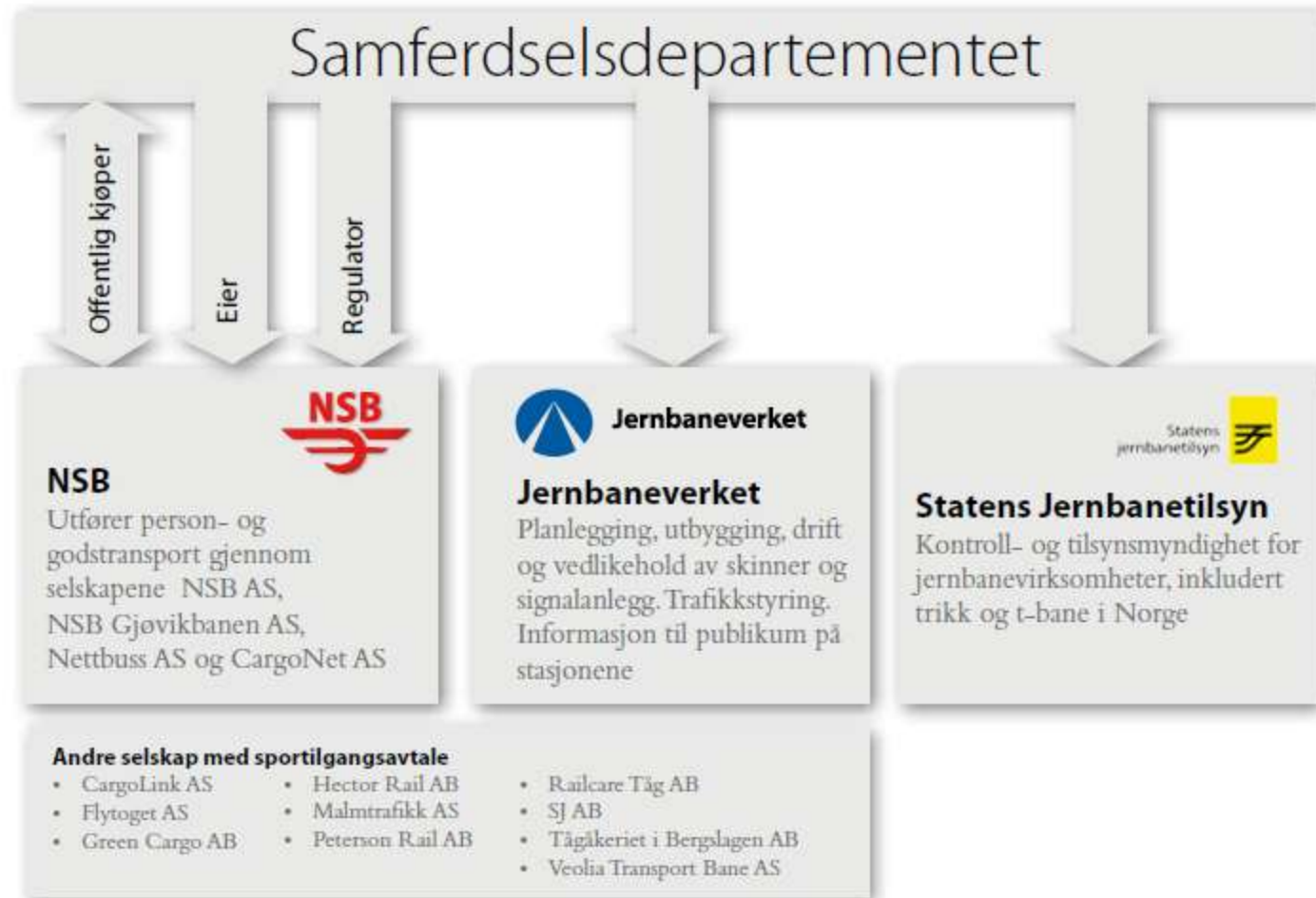


A red line spanning the width of the slide, with a trapezoidal cutout in the center.

RAMS Engineering & Vedlikehold

NSB

Rolledeling i Jernbanesektor



NSB AS

Rullende materiell (antall)

Elektriske lokomotiver	84
Diesellokomotiver	29
Elektriske motorvognsett	152
Dieseldrevne motorvognsett	32
Personvogner	213
Godsvogner	1 911
Busser	2 621

Persontrafikk

Reiser med tog	51 millioner reisende
Reiser med buss	104 millioner reisende

NSB kjøper og moderniserer tog for seks milliarder kroner



Fakta om NSBs nye tog

- **Antall tog:** 50 togsett av 5 vogner
- **Leverandør:** Stadler Bussnang AG
- **Type:** Stadler Flirt
- **To utgaver:** 26 lokaltog og 24 regiontog
- **Toppfart:** 200 km/t

