



# RAM – analyse på Jernbanesystem

Muligheter og utfordringer

ESRA-seminar 28.01.2015

Ruth Tuven, Teknologi

Skal oppfylle to viktige målsetninger

1. Pålitelige systemer som oppfyller krav til oppetid på jernbanesystemet

2. Vedlikeholdskonsept som bidrar til at oppetiden kan vedvare over tid

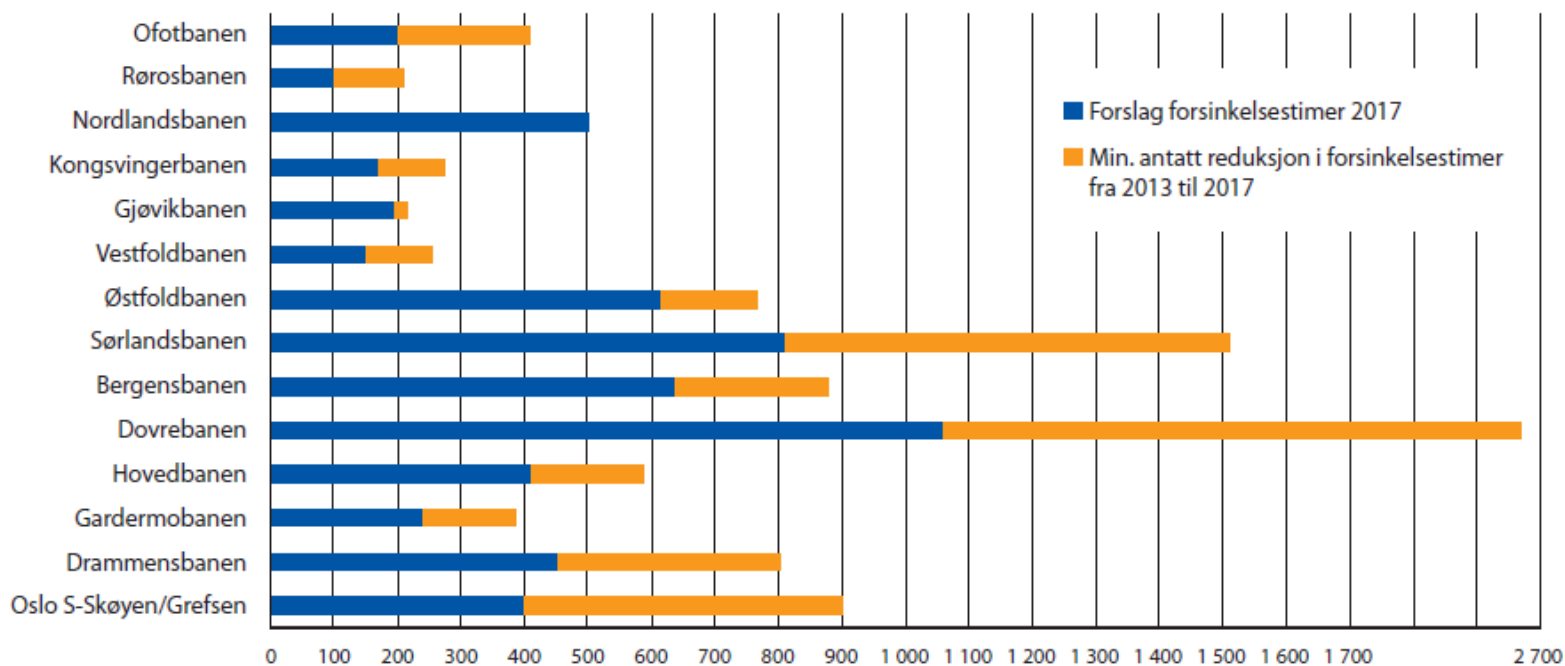


# Oppetid



*Mål om oppetid legger føringer for maksimalt antall forsinkelsestimer vi kan tillate på en jernbanestrekning*

