

Forebyggende vedlikehold optimaliseres ved hjelp av pålitelighetsstyrt vedlikehold (RCM). Vedlikeholdsrutiner utarbeides i RAMS prosessen i prosjektene. Målet er at systemene har en oppetid så nær 100% som mulig noe som krever et minimum av akutt korrektivt vedlikehold (AKV).

Det er lagt opp til kontinuerlig forbedring i drift ved lokale og sentrale RAMS grupper.

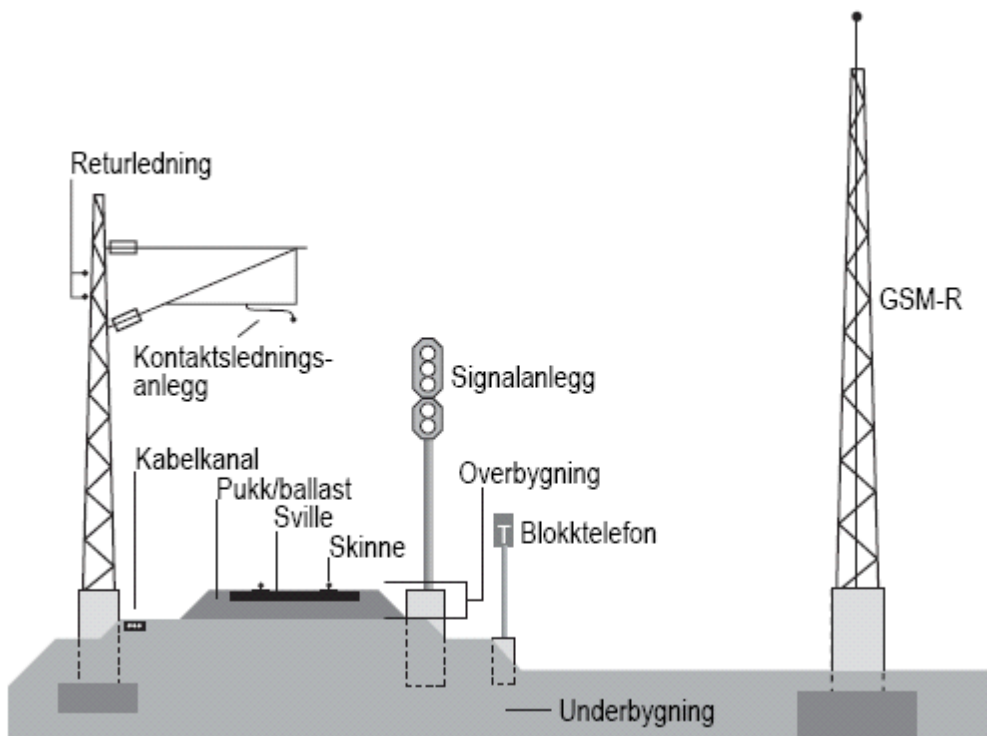
RAMS i prosjekter i Jernbaneverket legger til rette for at det planlegges, prosjekteres og bygges infrastruktur som er sikker, pålitelig i forhold til feil og designet og bygget med tanke på drift og vedlikehold slik at målene for sikkerhet, punktlighet og regularitet oppnås.

4 Analyse

Kapittelet beskriver hvordan vedlikeholdet gjøres i dag. Informasjon om dette er fremkommet ved samtaler med fagpersoner.

Det gis også en oversikt over hvordan lean-piloten ble gjennomført og hva som ble resultatet.

4.1 En kort beskrivelse av de ulike fagene



Figur 13 Jernbanesystemet

Signal har drift og vedlikehold av forriglingsutrustningen (signalanlegg), lyssignaler, togdeteksjon (hvor befinner toget seg på skinnegangen), drivmaskiner til sporveksler, ATC (hastighetskontroll)

Bane har drift og vedlikehold av skinner, sviller, skjøter, planoverganger, sporveksler og ballast.

KL har drift og vedlikehold av master, ledninger og brytere som transporterer strøm til toget.

4.2 Hvordan utføres vedlikeholdet i dag

Gjennom samtaler med fagpersoner dannes det et bilde av hvordan vedlikehold utføres i dag. Det varierer selvsagt noe fra de ulike baneområdene og også for de ulike fagene. At det varierer for de ulike fagene er nok logisk siden arbeidet er ganske ulikt og særlig når det kommer til behovet for sportilgang. For Høyspent (KL) er de stort sett avhengig av sportilgang uansett jobb, mens Signal har en del arbeid som foregår utenfor sporet.

Noen baneområder arbeider skift, mens andre har bare dagjobbing. I tillegg er det vakt for akutte feil. Der det jobbes skift er ikke alle samlet på kontoret samtidig og deling av informasjon, arbeidsmåter, gode ideer osv. kan bli mer utfordrende.

Tettheten på togtrafikken varierer også noe som kan gjøre det vanskeligere å få sportilgang som igjen fører til at feilretting/vedlikehold tar lengere tid.

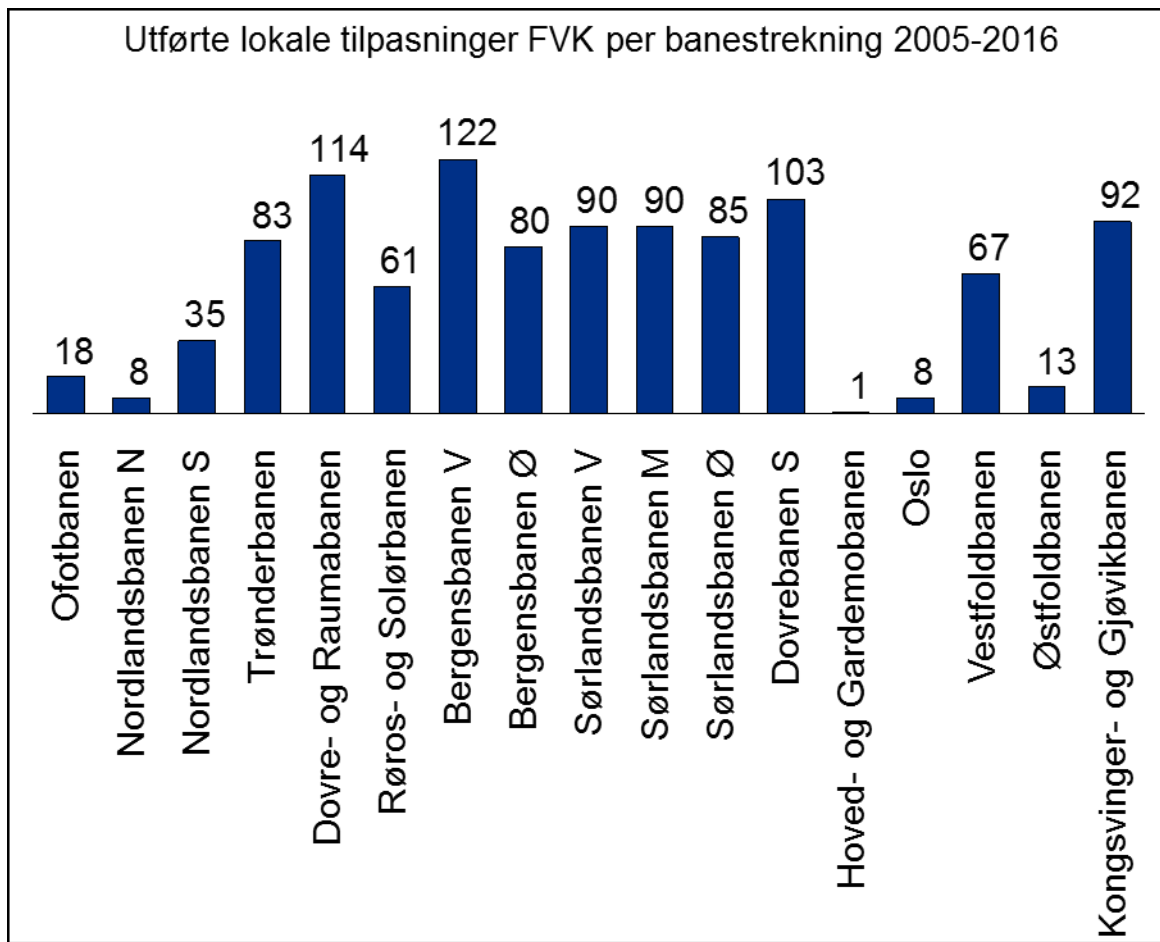
Det at det er en del variasjoner kan føre til at det kan være krevende å få til en felles måte å løse oppgavene på.

Forebyggende vedlikehold: Største delen av vedlikeholdet er forebyggende vedlikehold. De generiske arbeidsrutinene blir utarbeidet i forbindelse med installasjon av utstyret i RAMS prosessen og det blir ved hjelp av Banedata satt opp en plan for når vedlikeholdet skal utføres. Arbeidsrutinene beskriver hva som skal måles, sjekkes osv., men det kan ikke defineres som en standard slik man definerer det i lean sammenheng da det er opp til hver enkelt hvordan jobben utføres.

Arbeidsrutinene kan endres ved å slette punkter eller endre intervall for utførelse. Innspill til dette kan komme fra fagarbeider. Noen endringer kan gjøres lokalt, mens andre må avgjøres i sentral RAMS gruppe. I innsamlet data var det varierende i hvor stor grad det ble gjort endringer. Gjennomsnittlig ble det gjort i liten grad.

Grafen under er hentet fra lean-innføringen og viser en oversikt over hvor mange tilpasninger de ulike banestrekningene har utført.

Siden 2005 er det foretatt 1,074 lokale tilpasninger i JBV – på til sammen 21,407 objekter.



Figur 14 Lokale tilpasninger pr banestrekning

Akutt korrektivt vedlikehold: Målet er på en sikker måte raskest mulig å få rettet feilen slik at togtrafikken kommer i gang igjen. Fagarbeiderne løste jobben slik de fant det best. Ikke alle hadde dedikert vaktbil og måtte derfor først finne deler og verktøy før de kunne starte feilretting. Det er ikke satt en fast oppmøtetid, tilretteleggingstid eller feilrettetid. Siden det er mange ulike feil man kan komme opp i og i mange tilfeller er man avhengig av sportilgang er det kanskje ikke mulig å sette en standard for dette.