Persontog NSB Persontog



Godstog Cargotraf AS



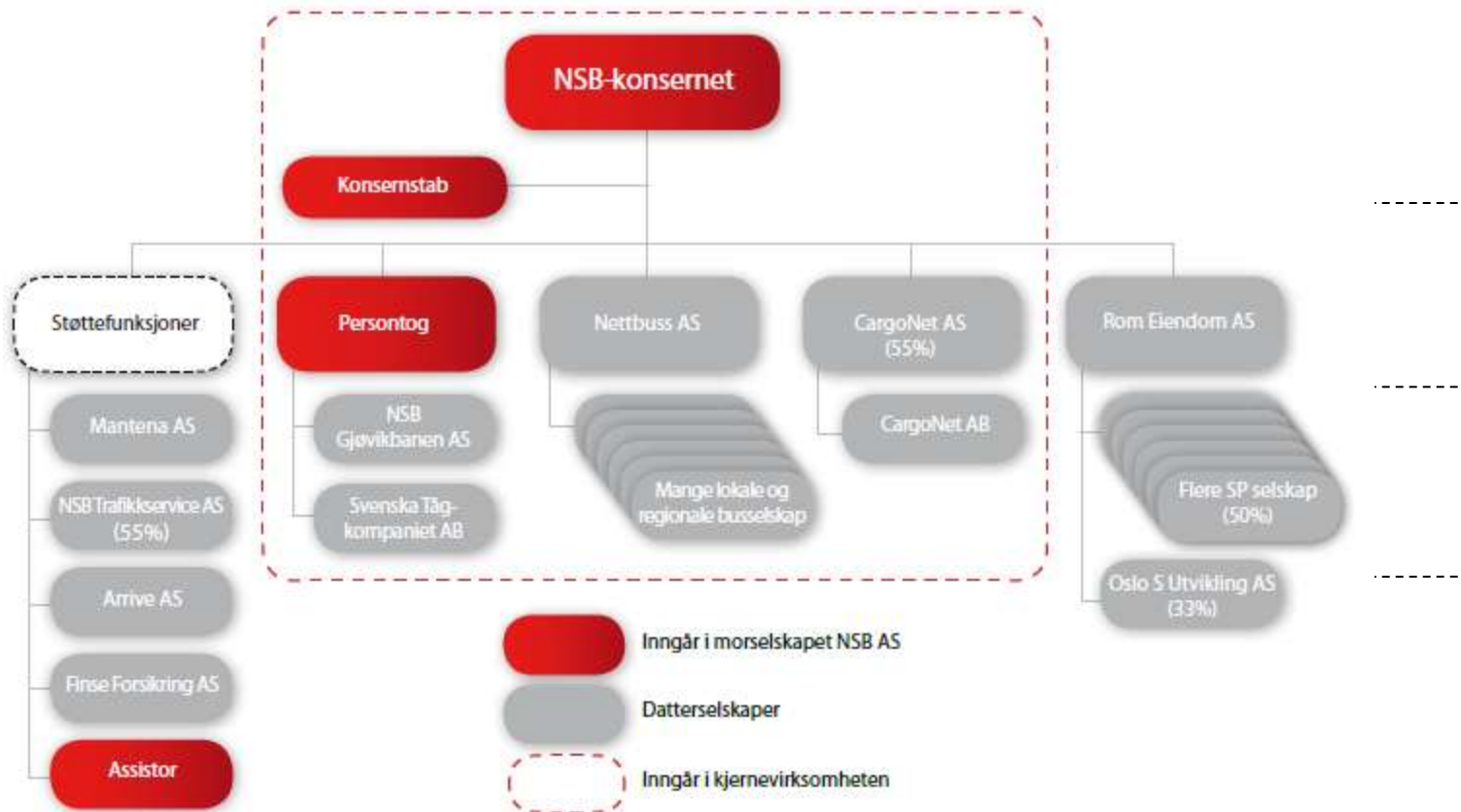
Buss Northbus AS



Eiendom Ikero Eiendoms AS

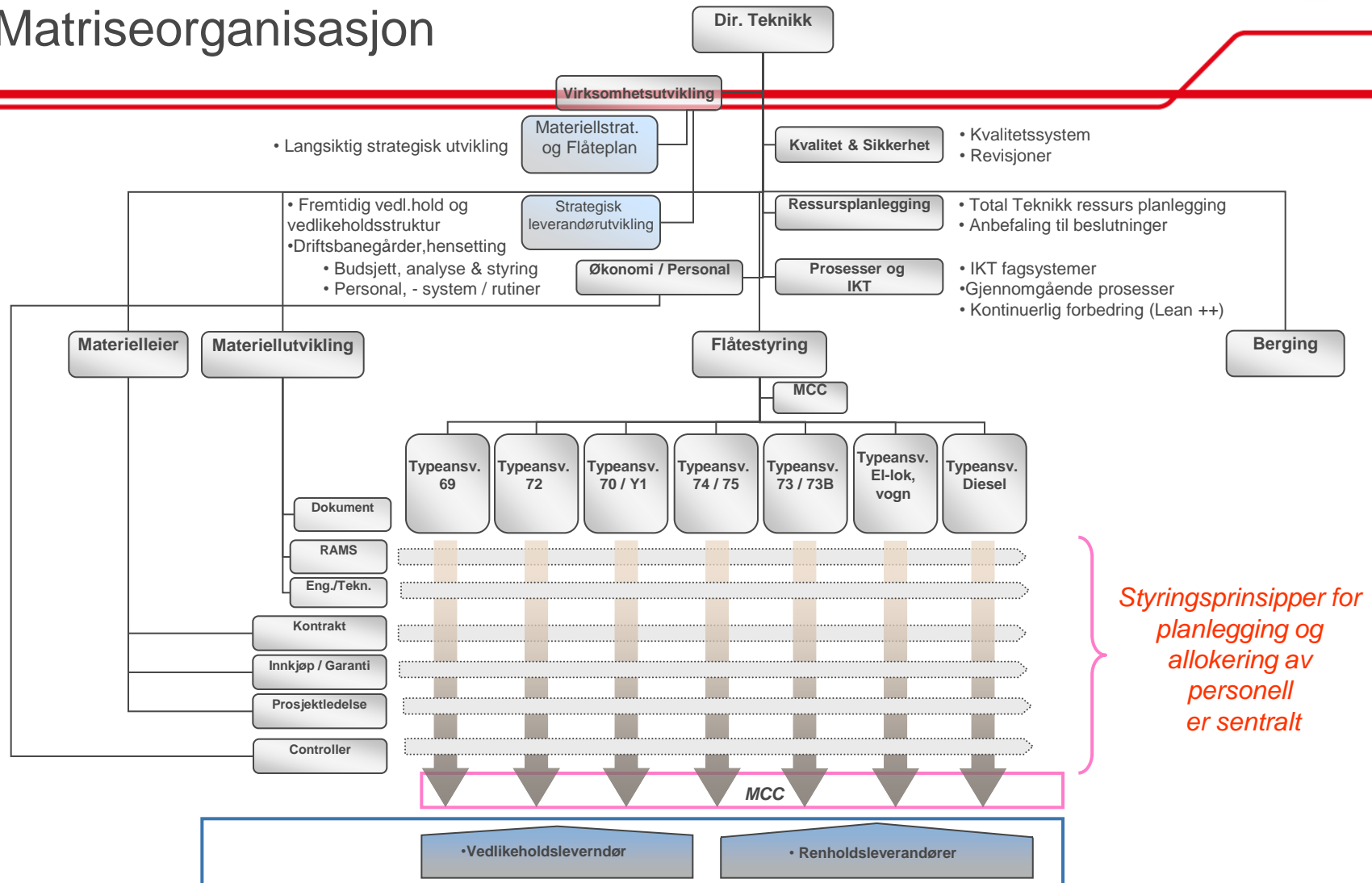


Organisation I



Persontog Teknikk

Matriseorganisasjon

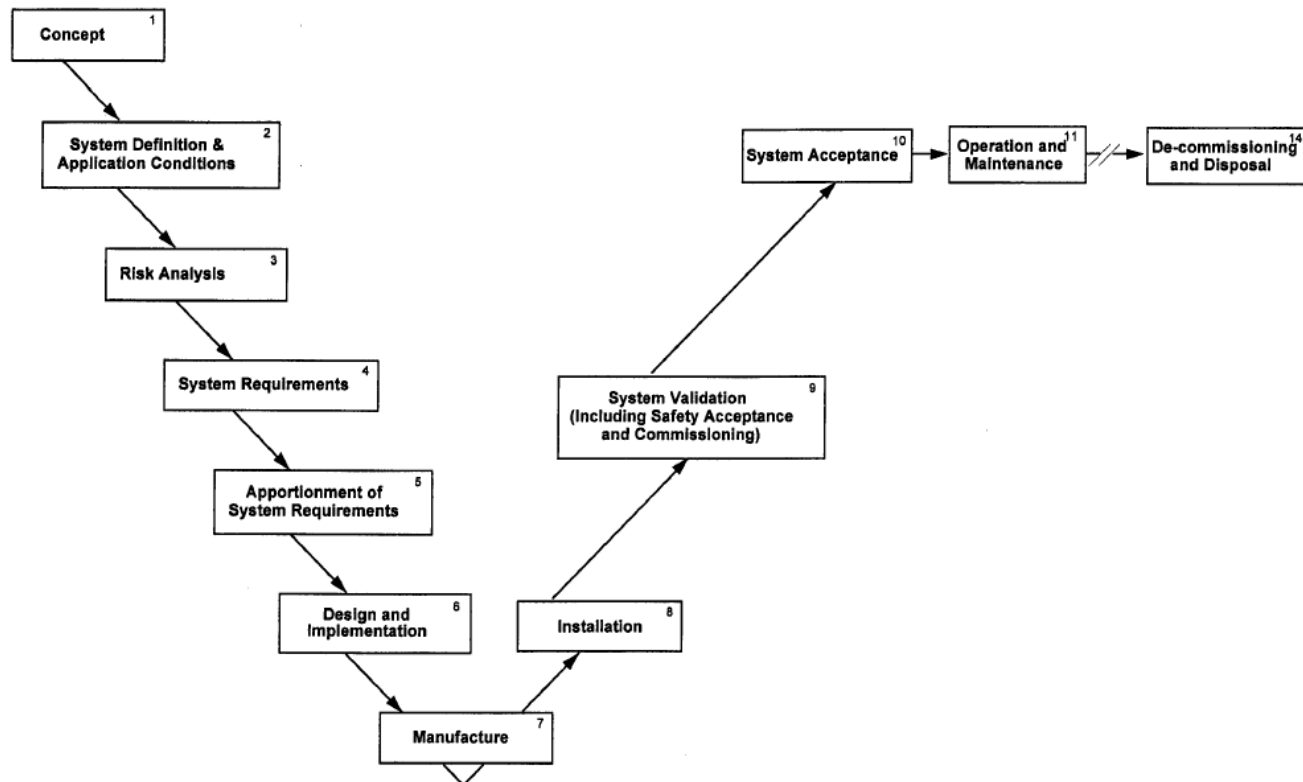


Sikkerhetsforskrift

- § 11-1. Generelle krav til jernbaneforetak
-
- *Jernbaneforetaket skal sikre at trafikken skjer på en sikkerhetsmessig forsvarlig måte, herunder at det rullende materiellet som brukes til enhver tid er i sikkerhetsmessig forsvarlig stand.*
- *Jernbaneforetaket skal drifte og vedlikeholde rullende materiell i henhold til nasjonale og internasjonale standarder. (Ref. EN-50126 RAMS Standard)*
- *Forutsetninger og begrensninger knyttet til det rullende materiellets utforming skal legges til grunn for prosedyrer for drift og vedlikehold av det rullende materiell*