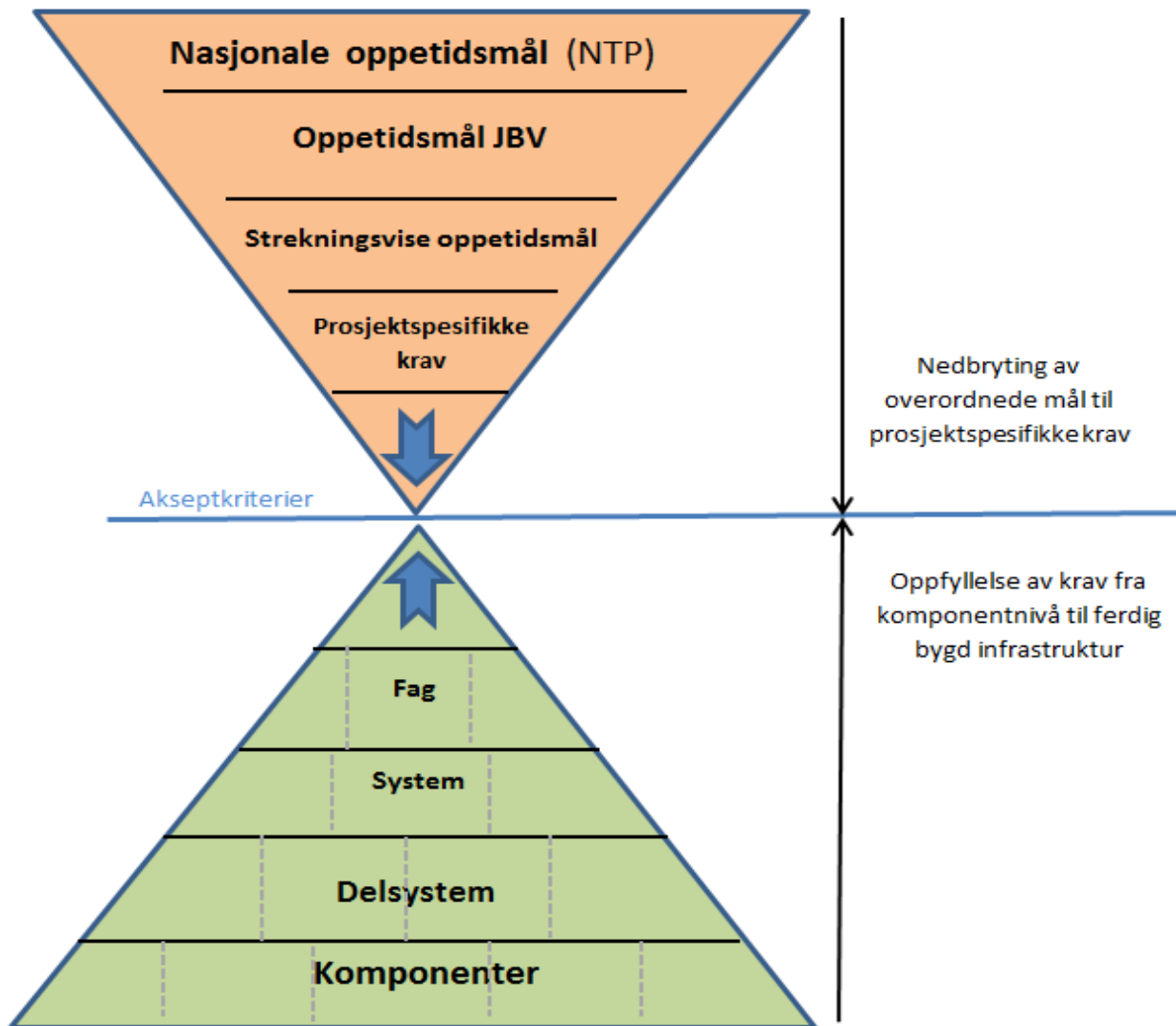
# Fordeling av krav til oppetid



Oppetid mht. punktlighet=(togtimer–forsinkelsestimer pga. infrastrukturen)/togtimer