Standard på biler med hensyn på verktøy og deler: Her var det ulik praksis, men en viss standard hadde de fleste.

Rotårsak: Noen få hadde som rutine å finne rotårsak, men de aller fleste hadde ikke fokus på dette. Først etter at feilen hadde gjentatt seg flere ganger ble det satt i gang arbeid for å finne rotårsaken. Svarene var at det ikke var økonomi eller ressurser til dette og fokuset lå på å få togene i gang så raskt som mulig.

Tverrfaglig samarbeid: Det er tverrfaglig samarbeid til en viss grad, men ofte første etter at det oppstår en problemfeil der det er vanskelig å se hvem som eier feilen.

Kontinuerlig forbedring: Her varierte svarene, men hovedtyngden uttrykte at det var liten grad av kontinuerlig forbedring. Tanken ligger nok der, men er ikke satt godt nok i system slik at man ser muligheten for forbedringer.

Blir fagarbeidere/fagspesialister hørt: Hovedtyngden svarte negativt på dette. Et argument var at mye blir styrt av lover og regler og det er ikke så stort rom for påvirkning eller at det er påvirkning på et lavere nivå, men det blir ikke hørt høyere opp i systemet.

4.3 Lean-pilot Lillestrøm

Jernbaneverket startet innføring av lean i drift og vedlikehold høsten 2015. Først ut var stasjoningssted Lillestrøm som utfører drift og vedlikehold på Hovedbanen og Gardermobanen. Transformasjonen ble utført for alle tre fag dvs. Signal, Bane og KL.

I løpet av tre år skal lean være innført i hele driftsapparatet i Jernbaneverket.

Lean-innføringen er forankret på alle ledelsesnivå og fagforeningene blir løpende oppdatert og deltar i forbedringsgruppene.

Et viktig poeng i boken «Toyota KATA» (Rother 2010) er at bedriften har en visjon den jobber mot.

Min lokale veileder svarte slik med hensyn til JBV sin visjon:

«Internt I min seksjon (produksjonssystemet) har vi en visjon om at vi skal være «Norges beste Lean virksomhet» (kåres hvert år i Lean forum Norge)

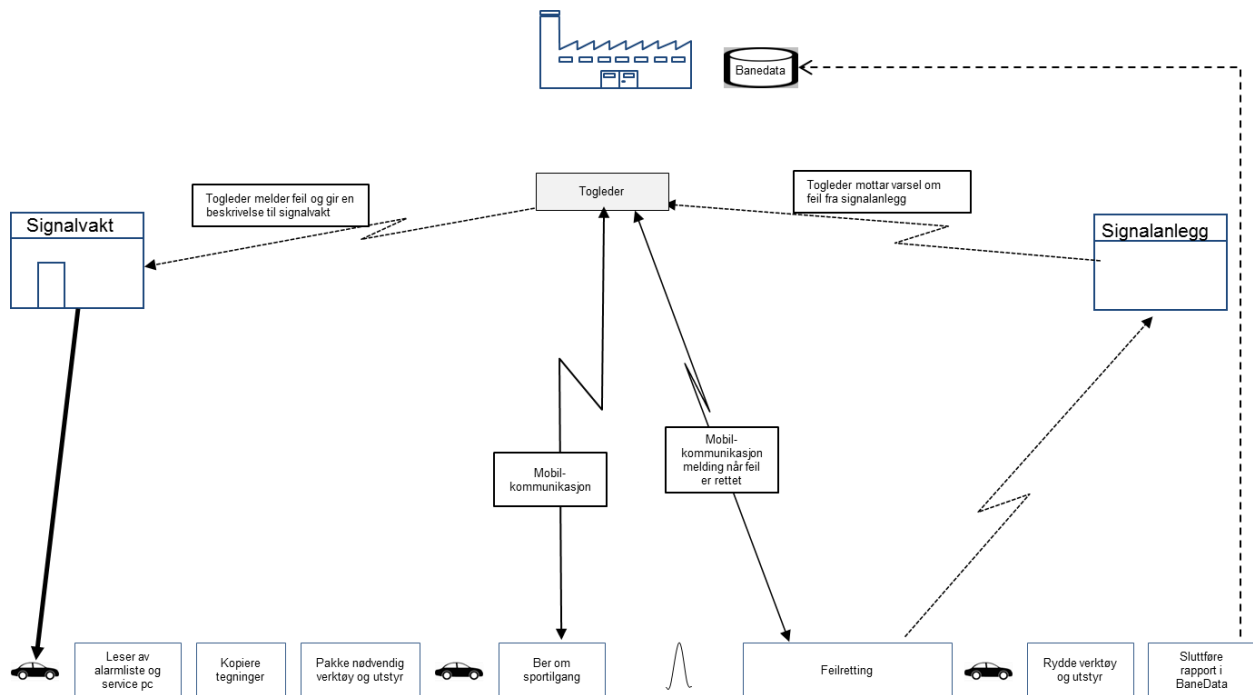
For Jernbaneverket sin del og spesielt infrastrukturdivisjonen har vi akkurat satt i gang diskusjonen om å etablere en visjon.»

I starten av transformasjonen samlet lean-navigatørene inn hypoteser som beskrev ‘muda’ sløsing i arbeidsprosessen eller hindringer slik fagarbeiderne opplevde det. Alle både ledere og fagarbeidere var med i prosessen.

Eksempler på hypoteser som kom frem:

- Våre medarbeidere har ulike rutiner og dette kan skape variasjon og lite fleksibilitet
- Ingen følger standarder på våre lager, verken medarbeidere eller leder, og dette kan føre til unødvendig overprosessering og bevegelse
- Mange lagerlokasjoner (6 stk.) kan føre til unødvendig venting, transport og frustrasjon
- Det finnes ingen skriftlig standard for inventar i bil og dette kan føre til unødvendig venting, transport og bevegelse
- Signal mangler en planlegger og dette kan føre til unødvendig feilproduksjon og transport fordi man ikke har med seg riktig utstyr til jobben som skal utføres
- Manglende hjelpemidler kan føre til at man manuelt må løfte tungt (180 kg) og dette kan føre til unødvendig sykefravær
- Til tider er ikke ruteordre bestilt og dette kan føre til unødvendig venting
- Det er 9 måneder ventetid på deler og dette kan føre til venting og for stort lager
- Togtrafikken er uoversiktlig og dette kan føre til venting
- Når det skjer en feil, så ringes Signal i hovedsak (også når det er feil som andre fag må rette) og det kan føre til venting og overprosessering fordi feilrettetiden blir lenger når feil fag drar ut til feilstedet første gang
- Feilregistrering i BaneData kan føre til feilproduksjon, venting og overprosessering enten fordi UKV'ene kan «forsvinne i systemet» og/eller når de oppdages så er det vanskelig å rette opp (f.eks. fra Signal til Elkraft)
- Datamengden i BaneData er så stor at det kan føre til venting fordi det kan ta inntil to timer før oppdatert informasjon er lastet ned på PC'en/nettbrett

Deretter ble det gjennomført en verdistrømsanalyse for å kartlegge hvor i prosessen det kunne gjøres forbedringer.



Figur 15 Verdistrømsanalyse

Gruppen ble enig om hvilke nøkkeltall (KPI) som skulle brukes og hva som var ståsted dvs. hva var verdien på nøkkeltallene når transformasjonen startet.

Nøkkeltall som ble valgt var:

- Utnyttelse av hvit tid (hvit tid er den tiden det ikke går tog og man kan utføre vedlikehold)
- Responstid fra feil (AKV) oppstår til man er klar til avgang.
- FVK produktivitet
- Forsinkelsestimer
- Sikkerhet og miljø (antall registreringer i Synergi)
- Sykefravær

Jernbaneverket deler drift og vedlikehold i AKV (Akutt vedlikehold), FVK (Forebyggende vedlikehold) og UKV (Utsatt korrektivt vedlikehold).


















Forbedringsområdene og tiltakene er vist i tabellen under.

I arbeidet med å standardisere kjøretøy og lager ble verktøyet 5S brukt.

Lederne ble veiledet i gjennomføring av tavlemøter og kommunikasjon mot ansatte.

Etter endt transformasjon skal mesteparten av informasjonen deles via daglige tavlemøter.

Det ble også opprettet flere forbedringsgrupper. På sikt skal gruppene læres opp i å bruke A3 ved forbedringsarbeid.

	Forbedringsområder	Tiltak	Status	Kommentar
	1. Forbedre flyt i verdistrømmene	A. Standardisere planlegging av vedlikeholdsarbeid B. Standardisere kjøretøy C. Standardisere lager	  	Kun arbeidet med uteområder
	2. Øke registreringskvalitet i BaneData	A. Sikre fortløpende registrering av alt utført arbeid B. Gjennomføre opplæring av medarbeidere	 	
	3. Strukturere leders arbeidstid	A. Etablere verdiskapende ukeplan		Gjennomført få 1-1 samtaler
	4. Heve leders kompetanse	A. Forbedre «den vanskelige samtalen» B. Øke individuell oppmerksomhet	 	
	5. Følge opp standarder i verdistrømmen	A. Etablere struktur for oppfølging		
	6. Forbedre informasjon og problemløsning	A. Gjennomføre tavlemøter B. Strukturere møter	 	
	7. Tilpasse roller til driftsbehov	A. Definere ansvarsområder og oppgaver		
	8. Øke involvering av medarbeidere	A. Etablere forbedringsgrupper B. Gjennomføre tiltak fra I&A-undersøkelsen	 	

Figur 16 Forbedringsområder etter transformasjon

Resultat etter endt transformasjon:

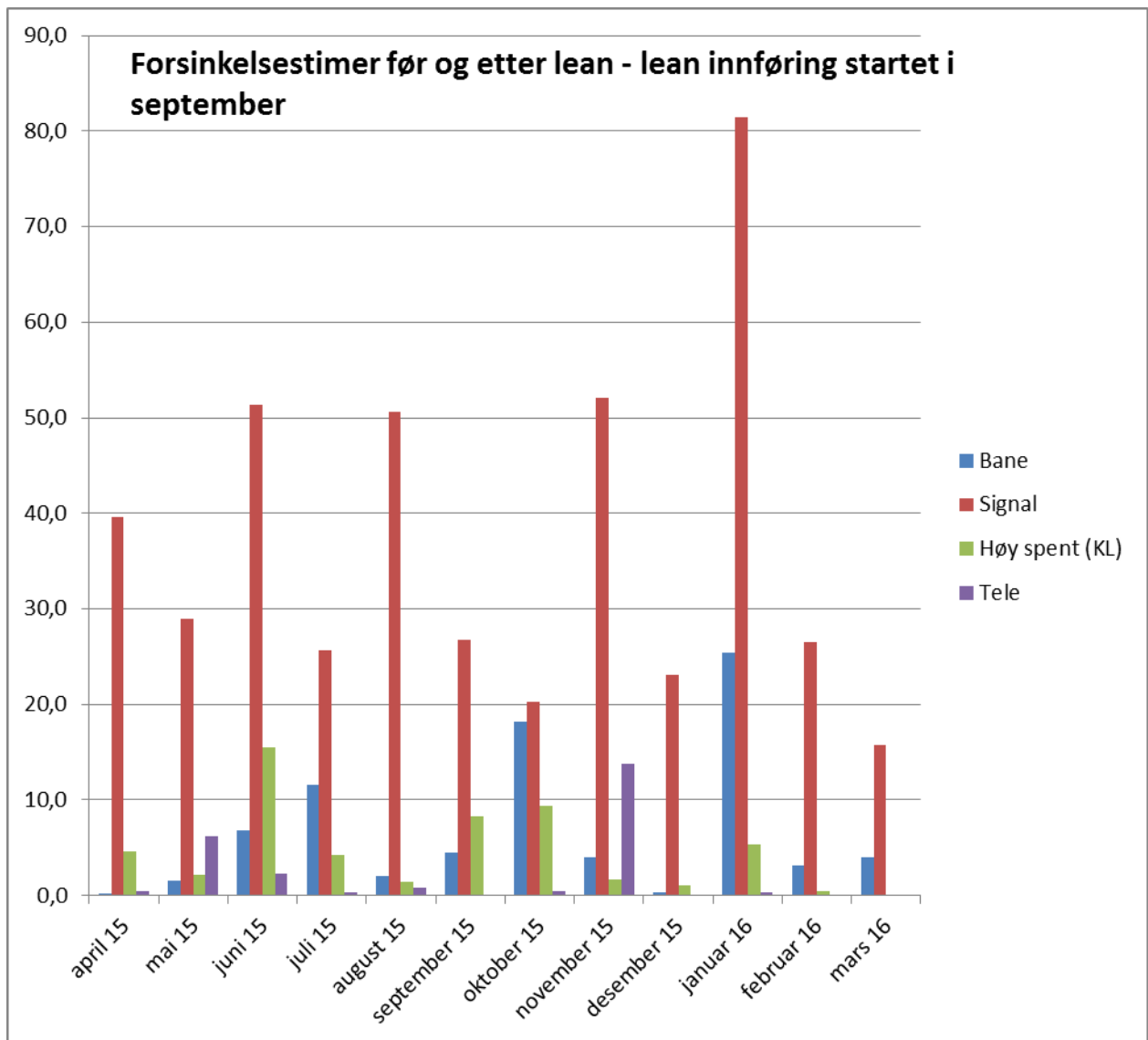
- Forsinkelsestimer var under målsatt verdi 8 av 10 uker. Forsinkelsestimer gjenspeiler opetiden.
- Responstid på AKV var gjennomsnittlig på 13,4 minutter mot tidligere 40 minutter. Målsetning var 20 minutter
- Registeringer i synergi var i gjennomsnitt en pr uke mot målsatt to pr uke. Registeringer i Synergi er med på å opprettholde sikkerheten.
- Frigitt tid til andre oppgaver var målsatt til 70 timer, men endte opp på 51 timer. De frigitte timene kan brukes til f.eks. forbedringsgrupper, tavlemøter og opplæring.

Banesjefens tilbakemelding var at den mest positive effekten av lean-transformasjonen var kulturendringen.

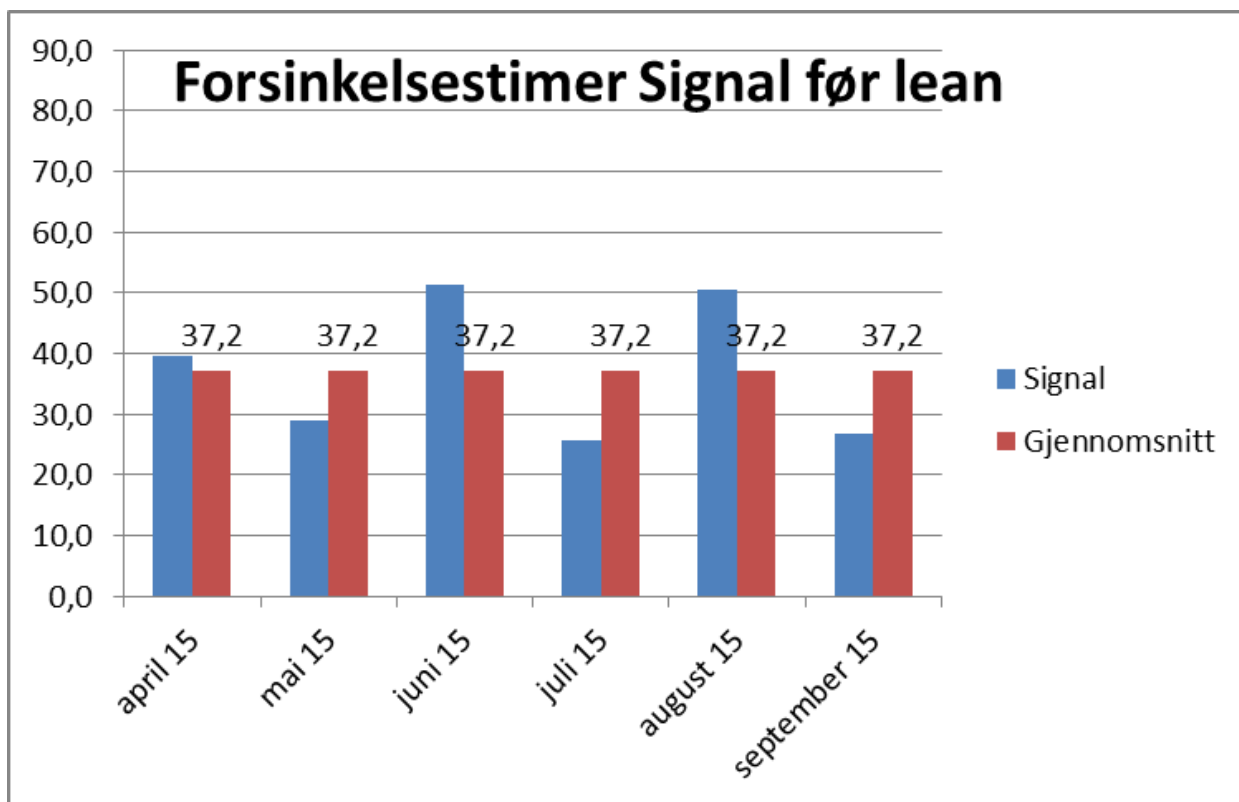
4.4 Opptid Lillestrøm før og etter lean.

I diagrammene nedenfor vises forsinkelsestimer før og etter lean-innføringen. Man ser ingen umiddelbar bedring. Tallene svinger både før og etter innføringen.

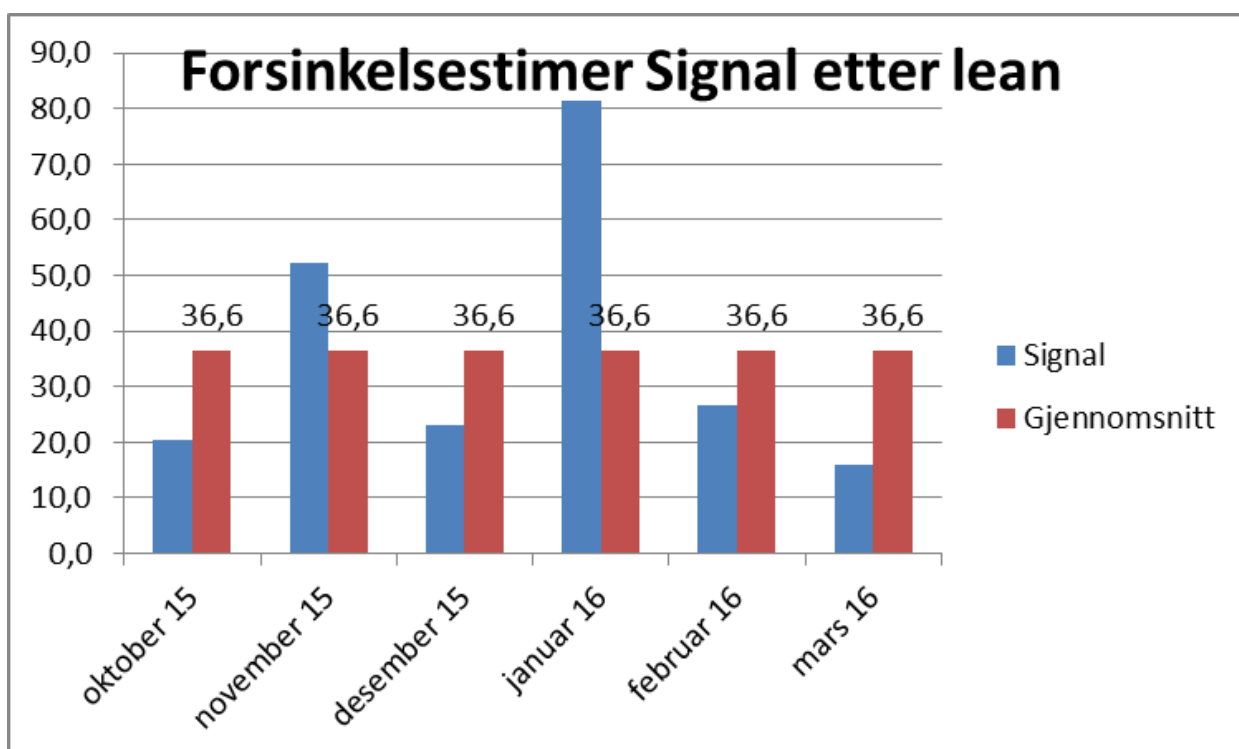
For Signal er gjennomsnittet gått ned med ca en halv time, men tallene må tolkes med forsiktighet. Årsaken til det er flere. Perioden etter lean-innføringen er fort kort og det å innføre og få lean-filosofien til å bli en del av det daglige arbeidet tar tid. Forsinkelsestimer i et Baneområde kan påvirkes av feil i et annet Baneområde. Som diagrammet viser er det Signal som har flest forsinkelsestimer. Dette gir ikke et helt riktig bilde. I mang tilfeller når feilen meldes registreres den på Signal, men i ettertid viser det seg at det f.eks. er Bane som er årsak til feilen. Da skal dette rettes opp i systemene, men det blir ikke alltid gjort. Siden lean-innføringen også har et sterkt fokus på registrering i datasystemer blir forhåpentligvis datakvaliteten bedre over tid.