RAMS Engineering

RAMS kjennertegnes som en arbeidsmetode for langsiktighet og sikker drift. Dette oppnås ved anvendelse av etablerte Engineerings konsepter, vedlikeholdsengineerings fag, metoder, verktøy, teknikker og (RAMS) vedlikeholdsprosesser gjennom dets (Life Cycle) levetid. Dvs. helt fra , konsept fase, invitasjon, anbudskonkurranse, anskaffelse, til avhendelse som vist i EN-50126 RAMS Standard



RAMS Engineering i NSB

- Opprettet in 1998
- RAMS – Pålitelighet, tilgjengelighet, vedlikeholdsvennlighet & Sikkerhet
- RAMS Engineering er en kontinuerlig forbedrings prosess for å forbedre togs ytelse og pålitelighet gjennom dets levetid
- Egen avdeling i Teknikk
- 13 ing / siving (Mek, EL, RAMS,)
- "Eier" vedlikehold og vedlikeholdsprogrammer
- ANsvarlig for
 - RCM, LCC, Vedlikeholdsstyring (ERP), Spare part analysis, FTA, etc
- Fasiliterer prosesser

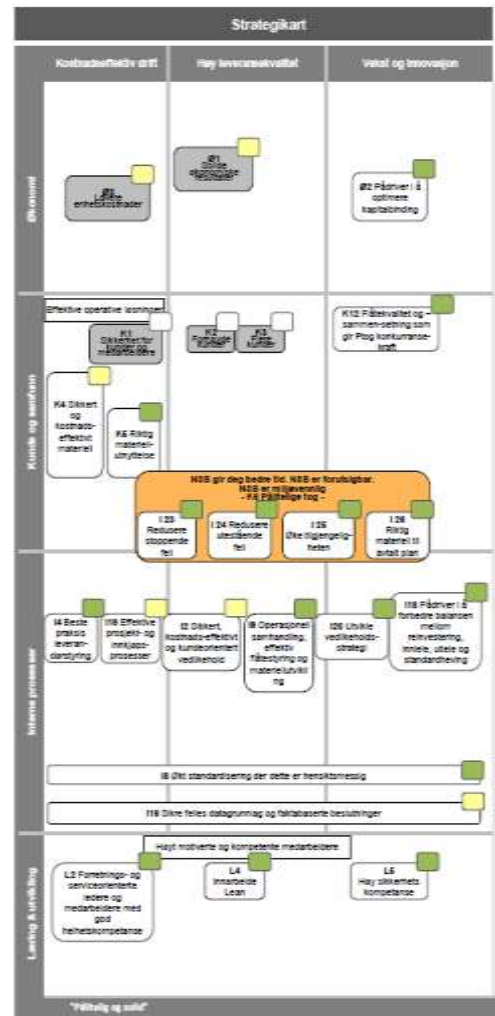
NSB skal være kundenes favoritt og Nordens mest nyskapende transportselskap.

Mission: prosesseiere for vedlikeholdsstyring (vedlikeholdsprogram + vedlikeholdsprosesser) i NSB

Mål for avdelingen	Indikator	Akseptkriterium
Kostnadseffektivt vedlikehold	Kr/Km	?

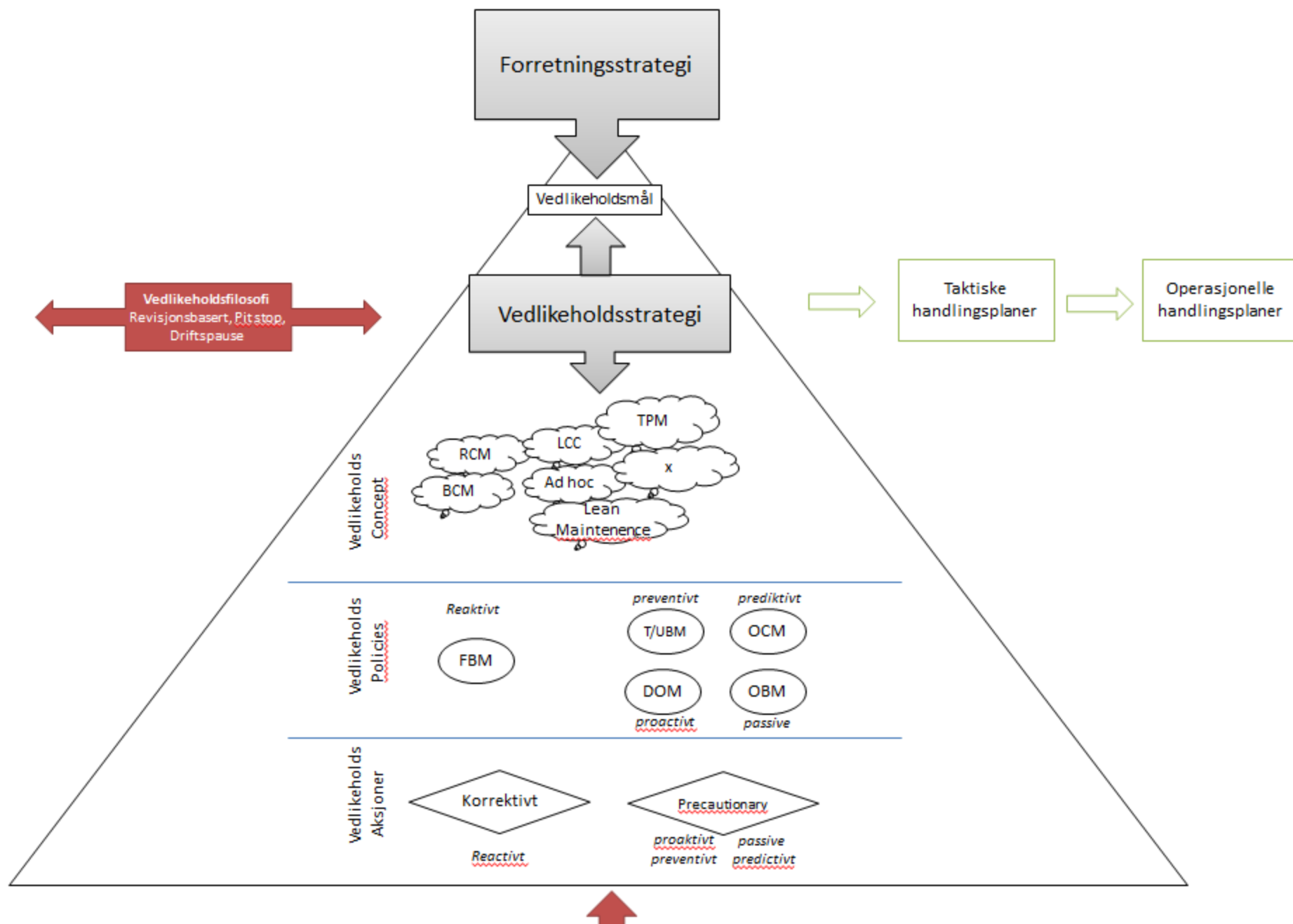
Høyt motiverte og kompetente medarbeidere skal legge 50% av innsatsen på å jobbe langsiktig og strategisk ved å videre utvikle vedlikeholdsstrategi i NSB og resten av tiden skal vi jobbe operativt med vedlikeholdsstyring i drift og vedlikeholdsfasen og prosjekter ifm anskaffelse og driftssetting.