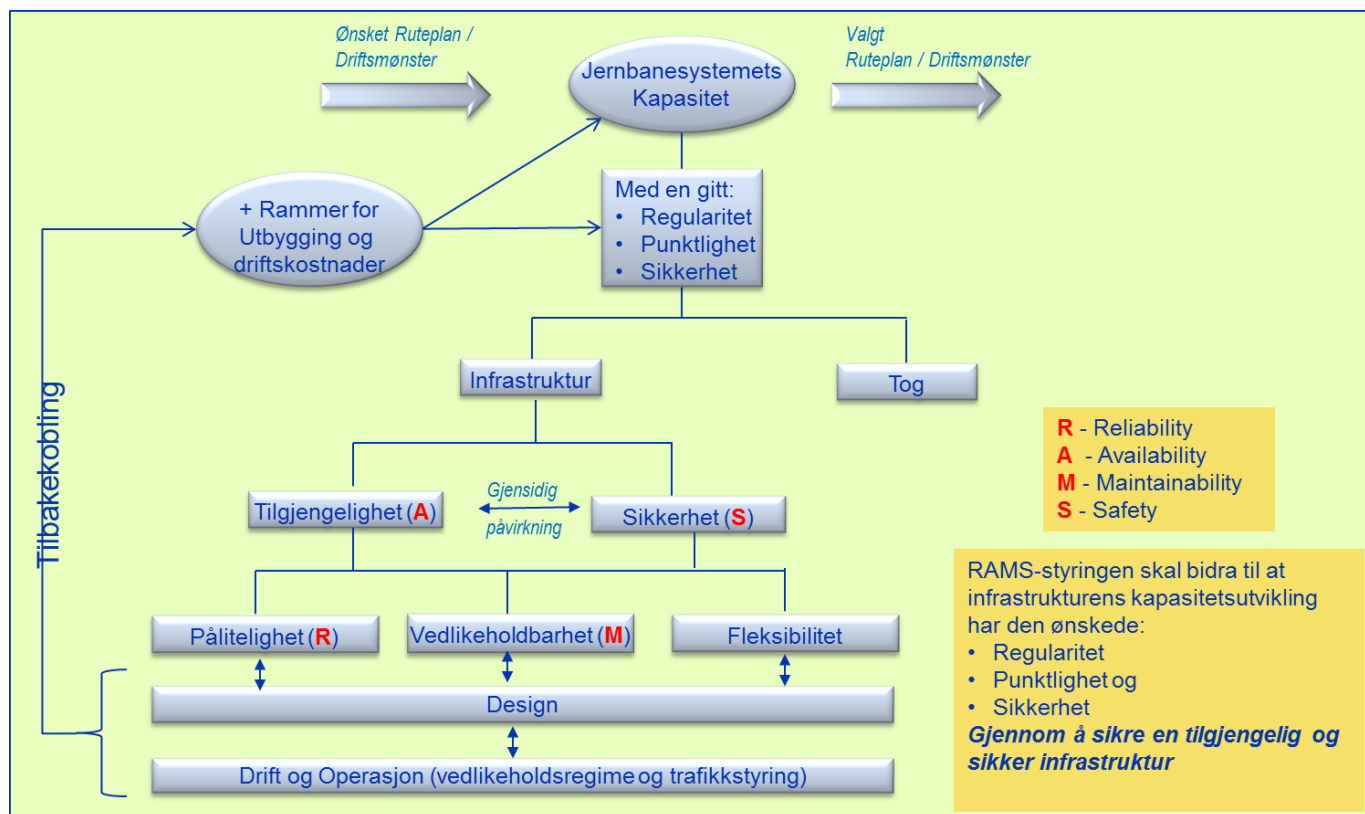
# RAMS - krav

Målhierarki for nedbryting av samfunns mål for oppetid til prosjektspesifikke krav.