Figur 17 Forsinkelsestimer alle fag før/etter lean



Figur 18 Forsinkelsestimer Signal før lean



Figur 19 Forsinkelsestimer Signal etter lean

4.5 Oppsummering

Vedlikeholdet i dag deles i forebyggende vedlikehold, akutt korrektivt vedlikehold og utsatt korrektivt vedlikehold. Arbeidsrutinene til forebyggende vedlikehold utarbeides i RAMS prosessen med grunnlag i en RCM analyse. Det er liten grad av det som forbindes med kontinuerlig forbedring i lean. Ved tilbakevendende feil blir det søkt etter rotårsak, men i de fleste tilfeller er fokuset å få feilen rettet slik at togtrafikken kan komme i gang igjen.

Høsten 2015 ble det satt i gang en lean-pilot på Lillestrøm. Etter gjennomgang av arbeidsprosesser i verdistrømsanalyser ble fokuset satt på standardisering av biler og lager, fjerne tidstyver/sløsing i verdistrømmene og da spesielt i responstiden til akutt korrektivt vedlikehold. Som igjen fører til bedre oppetid. Bedre informasjonsflyt med f.eks. innføring av tavlemøter og et fokus på registrering av data i Banedata og Synergi.

Banesjefen uttalte at det mest positive med transformasjonen var kulturendringen.

Når man ser på statistikk for oppetid før og etter lean-innføringen er det for tidlig å kunne trekke noen konklusjoner.

5 Diskusjon

Etter litteraturstudiet på lean er det noen elementer som står tydelig frem og det er:

- Flyt
- Sløsing
- Kontinuerlig forbedring
- Rotårsak
- Standard
- Delaktighet/samarbeid
- Forankring hos ledelse

I tillegg til dette ble det sett på hvordan lean kan kobles mot sikkerhet – lean safety.

De samme verktøyene som brukes for å få bedre flyt og mindre sløsing kan brukes for å øke sikkerheten i prosessene. Ofte bedres både sikkerhet, flyt og effektivisering ved å ha sikkerhet som hovedformål og ikke syklustid ved forbedringer.

5.1 Lean-pilot

Ved innføring av lean i Jernbaneverket (JBV) ser man at nevnte elementer blir brukt.

Beslutningen om å innføre lean kom fra Infrastruktur direktøren og Områdedirektør, Banesjef, faggruppeledere og fagarbeidere/fagspecialister er alle sterkt involvert i prosessen.

Lean-navigatører ansatt i JBV styrte arbeidet og så til at ansatte på alle plan deltok, og at det var et samarbeid for å komme frem til det beste resultatet.

Arbeidsprosesser ble gjennomgått og det ble satt opp verdistrømsanalyser.

Verdistrømsanalysene viste hvor det var rom for forbedringer og arbeidsprosessene ble optimalisert ved at sløsing i ulike former ble tatt bort.

Noe av det første som ble gjennomført var å samle inn hypoteser over hva som var hindringer i arbeidsdagen. Disse hypotesene ble linket mot de 8 typene sløsing som er beskrevet i lean-litteraturen – overproduksjon, venting, transport, overprosessering, lager, overflødig bevegelse, feilproduksjon og ubrukt menneskelig kreativitet/intellekt.

To hindringer for en effektiv arbeidsdag som kom frem av hypotesene var at det var dårlig struktur på lager og biler. Dette ble tatt tak i med at det ble utført 5S både på lager og biler.

Deretter ble det opprettet standarder på hvordan lager og biler skal være.



Figur 20 5S utført på bil

En av grunnsteinene i lean er kontinuerlig forbedring. I JBV ble det opprettet flere forbedringsgrupper som skal ha fokus på forbedringer og utredning av rotårsaker til feil som oppstår.

Informasjon hadde vært en utfordring på stedet der lean-transformasjonen ble utført. Ved hjelp av korte og effektive tavlemøter som ble holdt ofte og regelmessig fikk alle lik informasjonen og den informasjonen de trengte. Det ble en betydelig bedring på flyten av informasjon.

FAKSELISTE	SIGNAL	LILLESTRØM
PROBLEM	PROBLEMLISTE	TILTAK
1/2	1/2	1/2
2/2	2/2	2/2
3/2	3/2	3/2
4/2	4/2	4/2
5/2	5/2	5/2
6/2	6/2	6/2
7/2	7/2	7/2
8/2	8/2	8/2
9/2	9/2	9/2
10/2	10/2	10/2
11/2	11/2	11/2
12/2	12/2	12/2
13/2	13/2	13/2
14/2	14/2	14/2
15/2	15/2	15/2
16/2	16/2	16/2
17/2	17/2	17/2
18/2	18/2	18/2
19/2	19/2	19/2
20/2	20/2	20/2
21/2	21/2	21/2
22/2	22/2	22/2
23/2	23/2	23/2
24/2	24/2	24/2
25/2	25/2	25/2
26/2	26/2	26/2
27/2	27/2	27/2
28/2	28/2	28/2
29/2	29/2	29/2
30/2	30/2	30/2
31/2	31/2	31/2
32/2	32/2	32/2
33/2	33/2	33/2
34/2	34/2	34/2
35/2	35/2	35/2
36/2	36/2	36/2
37/2	37/2	37/2
38/2	38/2	38/2
39/2	39/2	39/2
40/2	40/2	40/2
41/2	41/2	41/2
42/2	42/2	42/2
43/2	43/2	43/2
44/2	44/2	44/2
45/2	45/2	45/2
46/2	46/2	46/2
47/2	47/2	47/2
48/2	48/2	48/2
49/2	49/2	49/2
50/2	50/2	50/2

Figur 21 Eksempel på tavle som brukes på tavlemøter

Et annet fokusområde var responstiden når man skal ut å rette akutte feil (AKV). Ved å optimalisere arbeidsoppgavene ved å fjerne sløsing gikk denne tiden ned med ca. 50 % for Signal fra 40 minutter til 20 minutter. Denne tiden har en direkte innvirkning på opptiden.

Forebyggende vedlikehold (FVK) og utsatt korrektivt vedlikehold (UKV) har ikke en like direkte påvirkning på oppetiden siden dette vedlikeholdet utføres i hvite tider – tider uten togtrafikk.

Registrering av utført arbeid i Banedata ble også tatt tak i. Av ulike årsaker som for lite opplæring, for lite fokus, ikke de rette verktøyene mm. ble dette utsatt, ikke gjort eller ikke registrert nøyaktig nok. Noe som fører til at datakvaliteten i Banedata ikke er god nok slik at vedlikeholds optimaliseringen ikke blir så god som den kunne vært. Noe som igjen kan påvirke oppetiden negativt.

Sikkerhet er den viktigste parameteren innenfor jernbane. I JBV registreres alle uønskede hendelser i Synergi. Ut i fra hva som meldes inn gjøres det tiltak for å minske risikoen for uønskede hendelser. En av KPIene var antall innmeldte Synergimeldinger. Ved at dette følges opp jevnlig er sannsynligheten for at antallet øker som igjen øker sjansen for at sikkerhetsrisiko fanges opp og man unngår farlige situasjoner, eller i verste fall ulykker. Som beskrevet tidligere ser lean safety på innmeldte hendelser som en mulighet til å forbedre sikkerheten.

I et eksempel i boken «Toyota KATA» (Rother 2010) beskrives det at antall ‘stopp av produksjon ved å trekke i snoren’ gikk ned fra 1000 til 700 pr skift. Noe man i utgangspunktet skulle tro var bra. Lederen på Toyotas fabrikk kaller inn til møte og sier at nedgangen kan bety to ting. Det ene er at de ansatte ikke stopper produksjonslinjen når det oppstår et problem og det andre er at det faktisk er mindre problemer. Det er fremdeles rom for forbedringer f.eks. redusering av lager, og de ansatte kan håndtere 1000 ‘trekk i snoren’ så de får i oppgave å gjennomføre forbedringene som i innkjøringsperioden igjen fører til økning av stopp.

I en bedrift uten lean-filosofi ville man kanskje tenke at nå er vi på vei mot en perfekt produksjon siden feilen er på vei ned.

5.2 Dagens situasjon

Ved gjennomgang av håndbøker, instruksjer og annen informasjon i JBV sitt styringssystem finner man beskrivelse av kontinuerlig forbedring, rotårsak og PDCA/PUKK hjulet.

I samtalene med fagpersoner i JBV erfarer man at dette ikke er innarbeidet på alle plan og en naturlig del av det daglige arbeidet.

Det tas forbehold om at omfanget av innhentet data ikke er stort nok til at konklusjonen er korrekt, men ut fra innsamlet informasjon tegnet det seg et tydelig mønster. Begrenset tid og tilgjengelighet til fagpersoner gjorde at ikke mer data ble samlet inn.