Kompetanse
- RAMS & Vedlikeholds Engineering
- Vedlikeholdsledelse



1	Innføre Vedlikeholdspolicy OCM i NSB	Mikael
2	Revidere "vedlikeholdsorganisering"	Fredrik
3	Revidere vedlikeholdssektorer Innføre vedlikeholdskonsept TPM (Total Productive Maintenance)	Charles
4	Revidere Vedlikeholdsfilosofi & organisering	Sverre
5	Vedlikeholdskostnader	Gunhild
6	KUV	Gunhild
7	Implementering av SAP	Stian Simen
8	Optimalisering av vedlikeholdsprogram Type73 & 93	Thor Øivind

1	Ø1	RAMS Prosess i Drift og Vedlikeholdsfase
2	I23	Kvalitetssikring av pålitelighets og vedlikeholdsdata som skal benyttes i optimalisering av togflåten
3	K4, I23 I24, I26	Bidra med at pålitelige, sikre, vedlikeholdsvennlige & kostnadseffektive materiell og komponenter anskaffes
4	K6	Bidra med at vedlikehold styres på en slik måte at materiell utnyttes riktig
5	I2	Ved å kontinuerlig optimalisere vedlikeholdsstyring (vedlikeholdsprogram + vedlikeholdsprosesser)
6		



Hva gjør RAMS avdelingen?

Vi, ved systematisk og metodisk jobbing gjennom materiells levetid (V- modell) leverer:

- R) pålitelige (**Reliability**) tog gjennom **Optimale og kostnadseffektive** vedlikeholdsprogrammer og vedlikeholdsprosesser
- A) sikrer minst mulig ståtid/nedetid, altså økt Tilgjengelighet (**Availability**) – ikke operasjonelle),
- M) tilrettelegger for vedlikeholdsvennlighet (**Maintainability**: en komponents evne til å bli vedlikeholdsholdt)
- S) og sikrer (**Safety**) for passasjerer og ombordpersonell.

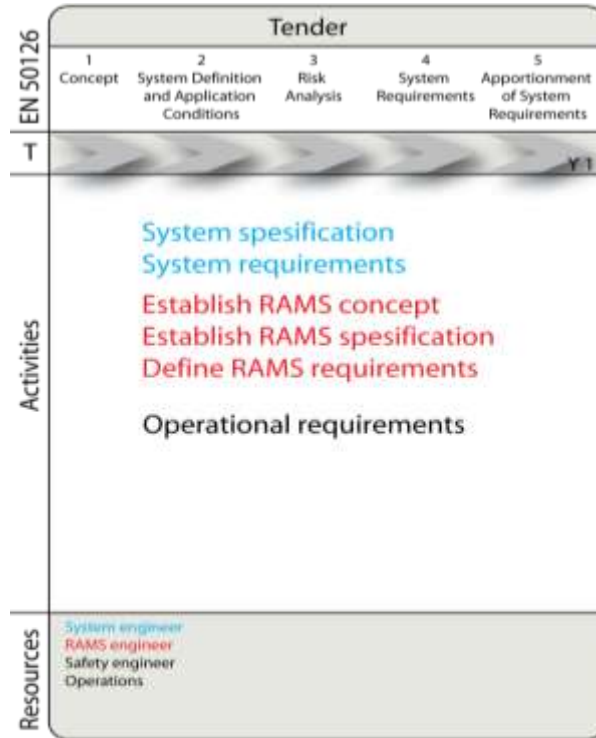
RAMS i materiellets livsløp (ref. EN 50126, figur 10; "The V representation")

Tid		Tender					Design				Operation				
EN 50126		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		Concept	System Definition and Application Conditions	Risk Analysis	System Requirements	Apportionment of System Requirements	Design and implementation	Manufacture	Installation	System Validation/ Safety	System Acceptance	Operations and Maintenance	Performance Monitoring	Modification	De-commissioning and Disposal
Aktiviteter		Ar 1					Ar 2		Ar 3		Ar 4		Ar 5-30		Ar 30-40
		<p>Systemspesifikasjon</p> <p>Systemkrav</p> <p>Etablere RAMS-konsept</p> <p>Utarbeide RAMS-spesifikasjon</p> <p>Definere RAMS-krav</p> <p>Operasjonelle krav</p>					<p>Fase CDR</p> <p>FMECA/RCM</p> <p>RBD/FTA (pålitelighets-analyse)</p> <p>LCC-beregning</p> <p>SA (reservedels-analyse)</p> <p>Systemverifikasjon</p> <p>Fase PDR</p> <p>FMECA/RCM</p> <p>RBD/FTA (pålitelighets-analyse)</p> <p>LCC-beregning</p> <p>SA (reservedels-analyse)</p> <p>Systemverifikasjon</p> <p>Fase FDR</p> <p>FMECA/RCM</p> <p>RBD/FTA (pålitelighets-analyse)</p> <p>LCC-beregning</p> <p>SA (reservedels-analyse)</p> <p>Systemverifikasjon</p>	<p>Systemgodkjenning (IFA)</p> <p>Utvikle vedlikeholdsprogram</p> <p>Utvikle vedlikeholdsdokumentasjon</p> <p>Ivareta EN 50126</p> <p>Forberede IRMA og implementere vedlikeholdsprogram</p>	<p>Systemøvertagelse</p> <p>Verifisere vedlikeholdsvernligheit</p> <p>Ivareta EN 50126</p> <p>Forberede IRMA og implementere vedlikeholdsprogram</p>	<p>Typeansvarlig, kortsiktig</p> <p>Kjøp av vedlikeholdstjenester</p> <p>Kjøp av rengjøringstjenester</p> <p>Oppfølging av daglig drift</p> <p>Oppfølging av tilgjengeligheten</p> <p>Aksept av ruteplanforutsetninger</p> <p>Oppfølging av Synergi-meldinger</p> <p>Iverksetter re-engineering/modifikasjoner</p> <p>RAMS, langsiktig</p> <p>Samler feil- og vedlikeholdsdata</p> <p>Analysere feil- og vedlikeholdsdata</p> <p>Fremstiller og analyserer trender</p> <p>Overvåker RAMS performance</p> <p>Verifiserer feildata/vedlikeholdsdata mot RCM-analysen</p> <p>Holder månedlige RAMS-møter</p> <p>Identifiserer behov for re-engineering/modifikasjoner</p> <p>Verifiserer LCC</p> <p>Verifiserer reservedelsbehov</p> <p>TREDA, kvalitetssikring av feil- og vedlikeholdsdata</p> <p>Systemingeniør</p> <p>Gjennomfører re-design og utarbeider dokumentasjon for modifikasjoner</p>	<p>Salg og avhending av materiellet</p>				
Ressurser		Systemingeniør RAMS-ingeniør Sikkerhetsingeniør Drift					Systemingeniør RAMS-ingeniør Sikkerhetsingeniør Drift	Systemingeniør RAMS-ingeniør	Systemingeniør RAMS-ingeniør	Typeansvarlig Typeingeniør Systemingeniør RAMS-ingeniør Sikkerhetsingeniør Drift Vedlikeholder	Typeansvarlig				

Fargeforklaring:

Systemingeniør
RAMS-ingeniør
RAMS-ingeniør + Systemingeniør
Typeansvarlig
Vedlikeholder
Drift

RAMS i Tender Phase



Color coding:
 System engineer
 RAMS engineer
 RAMS engineer+ System engineer
 Train manager
 Maintainer
 Operations