# RAM-analyse i et Jernbanesystem

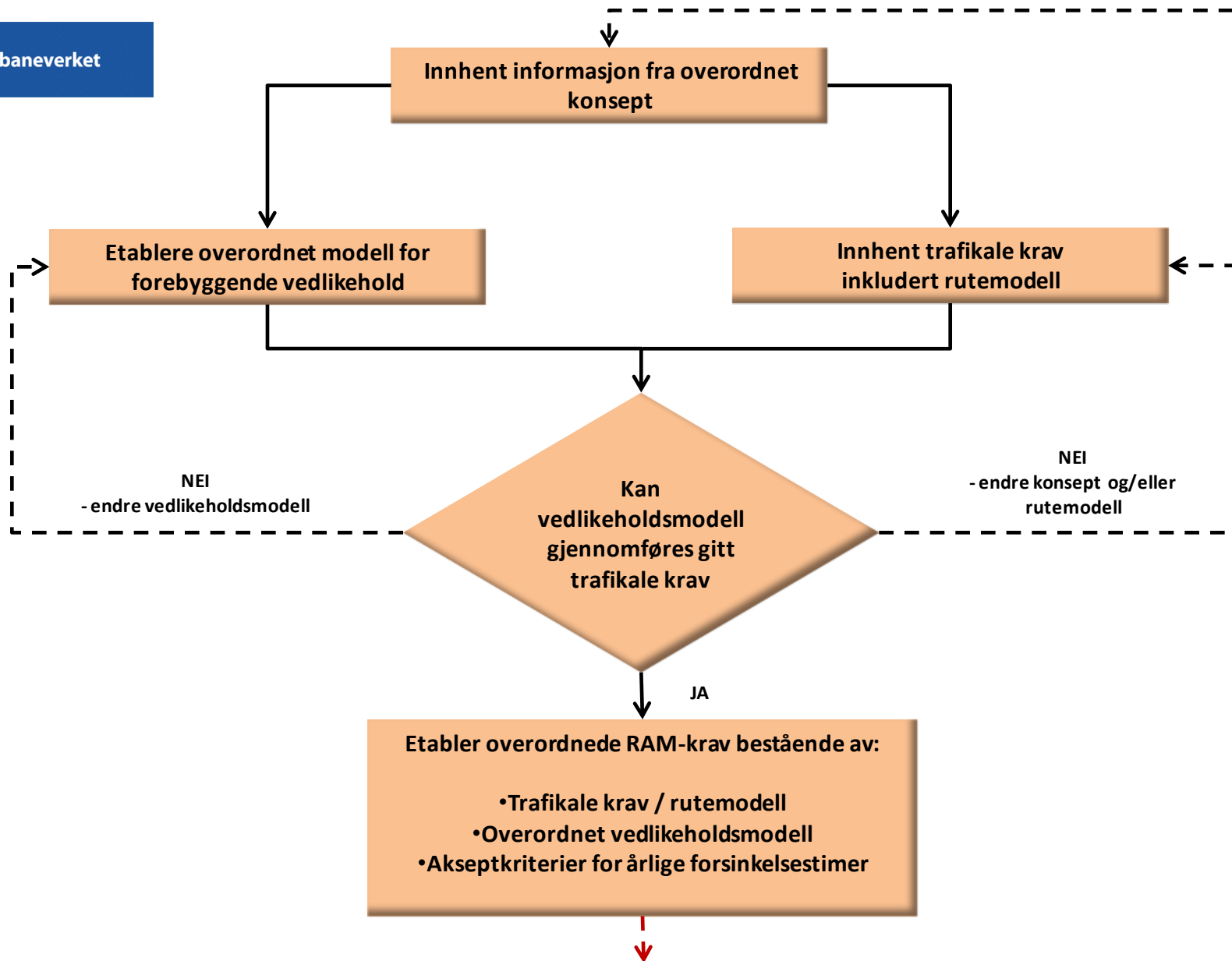
Jernbaneverkets oppnåelse av krav til oppetid forutsetter at Jernbaneinfrastrukturen har tilstrekkelig kapasitet og i størst mulig grad er feilfri og tilgjengelig for togtrafikk