Kontinuerlig forbedring blir utført ved at det er mulig å endre arbeidsrutinene for forebyggende vedlikehold, men dette blir i varierende grad gjort. Det er heller ingen kultur for kontinuerlig å forbedre måten man jobber på. RAMS grupper får innmeldt saker som blir utredet og kan føre til ulike forbedringer. Gruppene består av fagpersoner, men ikke de personene som er ute i 'pukken' som det sies på jernbanespråk. En forutsetning ifølge lean er at de som kommer med forslag til forbedringene er de som er nærmest arbeidsoppgaven.

All feilretting og alt vedlikehold skal registreres i Banedata. Forståelse av og registrering i Banedata er ikke god nok for alle slik at datagrunnlaget/statistikken ikke gir et optimalt grunnlag for hvordan forbedringer kan utføres.

Ved akutte feil er det ikke en felles standard for responstid og hvordan arbeidsgavene før man er klar til reise for å utbedre feilen utføres. Det er mulig at disse oppgavene varierer såpass mye fra fag til fag og situasjon til situasjon at det ikke er realistisk å standardisere. Derimot å se på prosessen og standardisere elementer av den kan være et steg på veien.

Oppetid er en indikator Jernbaneverket blir målt på og har et sterkt fokus på. Ved akutte feil er derfor første prioritet å få rettet feilen så raskt som mulig for å få i gang togtrafikken igjen. Det er ingen gjennomarbeidet rutine for å finne hva som er rotårsaken til at systemet feilet. Dersom feilen er gjentakende settes det i gang undersøkelser for å finne rotårsak.

5.3 Oppsummering

Lean-piloten på Lillestrøm bruker ideer og verktøy som er beskrevet i lean-litteraturen. Ansatte på alle nivåer var involvert og det ble tydelig bedring på f.eks. informasjonsflyt, orden på biler og lager og kortere responstid på akutt feilretting som har direkte innvirkning på oppetiden.

I JBV i dag finnes det spor av lean-tankegang, men den er ikke godt innarbeidet i hele organisasjonen.

6 Konklusjon

I problemstillingen til oppgaven spør man om oppetiden bedres med innføring av lean og om sikkerheten ivaretas.

Det er den akutte feilrettingen (AKV) som har en direkte innvirkning på oppetiden.

I RAMS gjennomgangen defineres ulike parametere som beskriver systemets robusthet som f.eks. MTBF (Mean Time Between Failure) som betyr gjennomsnittlig tid mellom hver gang systemet feiler. Innenfor denne tiden ligger MDT (Mean Down Time) som beskriver tiden systemet er nede når det feiler. Denne tiden kan drift og vedlikehold påvirke og dette var en av KPIene i lean-transformasjonen på Lillestrøm. MDT kan deles i MLT (Mean Logistic Time) og MRT (Mean Repair Time). På Lillestrøm ble det foretatt rydding og omorganisering på lagrene noe som førte til at man hadde de delene man trengte på lager og at man ikke brukte lang tid på å finne delene noe som førte til at MLT gikk ned. Bilene som ble brukt ved feilretting ble ryddet og fikk en standard på hva de skulle inneholde av deler samt at planleggingen i forkant av jobbene ble effektivisert. Dette førte til at reparasjonstiden gikk ned f.eks. manglet man ikke deler eller verktøy når man står ute og feilretter.

Signal halverte responstiden fra 40 minutter til 20 minutter i løpet av lean-transformasjonen.

Forebyggende vedlikehold (FVK) har ikke en så direkte innvirkning på oppetiden som AKV siden dette utføres i togfrie perioder (hvite tider). Dersom det forebyggende vedlikeholdet er helt optimalt, vil man ikke ha akutt feilretting. Det forebyggende vedlikeholdet kan optimaliseres ved kontinuerlig forbedring. I lean-transformasjonen ble det opprettet flere forbedringsgrupper. Det ble satt et fokus på kontinuerlig forbedring og om JBV klarer å innføre en lean-filosofi vil over tid kontinuerlig forbedring bli en del av arbeidskulturen. Forbedringsgruppene er satt sammen av fagarbeidere som har nærhet til vedlikehold og feilretting. De som gjør jobben kommer også opp med ideene til forbedring. Noe som gjør at de får et eierskap til endringen som innføres.

Forbedringsgruppene har også som oppgave å gjennomføre rotårsakanalyser slik at feilen ikke gjentar seg. Ved å finne rotårsak kan det resultere i et behov for endring av arbeidsrutiner og prosesser som gjør at det unngås at feilen gjentas.

For å kunne konkludere med at jernbanen blir mer robust og oppetiden bedrer seg er man avhengig av datasystemer med nok og riktig data til å kunne bevise forbedringene via statistikk. MDT kan registreres i Banedata i dag, men det blir i liten grad gjort.

I denne oppgaven er det tegnet grafer over oppetid både før og etter lean-innføringen. Ut fra disse kan man ikke konkludere med at oppetiden har økt. Hovedårsak til dette er nok at det ikke er nok datagrunnlag siden det bare er 6 måneder siden lean-innføringen. For at det skal utpeke seg en trend trengs en lengere tidsperiode. Kontinuerlig forbedring over tid vil føre til bedre forebyggende vedlikehold og da færre akutte feil. Dessuten svinger antall feil med f.eks. med årstider og vær. Mange av komponentene i jernbanesystemet er gamle og begynner å nærme seg EOL (End Of Life). Feil fra andre baneområder kan også gi forsinkelsestimer på baneområdet som har innført lean.

Påvirker innføring av lean sikkerheten i Jernbaneverket? Målet med innføringen av lean er at det skal innføres som en filosofi tilpasset Jernbaneverket ikke etter en mal fra andre bedrifter. Sikkerhet i JBV er gitt av Jernbaneloven og Jernbaneundersøkelsesloven med underliggende forskrifter. Disse kan ikke tilsettes selv om bedriften innfører lean.

Synergi er JBVs system for registrering av uønskede hendelser. De uønskede hendelsene blir analysert og det blir innført tiltak som skal gjøre jernbanen til et sikrere system. Et av fokusområdene i lean-transformasjonen er antall innmeldte Synergimeldinger. Ved å ha et fokus på dette og ta det opp på tavlemøter blir de ansatte mer bevisste.

I boken «Lean Safety» (Hafey 2009) påpekes det at innmeldte hendelser er anledning til å forbedre sikkerheten. Ved at det settes fokus på å få opp antall innmeldte hendelser i Synergi er muligheten der for å bedre sikkerheten til stede.

Et av verktøyene som nevnes i boken for å involvere ansatte på alle nivå i sikkerhet er SJA (Sikker jobb analyse). Dette utføres i Jernbaneverket i dag.

Et av argumentene mot lean i litteraturen var at evig jakt på sløsing og effektiv flyt kunne skape stress. Stress kan føre til svikt i sikkerhetsrutiner, men så lenge JBV innfører lean på sine premisser er det ingen grunn til at sikkerheten skal settes i fare.

Et av spørsmålene i problemstillingen er om det finnes spor av lean i Jernbaneverket i dag.

Man finner både kontinuerlig forbedring og rotårsakanalyser. Konklusjonen er at dette praktiseres med ikke så gjennomført på alle nivå som det er beskrevet i lean-litteraturen. Det er ikke blitt en del av kulturen i bedriften.

Med hensyn på sikkerhet er det flere tegn som passer på lean safety. Jernbaneverket registrerer alle hendelser i Synergi og har et sterkt fokus på at alle melder inn både store og små hendelser. I litteraturen beskrives hendelser som mulighet for forbedring av sikkerhet.

I drift og vedlikehold i Jernbaneverket brukes SJA og dette verktøyet blir fremhevet som hensiktsmessig for å få involvert ansatte på alle nivåer i sikkerhet og få sikkerhet til å bli noe man daglig har i fokus.

Kort oppsummert kan man konkludere med at kontinuerlig forbedring med fokus på rotårsak vil skape robuste baner som resulterer i bedre oppetid.

I litteraturen påpekes det at innføring av lean tar tid. Det må regnes 3-5 år før lean har satt seg i organisasjonen. En utfordring kan være at de personene som satte i gang og har et spesielt fokus på lean-innføringen slutter i Jernbaneverket og at da interessen og fokuset forsvinner.

7 Videre arbeid

I arbeidet med denne oppgaven ser man at innsamlet data er viktig. For å bevise at kontinuerlige forbedringer fungerer trenger man tall å vise til. Et av spørsmålene i problemstillingen er om oppetiden bedrer seg med innføring av lean. Lean-innføringen på Lillestrøm tok for seg responstiden ved akutte feil (AKV) som igjen har en direkte påvirkning på oppetiden. Det ligger til rette i datasystemene i dag for å registrere dette, men det blir i varierende grad gjort. Mulig årsak kan være at systemene er for tungvinne å bruke eller at brukere ikke ser nytten av registreringene.

Det er flere årsaker til forsinkelser på tog og i en del tilfeller blir det gjort feilregistreringer. Samt at forsinkelser i et baneområde kan få innvirkning på et annet baneområde.

Infrastruktur	Trafikkavvikling	Togselskaper	Utenforliggende forhold
<ol style="list-style-type: none">1. Bane2. Sikringsanlegg, signalanlegg og fjernstyring3. Elkraft/kontakt-ledningsanlegg4. Tele5. Planlagt vedlikeholdsarbeid6. Materiell med feil sperrer spor	<ol style="list-style-type: none">7. Trafikkavvikling	<ol style="list-style-type: none">81. Feil på materiell82. Materiell sent satt opp i togspor83. Manglende personell84. Stasjonsopphold85. Planforutsetninger ikke oppfylt	<ol style="list-style-type: none">91. Forsinkelse fra utlandet92. Ytre forhold (eks. vær)93. Uhell påkjørsel94. Uønsket hendelse

Ut fra dette kan det være utfordringer å få korrekte tall for å se om forbedringstiltak har gitt et positivt utslag.

Et forslag til videre arbeid er å analysere datasystemene som benyttet i forbindelse med drift og vedlikehold for å se på flyten ut fra et lean-perspektiv. Dvs. både om systemene inneholder rett data og om dataflyten er optimal. Et viktig poeng er å involvere sluttbrukerne slik at de får en god flyt noe som igjen fører til at de benytter systemene og at kvaliteten på datainnholdet øker.

8 Referanseliste

Berg Wig, B. (2009). Det er ledelse
Kvalitetsledelse for det 21. århundre.