- FLIRT
 - Anskaffelse av nye elektriske tog
 - Tilpasset norske forhold
 - 50 togsett i drift 2012/13, men opsjon på 100 til.
- Tett samarbeid med Stadler
 - RAMS/ RCM fokus i tidlig concept/ design fase
 - Tett oppfølging
 - Endret måten de jobbet på.
 - System acceptance i år 2011
- Strengt krav ift RCM vedlikeholdsprogram

RAMS iDesign Phase

Design			
6 Design and implementation	7 Manufacture	8 Installation	9 10 System Validation/ Safety Acceptance System Acceptance
Y 2	Y 3		Y 4
Concept Design Review FMECA/RCM RBD/FTA (reliability analysis) LCC-calculations SA (sparepart analysis) System verification Preliminary Design Review FMECA/RCM RBD/FTA (reliability analysis) LCC-calculations SA (sparepart analysis) System verification Final Design Review FMECA/RCM RBD/FTA (reliability analysis) LCC-calculations SA (sparepart analysis) System verification	System approval (TA) Develop maintenance program Develop maintenance documentation Assure that deliverables are according to EN 50126 Prepare CMMS and implement maintenance program		Accept the system for entry into service Verify maintainability Assure that deliverables are according to EN 50126 Prepare CMMS and implement maintenance program
System engineer RAMS engineer Safety engineer Operations	System engineer RAMS engineer		System engineer RAMS engineer

- CDR
 - Reliability Block Diagram (RBD)
 - FMECA
 - LCC and Spare Part analysis
 - Safety Case
- PDR
 - FTA
 - RCM
 - LCC
 - Spare Part
 - Safety
- FDR
 - Iterasjon av process
- System acceptance

RAMS during operation



- Tett oppfølging av kontraktuell leveranse
- Eget RAMS team for Performance overvåkning og oppfølging
 - I henhold til
 - Reliability - Pålitelighet
 - Punctuality - Regularitet
 - Availability - tilgjengelighet
 - Etc.

RAMS PROSESS I DRIFT OG VEDLIKEHOLDSFASEN

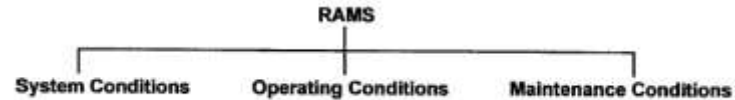
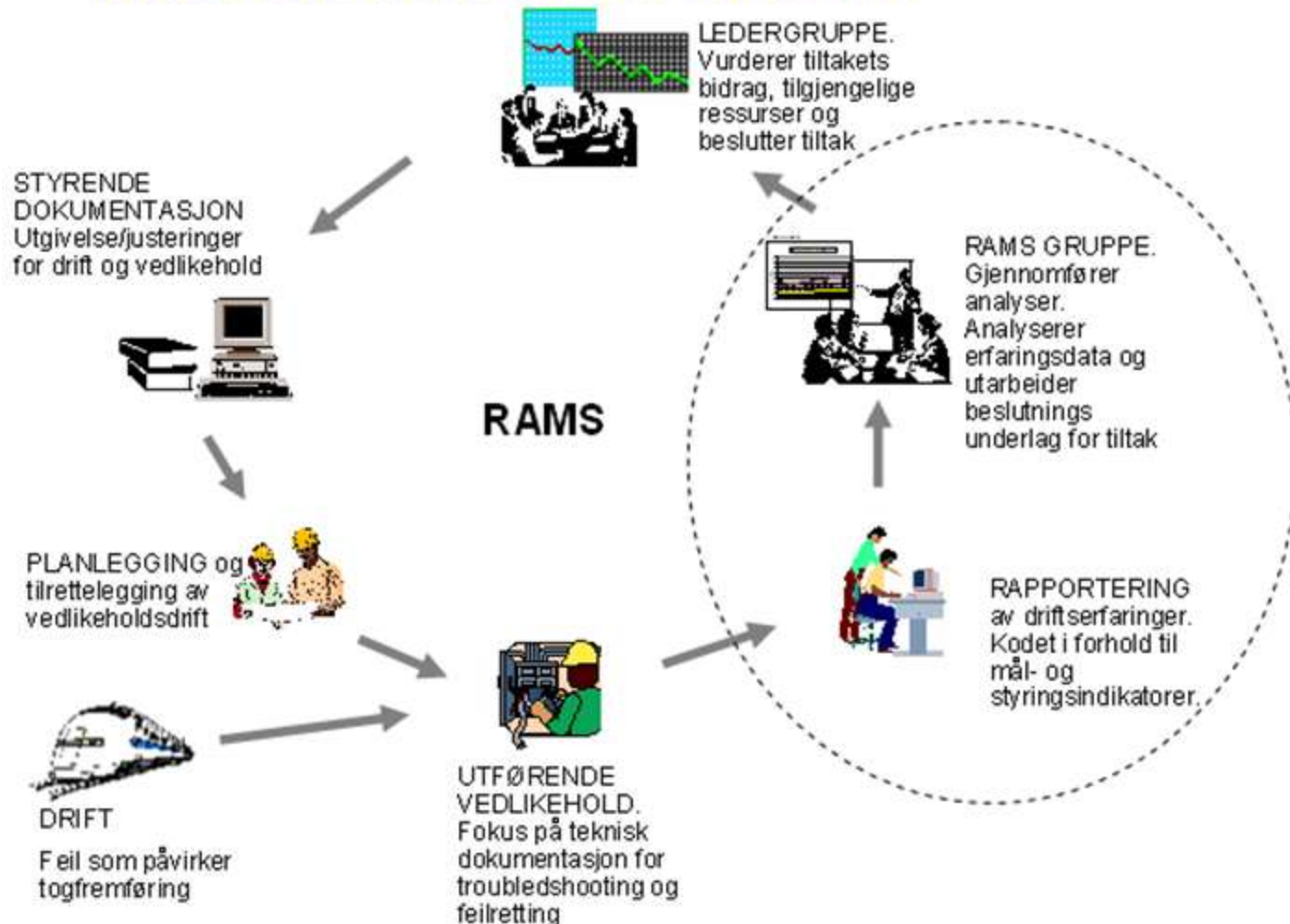