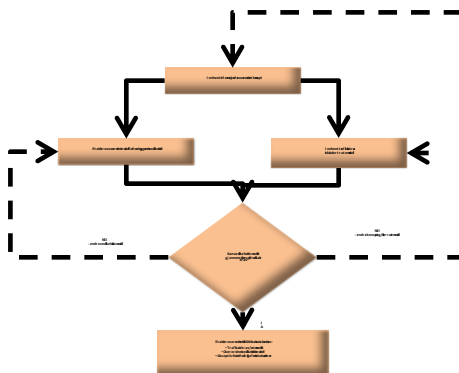


## Etablert en metodikk for RAM-analyse som skal sikre at:

- a)Prosjektet på et tidlig tidspunkt kan vurdere om systemet vil gi tilstrekkelig ytelse mht tilgjengelighet i infrastrukturen
  
- b)Nedstrøms i prosjektet kan vurdere om de overordnede målene vil bli nådd gjennom en detaljert RAM-analyse
  
- c)Kan stille detaljerte krav til pålitelighet og vedlikeholdsregime for objekter/komponenter/systemer basert på analysen







Etabler overordnet systemdefinisjon for RAM-analyse i tidlige planfaser

Overordnet RAM-analyse i tidlige planfaser:  
Vil RAM-krav bli nådd?

JA

Etabler systemdefinisjon i detaljplan

NEI

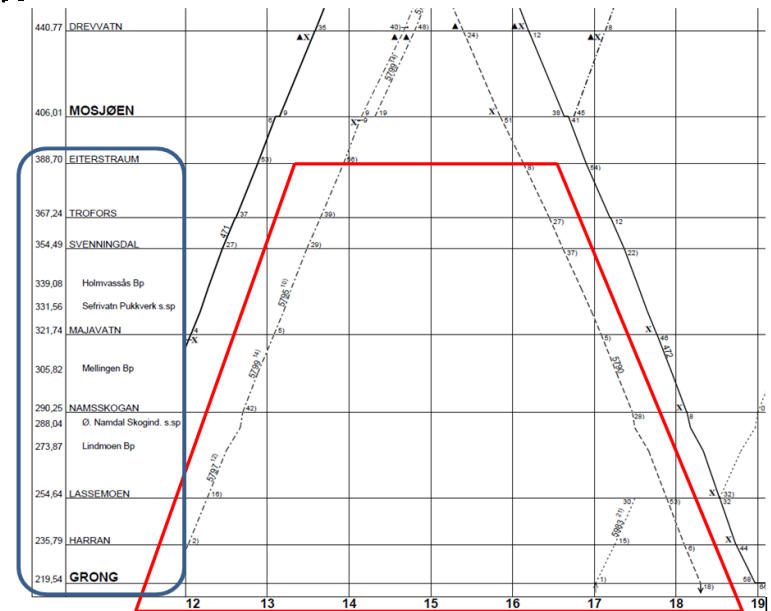
- endre vedlikeholdsmodell og/eller systembeskrivelse og/eller aksepter mer forsinkelse

NEI

-endre konsept og/eller rutemodell

# RAM-analyse i et Jernbanesystem

- Trafikale krav / Rutemodell
- Oppetid
- 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

# RAM-analyse i et Jernbanesystem

For strekningen defineres:

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

# RAM-analyse i et Jernbanesystem

Vedlikeholdsplanen skal i utgangspunktet basere seg på følgende forutsetninger:

1. Årlig generisk vedlikehold skal utføres i trafikkfrie perioder i driftsdøgnet
2. Større vedlikeholdsoppgaver som ikke er en del av de årlige kontrollene, skal utføres i planlagte togfrie perioder

# RAM-analyse i et Jernbanesystem

Utføres i to steg:



1. Det utføres en Bottom-up feilmodeanalyse som identifiserer alle aktuelle feilmodi for objekter/systemer/delsystemer på strekningen.