Everett, E. and I. Furuseth (2014). Masteroppgaven
Hvordan begynne - og fullføre, Universitetsforlaget.

Hafey, R. (2009). Lean safety: Transforming your safety culture with lean management, CRC Press.

Holme, I. M. and B. K. Solvang (1998). Metodevalgt og metodebruk.

Krafcik, J. F. (1988). "Triumph of the lean production system." MIT Sloan Management Review **30**(1): 41.

Levin, M., et al. (2012). Demokrati i arbeidslivet - den norske samarbeidsmodellen som konkurransefortrinn, Fagbokforlaget.

Liker, J. K. and D. Meier (2006). The Toyota way - Fieldbook a practical guide for implementing Toyota's 4Ps.

Mehri, D. (2006). "The darker side of lean: an insider's perspective on the realities of the Toyota production system." The Academy of Management Perspectives **20**(2): 21-42.

Melvær, K. (2014). Forskning for forskningsspirer.

Modig, N. and P. Åhlstrøm (2012). Dette er Lean.

RAMS, F. "Fagrom RAMS." from http://arbeidsrom/fagrom/RAMS_Prosess/Ukens_RAMS-begrep/default.aspx.

Rolfsen, M. (2014). Lean blir norsk
Lean i den norske samarbeidsmodellen.

Rother, M. (2010). Toyota KATA - managing people for improvement, adaptiveness and superior results.

Spear, S. and H. K. Bowen (1999). "Decoding the DNA of the Toyota production system." Harvard Business Review **77**: 96-108.

Wikipedia. "Vitenskapelig metode." from https://no.wikipedia.org/wiki/Vitenskapelig_metode.

Womack, J. P. and D. T. Jones (2003). Lean Thinking - Banish waste and create wealth in your corporation.

Womack, J. P., et al. (1990). The machine that changed the world.

Vedlegg

8.1 Intervju med fagpersoner

Faggruppeleder Signal 03.03.16:

Fra starten er det leverandør som spesifiserer drift/vedlikeholdsrutiner. Så lenge systemet er i garantiperiode må JBV forholde seg til disse.

Generiske arbeidsrutiner: Beskriver hva som skal gjøres ved forebyggende vedlikehold. Rutinen er merket med myndighetsnivå L/H. Er den L (lav) kan banesjefen lage tilpasninger til sitt område, er den derimot merket H(Høy) må endringen opp på infrastruktur direktør nivå.

Det viktigste for å få et effektivt vedlikehold er god planlegging. F.eks at alle kontroller i et område gjøres samtidig slik at det ikke blir mye unødvendig kjøring.

Når garantitiden er ute kan man forbedre generiske rutiner ved å fjerne unødige elementer – en slags kontinuerlig forbedring.

Rotårsak har pr i dag lite fokus – det viktigste er å få togtrafikken i gang.

Det er ingen standarder for AKV. Signalmontør løser feilen slik han finner det best eller kontakter kollega med mer erfaring.

FKV har en standard – generiske arbeidsrutiner. Disse blir nesten aldri endret.

Det finnes både lokale og sentrale RAMS grupper. Disse gruppene skal motta innspill fra medarbeidere og sjekke ut om det er løsninger som kan innføres. Finner info om dette på Banedata – innsyn.

Det er ingen kultur for kontinuerlig forbedring i driftsapparatet.

Faggruppeleder og Tilstandskontrollør KL 10.03.16

Hvordan oppstår vedlikeholdsrutiner?

Arbeid på KL er i stor grad styrt av offentlige forskrifter/lover/regler. I tillegg har leverandøren innspill og RAMS gruppen. I RAMS gruppen deltar tilstandskontrollør fra KL. Generiske rutiner kan endres ved at punkter legges til/trekkes fra eller at tidspunkt for kontroll endres. Det kalles lokale tilpasninger. Disse tilpasningene godkjennes av banesjef eller RAMS gruppe avhengig av myndighetsnivå (H/L).

Dersom man finner ut at en komponent bør byttes ut med en annen type kan faggrupeleder godkjenne dette. Endringene må oppdateres i Banedata og ProArc.

KL har ikke vært så flinke til å gjøre lokale tilpasninger.

Ved utførelse av generisk vedlikehold planlegges det godt, men man er avhengig av togutkjøp eller hvite tider for å få gjort jobben. Hvordan jobben gjøres er godt beskrevet.

KL prøver å finne rot årsaken i alle feilsituasjoner.

AKV: Her er det ikke noen fast standard på hvordan feilrettingen utføres, men det er klare regler for forberedelsesfasen til man er klar til å kjøre ut. Jobben gjøres på best mulig måte ut fra den erfaringen fagarbeideren har og den informasjonen han har fått om jobben.

Kontinuerlig forbedring: Tanken er der, men ikke satt i system.

Rotårsak: Det blir søkt å finne rotårsaken i alle feilsituasjoner.

Dette ligger i stillingsinstruksen til tilstandskontrolløren.

Generisk vedlikehold: Gjøres i utkjøp og hvite tider. Arbeidsordre tas ut i bolker og utføres når det er tilgang til sporet. Ut fra dette kan man ikke bruke antall utførte FVKer pr mnd som mål på effektivitet.

Læring: Noe erfaring blir delt, men det er ønske om egne samlinger der spesifikke problemer blir tatt opp.

Tverrfaglig: Det er tverrfaglig samarbeid, men dette er ikke formalisert. Kunne vært bedre.

Har fagarbeider påvirkning: Ja det er ofte diskusjoner om hvordan ting skal gjøres og fagarbeider, faggrupeleder og tilstandskontrollør kommer til enighet om løsning. Føler at de ikke blir like godt hørt oppover i systemet.

Tilstandskontrollør Signal 14.03.16

Vedlikeholdsrutiner: Rutinene lages i utgangspunktet av RAMS grupper. De generiske rutinene kan tilpasses ved å slette punkter eller endre intervaller. De generiske rutinene er for generelle – det er ikke mulig å få lagt til alle tilpasninger – f.eks. en 2 spors stasjon er malen for Drammen som er en 5 spors stasjon er det en del målinger som må registreres på papir.

Dette gjøres, men det kunne vært et større fokus på forbedring. Det mangler også kunnskap og opplæring av Banedata slik at alle muligheter og sammenhenger ses.

AKV: Ingen standard/rutine på forberedelsesfasen eller selve feilrettingen. Det er en responstid fra mottatt AKV til man er på 'skadested'.

Kontinuerlig forbedring. Det er ikke et fokus på dette til daglig, men opplagte ting blir tatt tak i. Og kanskje dersom det kommer nyansatte som ser på ting med nye øyne.

Rotårsak: Mest fokus på å få systemet i gang igjen. Dersom feilen er gjentakende settes det i gang nærmere granskning.

Læring: Flinke til å dele erfaringer og kunnskap. Man er åpen for endringer. Alle er samlet på kontoret om morgenen og denne tiden fungerer som informasjons- diskusjonsmøte.

Det er mye kursing av de ansatte pga. div godkjenninger. Deling av erfaringer er kanskje mer en kultur enn en bevist strategi.

Tverrfaglig: Det er blitt bedre med årene. De ulike fagene har mer respekt for hverandres jobb. Det er ikke rutine for å angripe feil tverrfaglig. Dersom feilen er gjentakende eller vanskelig å rette dannes det tverrfaglige grupper.

Har fagarbeidere/fagspecialister påvirkning: En god del av oppgavene er styrt av lover og regler så det er ikke så stort rom for hvordan en oppgave skal inneholde. Hvordan hvert enkelt punkt løses er det mer opp til hver enkelt å bestemme. Det er ikke laget en felles beste løsning

her. Dersom man ønsker endringer kan det stoppes fordi det ikke er nok kunnskap om hvilke vei man må gå for å få igjennom endringen.

Banesjef

Størst effekt har vært kulturendring

- Medvirkning
- Forbedringer – forslag til forbedringer. Utnyttelse av tid er kanskje største forbedringen.
- Alle ser og har forståelse for PKIer
- Bedre kunnskap om Banedata – bedre kvalitet på det som registreres
- Bedre arbeidsflyt pga. bedre planlegging.

Der vel veldig vanskelig å si noe om lean har påvirket oppetiden siden denne styres av mange parametere – også parametere som er helt utenfor fagenes rekkevidde.

Dagens vedlikeholds strategi inneholder kontinuerlig forbedring og rotårsak. Bli det praktisert? Dette er ikke satt i system i dag.

Hvordan følges endringene/forbedringene opp?

- Forbedringsrunder der det sjekkes om biler og lager følger standarden.
- Tavlemøte for oppfølging av PKIer, forbedringsforslag annen info. Alle får den samme informasjonen. Forslag blir tatt tak i og løsninger blir gjort tilgjengelig for alle.
- Alle fag har en 6 mnd plan som blir fulgt opp ukentlig.

Faggrupeleder Bane 17.03.16

Generisk vedlikehold: RCM ligger i bunn. Endrer alt for lite.

AKV: Ikke noe standard. 2 stk. i vakt – alltid en med robel sertifikat.

Bil: Ikke standard for verktøy og deler.

Rotårsak: Dersom feil dukker opp gjentatte ganger letes det etter rotårsak. Det er mye gammelt ute.

Tverrfaglig: Hadde tverrfaglige grupper tidligere, men har falt bort pga interesse. Ved problemfeil blir det dannet tverrfaglige grupper.

Kontinuerlig forbedring: Blir gjort til en viss grad. Løsninger blir delt innad i gruppen, men ikke til andre baneområder. Ikke noe forum for forbedring eller deling av løsninger. Det er ikke meldt inn noe til sentral RAMS gruppe.

Læring: Ikke så flinke til å dele. Det er ikke av vond vilje, men bare ikke noe kultur for det.

Påvirkning: Ja.

Dokumentansvarlig vedlikehold 01.04.2016

Kvalitet på TIOS/Banedata: Feil blir registrert i Hendelseslogg av togleder. Feilen får en HL_ID som f.eks. signalvakta får. Signalvakta oppretter AKV i banedata med referanse til HL-ID. Fra ca. 01.04.16 er Hendelseslogg en integrert del av Banedata.

Lean vil være en drahjelp til å heve kvaliteten i Banedata.