Figure 4: Influences on RAMS

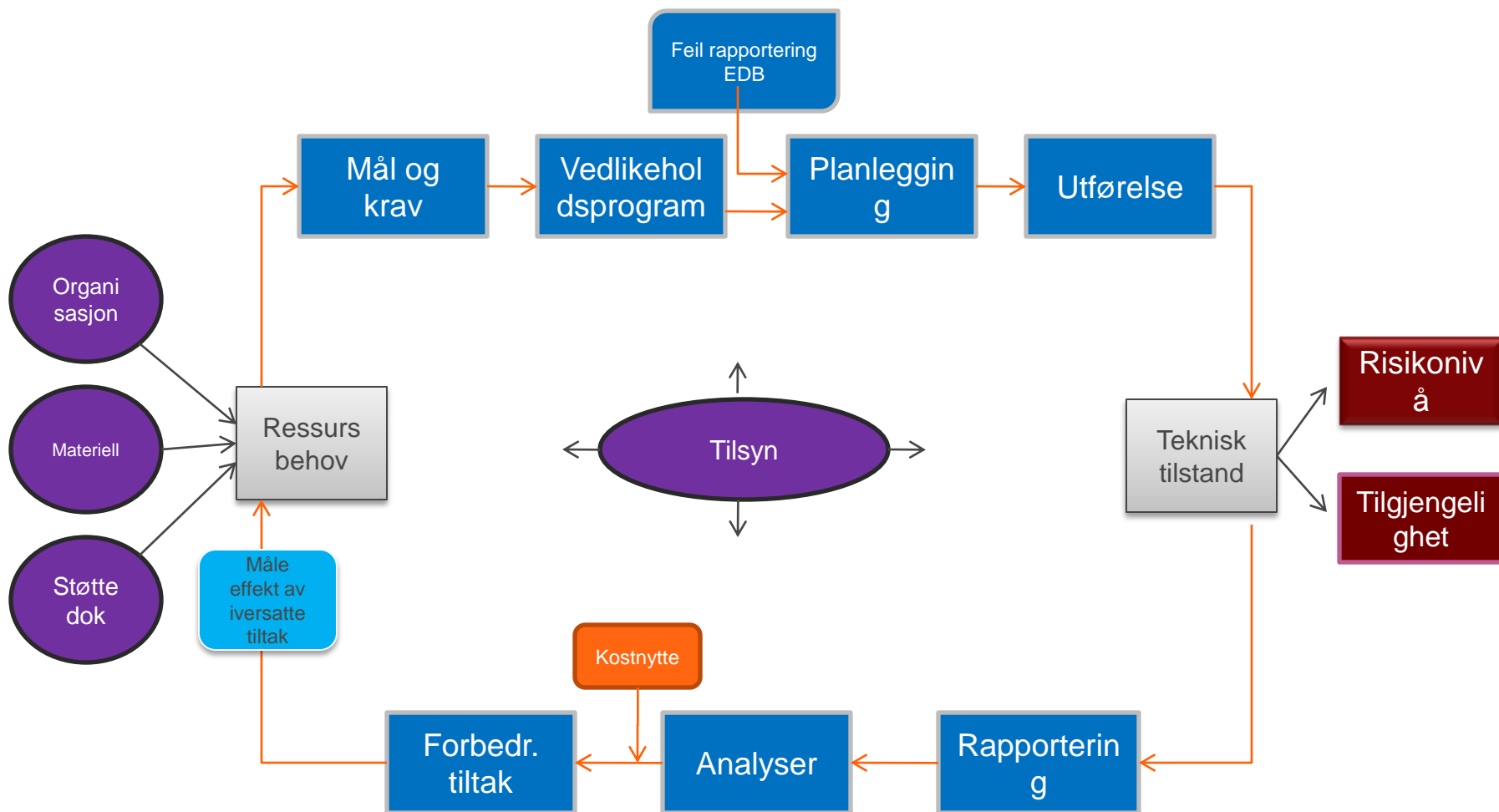
RAMS PROSESS ORGANISASJON!



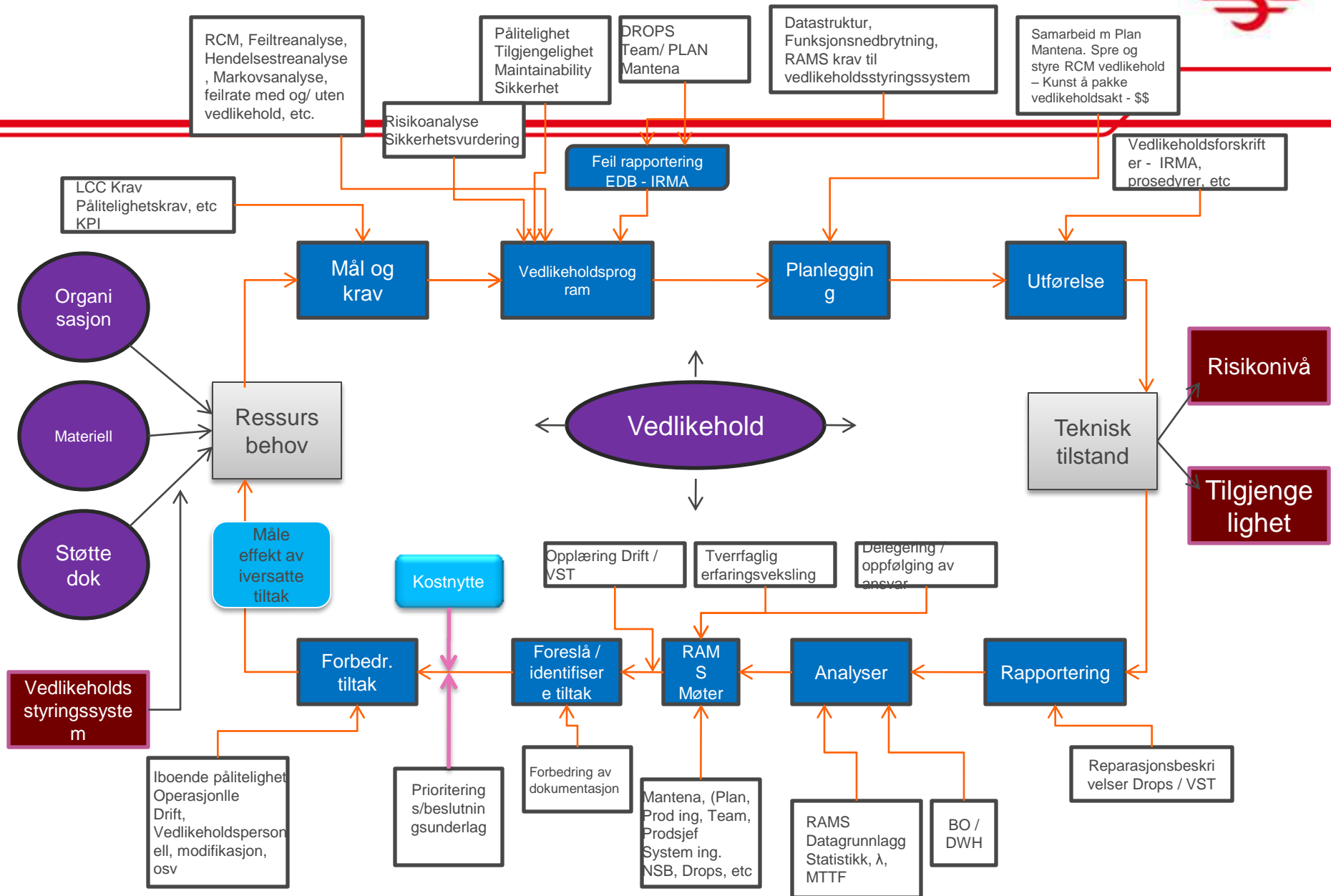
X & Y AXIS IN RAMS

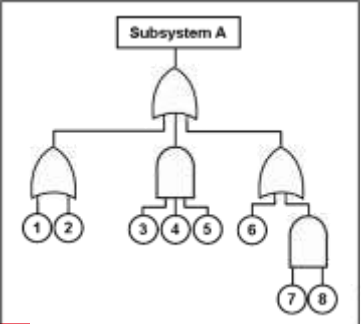


X – akse: RAMS og vedlikeholds styringssløyfe



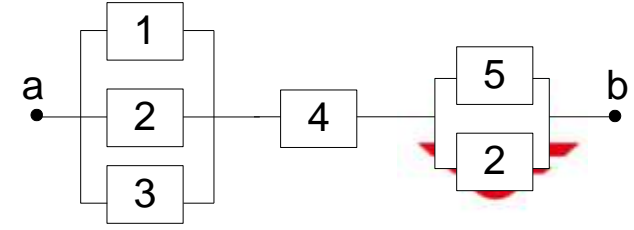
X – akse: RAMS og vedlikeholds styringssløyfe



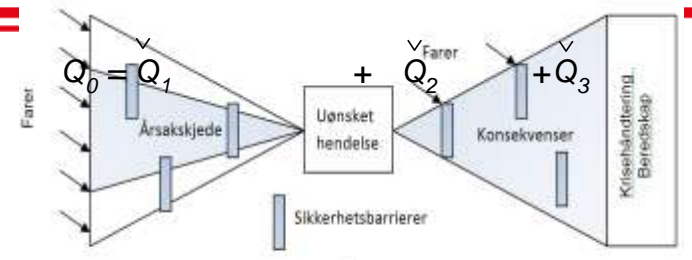


Y-RAMS

Komponentutilgjengelighet:
 ■ Reparerbarhet (EFFEKTIV feilrate)
 $q_i \approx \lambda_i / \mu_i = \lambda_i \cdot \text{MDT}_i$
 ■ Enhet som funksjonstestes
 $q_i \approx \lambda_i \tau_i / 2 = \text{PFD}$
 Systemutilgjengelighet
 $Q = \sum_{\text{alle stat. tilstander}} \prod q_i$