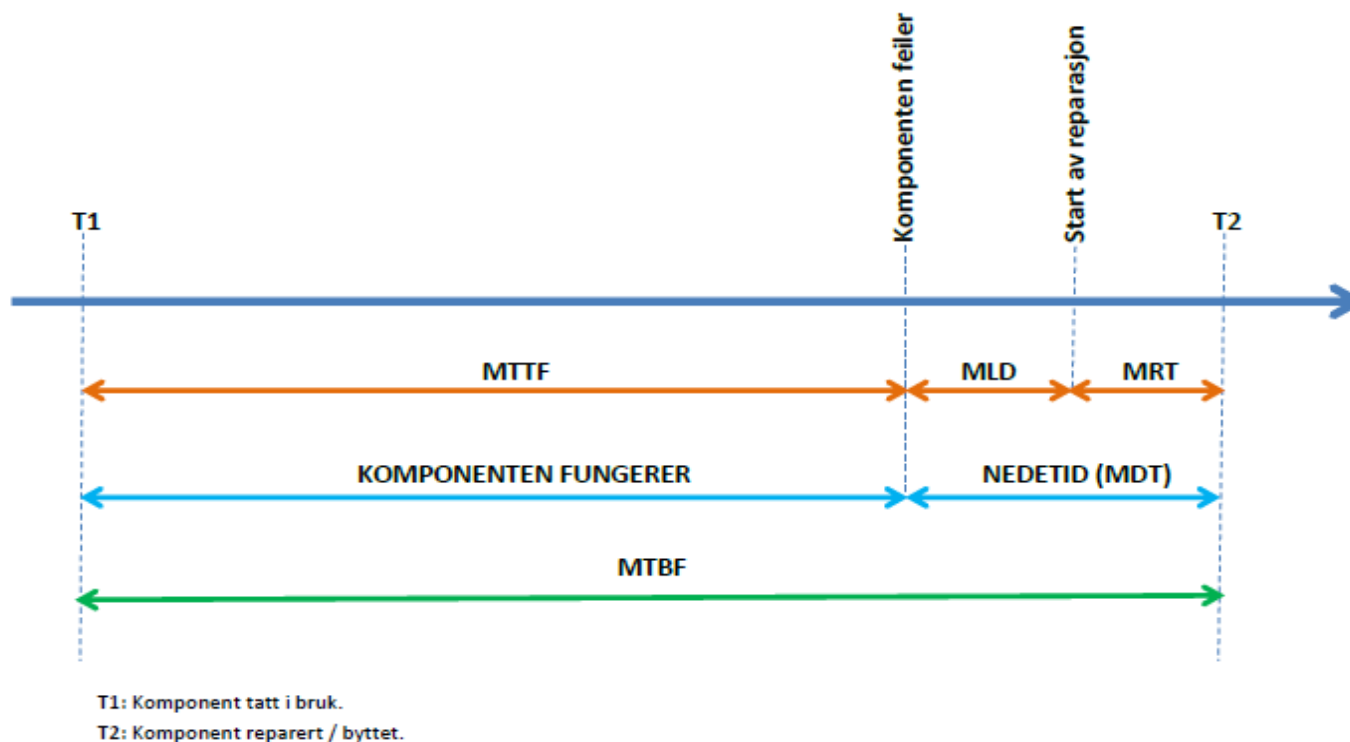
Analysen innhenter informasjon om feilrater, konsekvenser av feil, reparasjonstid og deteksjonsmetode for feilene