Krav til kvaliteten på Banedata øker samt det er flere aktører som vil ha data. Det vil nok alltid være et gap mellom krav til data og den reelle datakvaliteten.

Hvordan blir en vedlikeholdsrutine til: Frem til 2004 var vedlikeholdsrutinene nedfelt i Teknisk regelverk. Etter dette ble de utarbeidet på grunnlag av en RCM analyse der en ser på funksjon, konsekvens og risiko. RCM analysene ligger i en DB kalt Manifest. Når det levers nytt utstyr er det leverandørens ansvar og levere FMECA og forslag for forebyggende vedlikehold. Utstyret driftes ut fra dette i en periode til man har samlet nok grunnlagsdata. Det utarbeides nye rutiner på grunnlag av erfaringsdata.

RAMS grupper: Det er 6 sentrale RAMS grupper – en for hvert fag. Det er en person som har ansvaret for å koordinere arbeidet i RAMS gruppene. RAMS gruppene får inn forslag til endringer/forbedringer og behandler disse. De har fokus på kontinuerlig forbedring. Arbeidet blir dokumentert i RAMS referat tilgjengelig på banenettet.

VIKTIG å skille RAMS i drift og RAMS i prosjekt. I prosjekt sørger RAMS for at systemet blir bygget etter RAMS kravene i EN50126. I drift er fokuset på kontinuerlig forbedring.

Kontinuerlig forbedring: RAMS gruppen får inn ganske mye. Innføring av Lean er bra for å øke fokuset på kontinuerlig forbedring.

Det blir tenkt både flyt og oppgaver. Flyt i instruksjoner og oppgaver i arbeidsrutiner. Fokus på at det er riktige verktøy, instruksjoner og arbeidsrutiner og at disse henger sammen.

Oppetid: Må skille på disse ved prosjekt og drift. Prosjektene oppfylder kravene til oppetid gjennom RAMS prosessen. I drift sørger man for at funksjonen opprettholdes dvs ikke feiler ved at det er rett intervall på vedlikehold. Man finner balanse på intervaller av vedlikehold og rett utstyr slik at man får minimalt med AKVer.

Lean: Flyt – de generiske arbeidsrutinene er mer på et overordnet nivå. Det er mer på det lokale planet at flyt i arbeidsrutiner innføres.

Rotårsak: Kunne vært satt mye mer i system. Her kan lean være en god pådriver.

Kunde: Banesjefens organisasjon. Påse at de i pukken har de rette verktøyene slik at man får en optimal oppetid.

KPIer: Banesjefene måles på oppetid, punktlighet, kostnader, produktivitet.

PUKK: De sentrale RAMS gruppene bruker dette. Endringer kan bli sent som e-læring.

Samarbeid på tvers av fagene: De 6 RAMS gruppene samarbeider om det er et behov, men ikke som en standard.

AKV /drift – kommer kostnad eller oppetid først: I RMC analysen finner man en balanse mellom kvaliteten på vedlikeholdet og kostnaden – godt nok i forhold til oppetid.

Lokasjon på beredskap blir sett i sammenheng med hvor man har mest feil og hvor det er mest tog.

Har fagarbeider mulighet til å påvirke: De kan melde inn endringer/saker til RAMS gruppen eller melde lokale tilpasninger til sin leder.

Fagspesialist Signal 17.03.16

Har arbeidsbilene et standard oppsett på hva de skal inneholde av verktøy?

Bilene har ikke et standard oppsett. Hver montør har sitt eget verktøysett som følger montøren. Bytter han bil, tar han også med seg verktøyet.

Har arbeidsbilene et standardoppsett på hvilke deler de skal inneholde?

Det har dem ikke, det blir på lik linje som med verktøy.

Når man reiser ut på en AKV er det opp til hver enkelt hvordan feilen løses eller er det en standard fremgangsmåte? Gi gjerne en kort beskrivelse av fremgangsmåte.

Det kommer selvfølgelig an på hva feilen er, men i stor grad er det opp til hver enkelt hvordan feilen løses.

Er det en rutine på hva som gjøres fra AKV mottas til man er på vei mot stedet der feilen er(klargjøringstid)?

Det er ingen rutine på dette. Men min erfaring er at når jeg mottar feilmeldingen fra melder, tenker jeg automatisk ut hva som kan være feil, sånn at jeg er mest mulig forberedt når jeg ankommer stedet.

Hvor lang tid er det satt fra AKV meldes til man er på vei til å feilrette? Om denne tiden varierer hva er det som gjør variasjonen?

Jeg er ikke helt sikker på hvor lang responstid vi signalmontører har. Men personlig reiser jeg så fort som mulig for å rette feilen.

Jobbes det med å finne rotårsaken til feil? Hvis ja hvordan gjøres dette? Egne grupper?

Rotårsaken er som regel årsaken til feilen, den blir rettet fortløpende hvis mulig. Hvis ikke, blir dette feilrettet på. Hvis man trenger tverrfaglig feilretting, bli det tverrfaglig feilretting.

Arbeider man tverrfaglig for finne feil, årsak til feil og forbedring av arbeidsrutiner?

Vi arbeider ikke tverrfaglig for å finne feilen eller årsaken til den. Dette kommer selvfølgelig helt an på hva feilen er.

Er det fokus på å forbedre arbeidsrutiner? Måten man gjør ting på, bedre verktøy osv

Det er fokus på å forbedre arbeidsrutiner. I vårt felt vil jeg kanskje si at det er ikke så mange måter man kan gjøre ting på, men man kan alltid forbedre ting.

Blir fagarbeidere 'hørt' / tatt med ved endringer?

Dersom noe finner ut en smart løsning, blir det delt med kollegaer? Lærer dere av hverandre?

Det blir delt og vi prøver å lære av hverandre, etter min erfaring.

Dersom man ser at generiske arbeidsrutiner har unødvendige punkter eller kunne vært gjort på en bedre måte. Hvor meldes det? Blir det meldt?

Arbeidsplanlegger Signal 15.03.16

Har arbeidsbilene et standard oppsett på hva de skal inneholde av verktøy?

Ja bilene har 2 standarder. En for vekselkontrollører og en for signalmontører. Dette etablerte vi for 10 år siden. I tillegg har vi en liste på hva som skal være i lastebilen vår.

Har arbeidsbilene et standardoppsett på hvilke deler de skal inneholde?

Nei, ikke etter at vi mistet vaktbilen vår. Nå er det kun anbefaling på litt sikringer og ting som er kjekt å ha.

Når man reiser ut på en AKV er det opp til hver enkelt hvordan feilen løses eller er det en standard fremgangsmåte? Gi gjerne en kort beskrivelse av fremgangsmåte.

Nei det er ikke en standard måte å løse dette på. Først må så mye som mulig informasjon innhentes av melder. Ved noen AKV trengs det flere personer for å løse oppgaven, så disse må varsles hvis mulig. Så kjører man innom lageret og henter reservedeler hvis man har en formening om hva som er feil. Så blir det utarbeidet en SJA. Da er det klart for å reise til feil stedet. Ved ankomst ser vi ofte på stillerapparat/betjenings skjerm der det er mulig, for å få en oversikt av bilde av stasjonen. Så starter feilsøkingen i anlegget. Ofte har det vært noen og jobbet på stedet og man må prøve å finne ut hva de har drevet med. Med mer info om hva som skjer på banen hadde dette vært enklere.

Er det en rutine på hva som gjøres fra AKV mottas til man er på vei mot stedet der feilen er(klargjøringstid)?

Nei det er det ikke. Vi har hjemmevakt og løser dette på forskjellige måter. På grunn av JBV sin bilpolitikk er det fler som ikke har beredskapsbil hjemme. Så rutinen for disse er å reise til stasjoneringstedet uansett for å hente bil og skrive SJA. Noen reiser direkte til feil stedet fra hjem.

Hvor lang tid er det satt fra AKV meldes til man er på vei til å feilrette? Om denne tiden varierer hva er det som gjør variasjonen?

Det er ikke satt noen bestemt tid for dette i dag. Men det ligger et forslag som ikke er vedtatt enda, som sier 1time fra telefon til ankomst på stasjoneringsted og så 1time til feilretting starter (ved hjemmevakt)

Tiden varierer om man ligger å sover, er å trener, om det er vinter, hvor man befinner seg når feil oppstår osv.

Jobbes det med å finne rotårsaken til feil? Hvis ja hvordan gjøres dette? Egne grupper?

Dette gjøres i liten grad, det finnes det ikke økonomi eller resurser til. I de tilfeller det har skjedd i en hvis grad, så har faglig leder kalt inn flere faggrupper for å løse feilene. Men når vi har konkludert finnes det ikke økonomi til tiltak (f.eks. returstrøm problematikk Sandefjord-Larvik).

Arbeider man tverrfaglig for finne feil, årsak til feil og forbedring av arbeidsrutiner?

Nei det gjøres i liten grad. Når man hører om signalfeil så er det ofte en ytre påvirkning som signalanlegget reagerer på. Som for eksempel ved belegg så er det dårlig ballast(jord, salt, forurensninger), brente skjøter(returstrøm), avrevde ledninger ved arbeid(som ikke blir varslet)

Vi har prøvd å få andre avdelinger å varsle oss når de lager UKV på ting som kan påvirke signalanlegget. Det har vi ikke lyktes med. I stedet går disse UKV f.eks. fra linjen over til AKV signal. Noe som bure være unødvendig.

Er det fokus på å forbedre arbeidsrutiner? Måten man gjør ting på, bedre verktøy osv.

Ja dette jobber vi med kontinuerlig. Vi sender inn forslag på rutiner og diskuterer arbeidsmetoder. Verktøy forbedringer er det dårlig med. Det er ingen som hjelper oss med informasjon om hva som finnes. Jeg har f.eks. prøvd å erstatte noen 30 år gamle analoge måleapparatet som er i ferd med å gå i stykker med noen nye. Men ingen kan hjelpe meg med å erstatte disse.

Blir fagarbeidere 'hørt' / tatt med ved endringer?

Nei, i liten grad. JBV bruker ofte styringsretten.

Dersom noe finner ut en smart løsning, blir det delt med kollegaer? Lærer dere av hverandre?