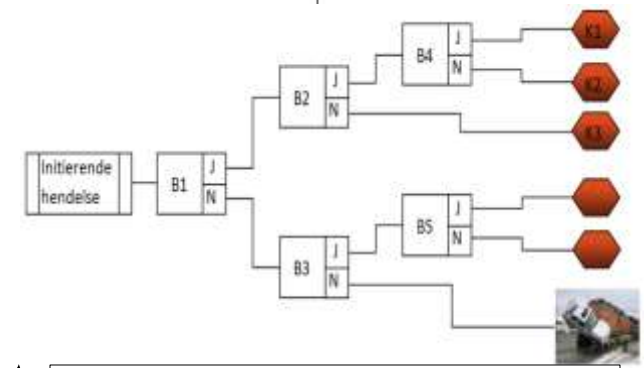


$$\check{Q}_1 = q_1 \times q_2 \times q_3 \quad \check{Q}_2 = q_4 \quad \check{Q}_3 = q_5 \times q_2$$

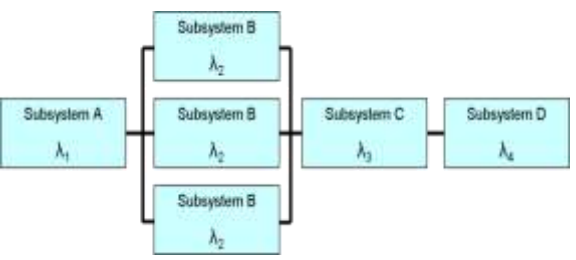
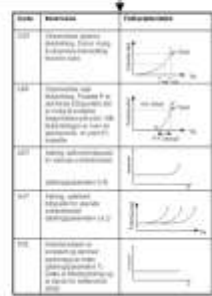
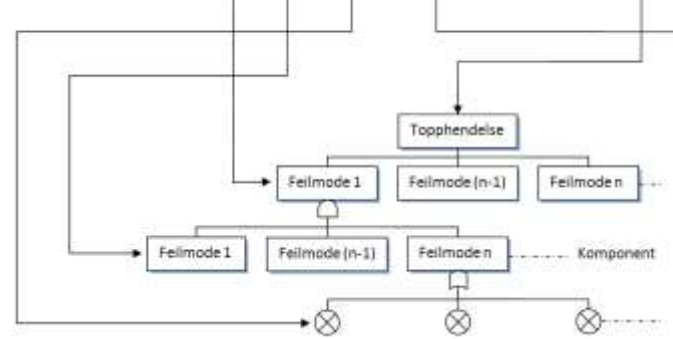


Feiltreanalyse

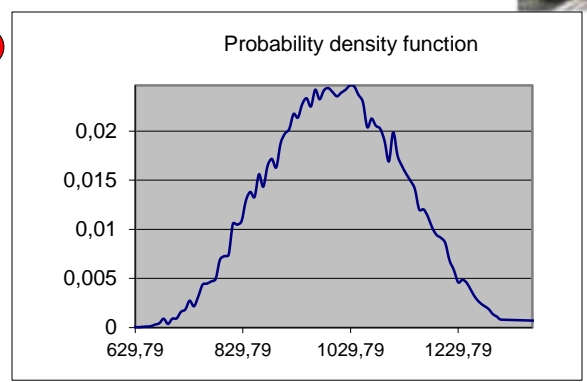
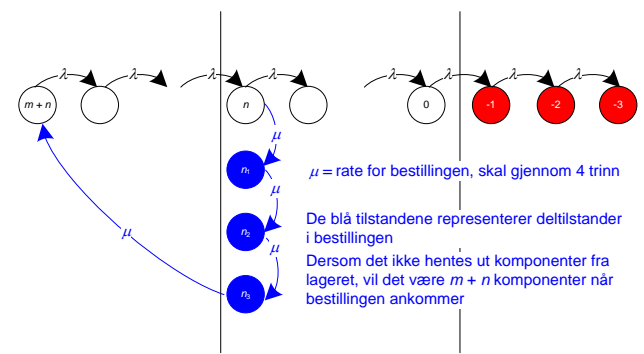
Hendelsestreanalyse



Funksjon	System feilfunksjon	Feilmode	Årsak	Feiltype (karakteristikk)	λ	H/E	Topphendelse	Kritisk info meter	Vedlikehold	Materiell
03.01.01 Komponent				DGF DRF ADT AUT TFE		Skjult Åpenbar	Punktlighet Sikkerhet Økonomi	L_Grønn M_Gul H_Rød	Aktivitet Timer	



$$f_I = n \cdot \lambda \left[1 - \frac{1 - e^{-\text{dFrekvens} \cdot \text{MTTD}}}{\text{dFrekvens} \cdot \text{MTTD}} \right]$$



OptiRCM

Komponent Type69 Lastbremsventil

Funksjon Regulerer C trykket i ft vogns last

FV aktivitet Bytte/OVH (innvendige fjærer,membran)

Feilmode Regulerer ikke C trykket i ft vogns last

Feilårsak Lekkasje

IRMA Bremser; AUTOMATISK TRYKKLUFTBREMS; LASTBREMSEVENTIL(030405)

RCMID 427

RCM-Komponent

FV beskrivelse

PKV PO TK-V TK-F TK-M TK-K TK-G TK+PO

λ 0,4323279 ? MTTF 2,313059

Aldring 2 ?

t0 0

Skjult ☐

MTTD 0

dFrekvens(S) 1,00

dFrekvens(P) 1,00

Intervall 0,3986865

FV Kostnad 4 000

KV Kostnad 80 000

Grunnlagsdata FV kostnad

timer "Setup"

timer "Komp." 1

Mat. kostnad: 2 800

Spesialfunksjoner

[10%]