## 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)

# RAM-analyse i et Jernbanesystem

## MTBF – FIGUR





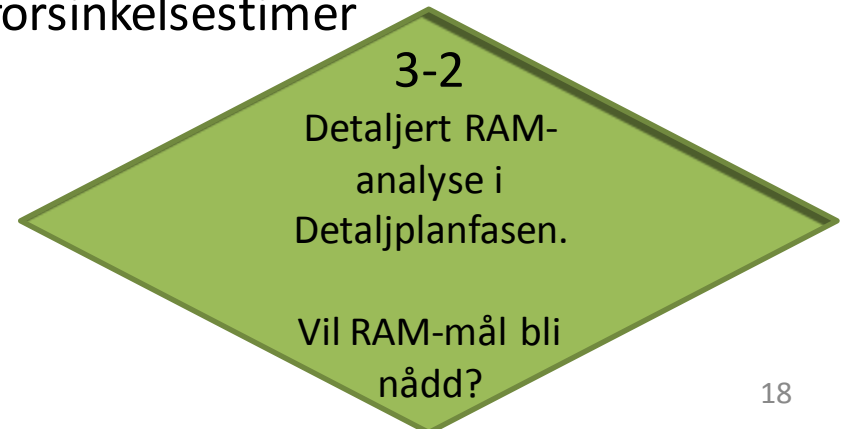
# RAM-analyse i et Jernbanesystem

Objekt	Feilmodus	MTTF	MLD	MRT	Deteksjon
S1	A	100000	1	0,5	Tog
S1	B	80000	1	1	Alarm
S2	A	100000	1	0,5	Tog
S2	B	80000	1	1	Alarm
S3	A	100000	1	0,5	Tog
S3	B	80000	1	1	Alarm
S4	A	100000	1	0,5	Tog
S4	B	80000	1	1	Alarm
S5	A	100000	1	0,5	Tog
S5	B	80000	1	1	Alarm
S6	A	100000	1	0,5	Tog

## RAM-analyse i et Jernbanesystem

2. Det utføres en konsekvensanalyse, som med utgangspunkt i feilmodeanalysen, beregner gjennomsnittlig forventet bidrag til årlige forsinkelsestimer fra hvert system/delsystem/objekt på strekningen.

Ved å summere disse bidragene får man det totale gjennomsnittlige årlige bidraget fra infrastrukturen på strekningen. Dette tallet kan sammenlignes med det overordnede akseptkriteriet for forsinkelsestimer



# RAM-analyse i et Jernbanesystem

Objekt	Feilmodus	Konsekvens	Forsinkelser
S1	A	Saktekjøring	5 min/tog
S1	B	Saktekjøring	5 min/tog
S2	A	Saktekjøring	5 min/tog
S2	B	Saktekjøring	5 min/tog
S3	A	Alternativ togvei med kryssing på neste stasjon	10 min/tog
S3	B	Alternativ togvei med kryssing på neste stasjon	10 min/tog
S4	A	Alternativ togvei med kryssing på neste stasjon	10 min/tog
S4	B	Alternativ togvei med kryssing på neste stasjon	10 min/tog
S5	A	Alternativ togvei med kryssing på neste stasjon	10 min/tog
S5	B	Alternativ togvei med kryssing på neste stasjon	10 min/tog

Tabell 3: Vedlegg til EVU - RAMS oppgave								Fast faktor	Faktorer utregnet, gitt verdier i kolonne C,D,E og H				
Objekt	Feilmodus	MTTF	MLD	MRT	Deteksjon	Konsekvens	Antall tog pr. time	Forsinkelser/ tog	Feilens varighet	Antall tog	Forsinkelse ved feil	Feil per år	Forsinkelse per år
S1	A	100000		0,5	Tog	Saktekjøring	3	0,08	0,5	1,5	0,125	0,0876	0,01
S1	B	80000		1	Alarm	Saktekjøring	3	0,08	1	3	0,25	0,1095	0,03
S2	A	100000		0,5	Tog	Saktekjøring	3	0,08	0,5	1,5	0,125	0,0876	0,01
S2	B	80000		1	Alarm	Saktekjøring	3	0,08	1	3	0,25	0,1095	0,03
S3	A	100000		0,5	Tog	Alternativ togvei med krysning på neste stasjon	3	0,17	0,5	1,5	0,25	0,0876	0,02
S3	B	80000		1	Alarm	Alternativ togvei med krysning på neste stasjon	3	0,17	1	3	0,5	0,1095	0,05
S4	A	100000		0,5	Tog	Alternativ togvei med krysning på neste stasjon	3	0,17	0,5	1,5	0,25	0,0876	0,02
S4	B	80000		1	Alarm	Alternativ togvei med krysning på neste stasjon	3	0,17	1	3	0,5	0,1095	0,05
S5	A	100000		0,5	Tog	Alternativ togvei med krysning på neste stasjon	3	0,17	0,5	1,5	0,25	0,0876	0,02
S5	B	80000		1	Alarm	Alternativ togvei med krysning på neste stasjon	3	0,17	1	3	0,5	0,1095	0,05
S6	A	100000		0,5	Tog	Alternativ togvei med krysning på neste stasjon	3	0,17	0,5	1,5	0,25	0,0876	0,02
S6	B	80000		1	Alarm	Alternativ togvei med krysning på neste stasjon	3	0,17	1	3	0,5	0,1095	0,05
S7	A	100000		0,5	Tog	Alternativ togvei med krysning på neste stasjon	3	0,17	0,5	1,5	0,25	0,0876	0,02
S7	B	80000		1	Alarm	Alternativ togvei med krysning på neste stasjon	3	0,17	1	3	0,5	0,1095	0,05
S8	A	100000		0,5	Tog	Alternativ togvei med krysning på neste stasjon	3	0,17	0,5	1,5	0,25	0,0876	0,02
S8	B	80000		1	Alarm	Alternativ togvei med krysning på neste stasjon	3	0,17	1	3	0,5	0,1095	0,05
SPV 1	A	120000		1	Tog	Stoppende	3	Til feil er korrigeret /tog	1	3	7	0,073	0,51
SPV 1	B	2000000		5	Tog	Stoppende	3	Til feil er korrigeret /tog	5	15	345	0,0044	1,51
SPV 2	A	120000		1	Tog	Stoppende	3	Til feil er korrigeret /tog	1	3	7	0,073	0,51
SPV 2	B	2000000		5	Tog	Stoppende	3	Til feil er korrigeret /tog	5	15	345	0,0044	1,51
SPV 3	A	120000		1	Tog	Stoppende	3	Til feil er korrigeret /tog	1	3	7	0,073	0,51
SPV 3	B	2000000		5	Tog	Stoppende	3	Til feil er korrigeret /tog	5	15	345	0,0044	1,51
SPV 4	A	120000		1	Tog	Stoppende	3	Til feil er korrigeret /tog	1	3	7	0,073	0,51
SPV 4	B	200000		5	Tog	Stoppende	3	Til feil er korrigeret /tog	5	15	345	0,0438	15,11
											<b>Total forsinkelse</b>	<b>22,22</b>	