Helt lokalt gjør vi det, men det finnes ingen arenaer å dele dette med til andre i Norge.

Dersom man ser at generiske arbeidsrutiner har unødvendige punkter eller kunne vært gjort på en bedre måte. Hvor meldes det? Blir det meldt?

Det blir meldt til oppsynsmann(tilstandskontrollør). Ja det meldes, men ofte er det det ikke mulig å gjøre noe med. Som for eksempel måleskjemaene som ligger i arbeidsordrene er en standard med mange punkter som ikke gjelder den spesielle ordren. Noe som gjør rutinen uoversiktelig og man bruker lenger tid på hver ordre.

Faggruppelider KL 11.03.16

Har arbeidsbilene et standard oppsett på hva de skal inneholde av verktøy?

Ja!, de har et grunnoppsett med nødvendig verktøy.

Har arbeidsbilene et standardoppsett på hvilke deler de skal inneholde?

Nei!, deler som legges i biler avhenger av hva som skal gjøres og hvilken type feil som skal rettes.

Når man reiser ut på en AKV er det opp til hver enkelt hvordan feilen løses eller er det en standard fremgangsmåte? Gi gjerne en kort beskrivelse av fremgangsmåte.

Det er komplekse anlegg som vi har ansvar for (fra 10-90 år gamle). Dette medfører at i mange tilfeller må man ut å se på kompleksiteten av feilen, før man kan påbegynne arbeidene. Selve feilrettingen starter i hodet på montørene med en gang de mottar meldingen om feil.

Er det en rutine på hva som gjøres fra AKV mottas til man er på vei mot stedet der feilen er(klargjøringstid)?

Dette er jo fortløpende vurderinger som vil måtte gjøres med bakgrunn i mottatt kunnskap om feilen som har oppstått.

Hvor lang tid er det satt fra AKV meldes til man er på vei til å feilrette? Om denne tiden varierer hva er det som gjør variasjonen?

Avstanden fra hjemsted til stasjonsingssted kan variere. Avhengig om man benytter bil eller skinnegående materiell er det avhengig om hvorvidt togleder prioriterer og hvorvidt det står mye tog som gjør det vanskelig å komme forbi. Gjelder det større typer feil, må man hente egnet materiell til feilretting som tromler med kobber/master o.l.

Jobbes det med å finne rotårsaken til feil? Hvis ja hvordan gjøres dette? Egne grupper?

Ja det gjør det, men ikke nok. Dette krever kompetanse til å gjennomføre riktig type analyse (stepanalyse). Disse analysene må fasiliteters av personer med kunnskap.

Arbeider man tverrfaglig for finne feil, årsak til feil og forbedring av arbeidsrutiner?

Ja!. Man jobber sammen med relatert faggruppe for å kunne finne bakgrunnen for feilen. Arbeidsrutiner blir vurdert sammen med personell hvor det blir vurdert å gjennomføre lokale tilpassinger. Fagmiljøene deler på «best praksis».

Er det fokus på å forbedre arbeidsrutiner? Måten man gjør ting på, bedre verktøy osv.

Det er det hele tiden. Man sørger for å dele kunnskap og lære av andre.

Blir fagarbeidere 'hørt' / tatt med ved endringer?

Det blir dem. Kanskje ikke nok.

Dersom noe finner ut en smart løsning, blir det delt med kollegaer? Lærer dere av hverandre?

Ja!.

Dersom man ser at generiske arbeidsrutiner har unødvendige punkter eller kunne vært gjort på en bedre måte. Hvor meldes det? Blir det meldt?

Man lager lokale tilpassinger som man sender til godkjenning.

8.2 Søk i TIOS

Hjem Kart Meldinger St.monitor Trafikkdata **Rapporter** Årsaksregistrering TPR Hjelp

Rapporter > Årsaksfordeling <

Fra dato: 01.01.2016 Til dato: 31.01.2016

Togselskaper: **Merk alle** | **Fiern alle**

Baneservice AS Cargolink AS CargoNet AS Flytoget AS Green Cargo AB Grenland Rail AS
 Hector Rail AB Jernbanelogotipet Malmtrafikk AS NSB Gjøvikbanen AS NSB AS Ofotbanen AS
 Ofotbanen Drift AS Peterson Rail AB Railcare Tåg AB SJ AB TX Logistik AB Tågakeriet AB
 AS Valdresbanen Veolia Transport Bane AS Øvrige

Årsakskoder: **Merk alle** | **Fiern alle**

1 2 3 4 5
 6 7
 81 82 83 84 85
 91 92 93 94

Andre valg: **Merk alle** | **Fiern alle**

Oppetidsberegning Ytre forhold med i oppetidsberegning Togtimer
 Regularitet Vis total regularitet Vis kodeavhengig regularitet

Mappe: Togstrekning: Tognummer: Stasjonsliste: [Leqg til](#)

Region Øst Årsaker	011 (Oslo S) - (Lillestrøm) GMB	405, 1504-1510, 1801-1899, 2102-2181, 2200-2299, 3850, 4001, 4008, 4011, 4013, 4022, 5020-5039, 5050-5099, 5250-5269, 5310-5319, 5500-5579, 5700-5749, 5800-5865, 5900-5939, 11650-11656, 41600-41699, 41900-41999, 45900-45999, 7100-7199, 7200-7299	HLR	Endre	Slett
Region Øst Årsaker	1 Lillestrøm - Eidsvoll (HB)	405, 1504-1510, 1801-1899, 2102-2181, 2200-2299, 3850, 4001, 4008, 4011, 4013, 4022, 5020-5039, 5050-5099, 5250-5269, 5310-5319, 5500-5579, 5700-5749, 5800-5865, 5900-5939, 11650-11656, 41600-41699, 41900-41999, 45900-45999, 7100-7199, 7200-7299	LLS, BRT, LSD, FRO, LBG, KLØ, ASE, LAL, GAR, JEH, NBY, SAD, VRU, HSR, DAL, BØN, EVL	Endre	Slett
Region Øst Årsaker	100 (Oslo S) - (Lillestrøm HB)	41-47, 50-59, 302-339, 352, 406, 602-545, 1002-1099, 1520, 1522, 3500-3999, 11505, 11507, 11510, 11523, 13813, 80504-80541, 800-899	BR, BRB, AKE, ALA, ALG, NYL, GRO, HGA, HØB, LØR, HAB, FJE, STN, SDA	Endre	Slett
Region Øst Årsaker	11 Lillestrøm - Eidsvoll (GMB)	41-47, 50-59, 302-339, 352, 406, 602-545, 1002-1099, 1520, 1522, 3500-3999, 11505, 11507, 11510, 11523, 13813, 80504-80541, 800-899	LLS, LSD, FRO, LBG, KLØ, ASE, LAL, GAR, BKH, EVV, VEN, EVL	Endre	Slett

Hjem Kart Meldinger St.monitor Trafikkdata **Rapporter** Årsaksregistrering TPR Hjelp

Rapporter > Årsaksfordeling <

Årsaksfordeling (01.01.2016-31.01.2016)

Togselskaper: Alle
 Årsakskoder: 1,2,3,4,5,6,92
 Ytre forhold med i oppetidsberegning: Nei
 Regularitetsberegning: Nei

FORSINKELSE ÅRSAKER (ANTALL)

Strekning	1	2	3	4	5	6	(1-6)	92	(91-94)	Sum
	Bane	Sikringsanlegg	Elkraft	Teleanlegg	Planlagte arbeider	Materiell m/feil sperrer spor	Sum infrastruktur	Ytre forhold	Sum Utenforliggende forhold	
Region Øst Årsaker / 011 (Oslo S) - (Lillestrøm) GMB	24	50	5		23	18	120			120
Region Øst Årsaker / 1 Lillestrøm - Eidsvoll (HB)	93	209	21	1	2	49	375	2	2	377
Region Øst Årsaker / 100 (Oslo S) - (Lillestrøm HB)	33	198		3	3	17	254	1	1	255
Region Øst Årsaker / 11 Lillestrøm - Eidsvoll (GMB)	45	139	18		3	27	232	1	1	233
Sum	195	596	44	4	31	111	981	4	4	985

FORSINKELSER (TIMER-MINUTTER)

Strekning	1	2	3	4	5	6	(1-6)	92	(91-94)	Sum
	Bane	Sikringsanlegg	Elkraft	Teleanlegg	Planlagte arbeider	Materiell m/feil sperrer spor	Sum infrastruktur	Ytre forhold	Sum Utenforliggende forhold	
Region Øst Årsaker / 011 (Oslo S) - (Lillestrøm) GMB	3:44	6:40	0:45		2:43	3:40	17:32			17:32
Region Øst Årsaker / 1 Lillestrøm - Eidsvoll (HB)	13:52	28:13	2:23	0:05	0:08	7:01	51:42	0:18	0:18	52:00
Region Øst Årsaker / 100 (Oslo S) - (Lillestrøm HB)	3:57	30:58		0:14	0:19	1:49	37:17	0:26	0:26	37:43
Region Øst Årsaker / 11 Lillestrøm - Eidsvoll (GMB)	3:51	15:41	2:10		1:21	2:43	25:46	0:05	0:05	25:51
Sum	25:24	81:32	5:18	0:19	4:31	15:13	132:17	0:49	0:49	133:06

HELINNSTILLINGER (ANTALL)

Grunnlag for diagram vist i figur 17. Tallene er hentet fra TIOS med søk som vist over.

April 15	00:14	39:37:00	04:39	00:26	00:00
Mai 15	01:38	28:54:00	02:11	06:10	00:00
Juni 15	06:47	51:22:00	15:30	02:16	00:00
Juli 15	11:34	25:41:00	04:10	00:15	00:00
August 15	02:04	50:34:00	01:26	00:05	00:00
September 15	04:31	26:46:00	08:18	00:00	00:00
Oktober 15	18:14	20:18	09:23	00:29	00:00
November 15	03:58	52:05:00	01:41	13:46	00:05
Desember 15	00:20	23:03	01:04	00:08	00:00
Januar 16	25:24:00	81:32:00	05:18	00:19	00:49
Februar 16	03:08	26:28:00	00:31	00:05	
Mars 16	04:00	15:49	00:00	00:00	