Resultater

PLL 1,6E-05

Person kost 555

Materielle kostnader 290

Togminutt 3

Minuttkostnader 4 704

FV-kostnader 10 033

KV-kostnader 4 646

Totale kostnader $\Sigma =$ 20 228

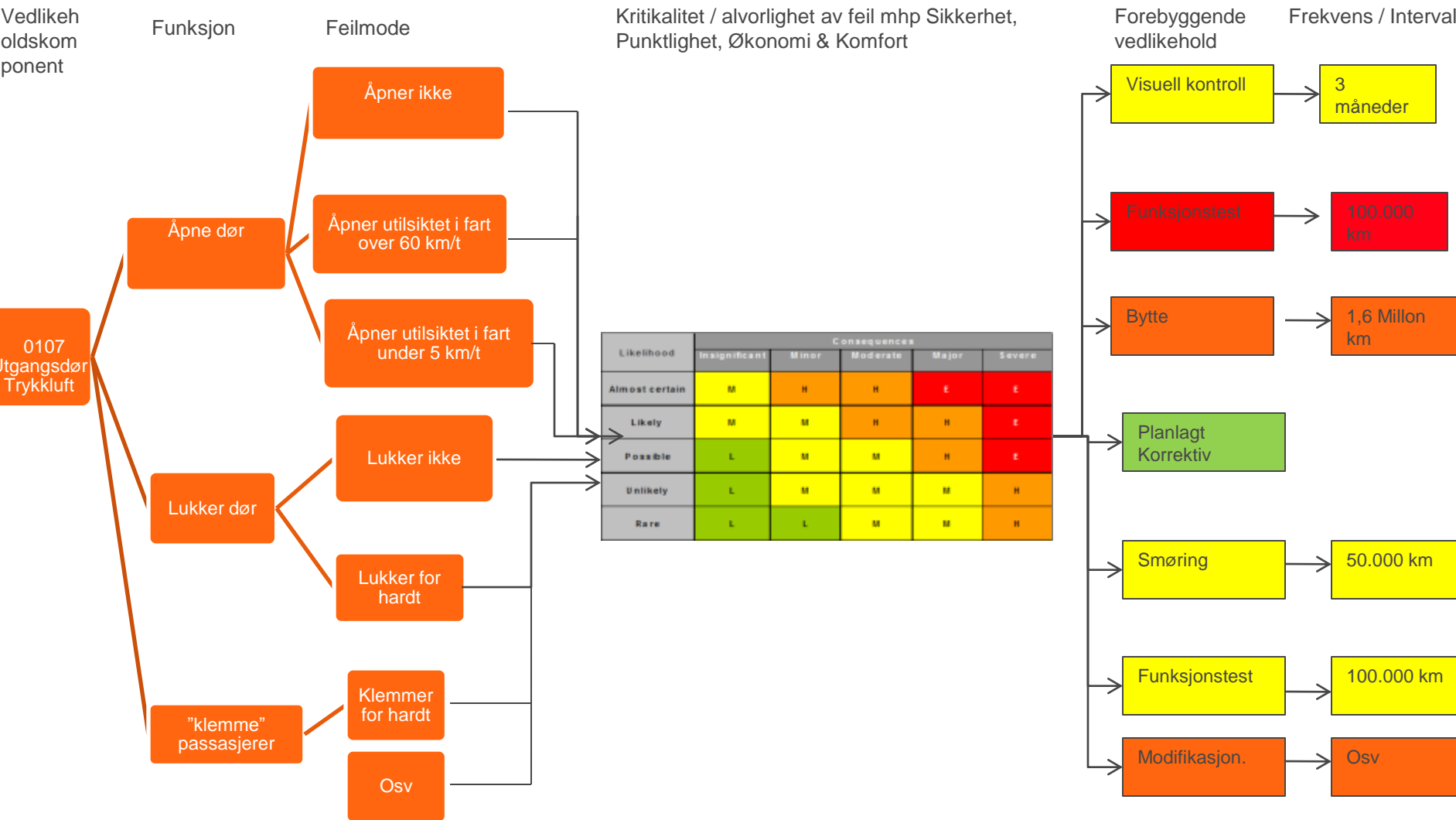
Tilbakeførsel av vedlikehold

Faste fraser i SAP?

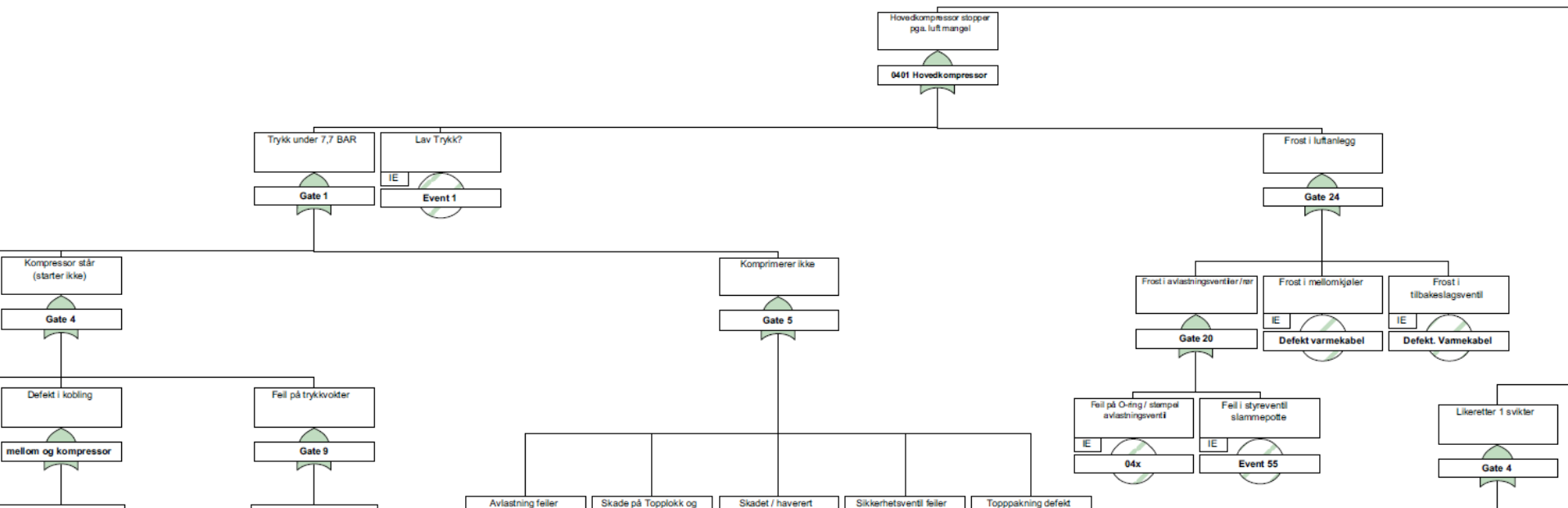
Feil innmelding av DROPS

Konsekvens koder DROPS
F.Eks 05- Forsinket 3 – 5 min

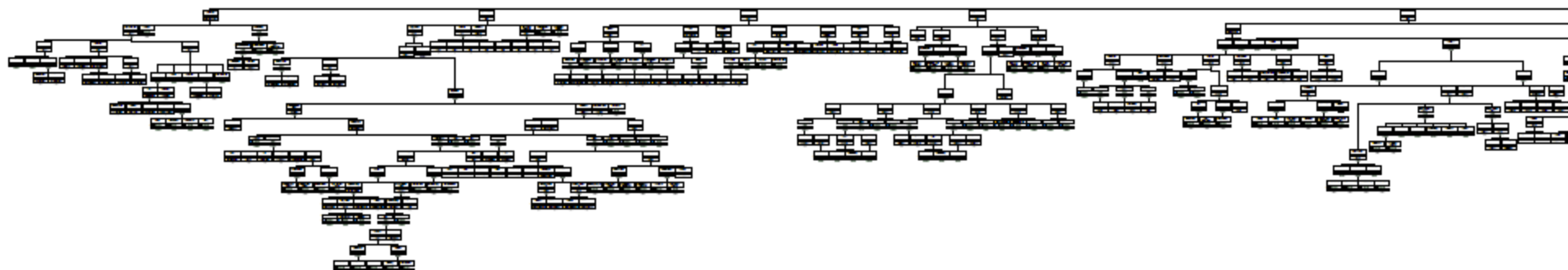
Antall feil meldt av DROPS



Feiltre analyse – Stoppende feil Type92



Stoppende feiltre analyse
TYPE92



Resultat av RAMS arbeid

- 40 % ! Reduksjon Stoppende feil TYPE92 I løpet av siste 3 år
 - Resultat av nytt "levende" RCM vedlikeholdsprogram
 - FTA
 - Streng RAMS prosess
- 35% reduksjon Stoppende feil TYPE72 i løpet av 4 år
- 50% reduksjon Stoppende feil Hele Flåten fom 2002 - 2010
- Fordobling av MTTF (MDBF) mhp Stoppende feil: Type93
- Endret Tekniskmessig Nye tog – Flirt
 - RAMS krav
 - Mer redundans
 - Endret systemers plassering
- Store Modifikasjoner.
 - Ny type Oljefri kompressorer på TYPE 72 & TYPE 92
- RCM vedlikeholdsprogram på gamle tog – Type69, økt flåteutnyttelse, redusert totale vedlikeholdskostnader
- Oversikt over "status" på komponenter, gir fleksibilitet og grunn for å gjøre vedlikeholdsendringer.

Challenges

- Data quality – Bi-Cycle
- Season changes
 - Winter - 40 degrees C
 - Summer 30 degrees C
- New CMMS system: SAP
- Revisjon av vedlikeholdsstrategi
- Resource allocation



Andre prosjekter

- Nytt CMMS - vedlikeholdsstyringssystem
- TREDA
- FLIRT



RAMS performance