# Oppsummert – hva oppnår vi?

- Vi etablerer en prosess som tvinger oss til å tenke frem gode effektive tiltak for å gjøre vedlikehold i tilknytning til trafikkert spor
- Vi får identifisert MTTF-verdier på systemer og komponenter som kan inngå i kravspesifikasjonen til leverandørene
- Vi får identifisert krav til reparasjonstid overfor leverandørene våre
- Vi får identifisert krav til beredskap mht utrykningstid for feilretting og logistikk for reservedeler overfor infrastruktureier

# Utfordringer

- Enkeltfeil kan føre til følgeforsinkelser for mange tog – vanskelig å estimere forsinkelsestimer totalt sett
- Innstilte tog teller ikke med i Jernbaneverkets målinger av oppetid



# Utfordringer

- Effekten av feil varierer over døgnet – konsekvens av feil større i rushtid
- Utforende å finne målsettinger for prosjekter som bygger på deler av en strekning



# Hva skjer?

Simuleringer kan muligens løse en del av problemstillingene vi står over

Sett på flere alternative løsninger:

- Trail – benyttes av Network rail i England
- Open Track – benyttes til ruteplansimulering i Jernbaneverket





# Hva skjer?

OpenTrack benyttes til kapasitetsvurderinger og validering av ruteplaner, og hele den norske infrastrukturen som er relevant for togframføringen er modellert i dette verktøyet

Det er mulig å legge på forsinkelser som følge av feil på infrastrukturkomponenter i togtrafikken for å vurdere hvordan disse vil forplante seg og avta igjen, eksempelvis for å vurdere hvor robust en ny ruteplan vil være i forhold til typiske forsinkelser

## Inngangsdata

- Beskrivelse av infrastrukturen, dvs alle relevante objekter, spor med stigninger, fall, skiltet hastighet osv.
- Mulige feilmodi, konsekvensen av feil
- Ruteplanen, dvs hvilke tog som skal kjøre
- Prinsipper for trafikkstyring



# Hva skjer?

## Resultat av simulering:

- Ankomsttider til hvert tog, f eks relativt til ruteplan
- Mulig å se hvordan forsinkelser som følge av feil vil forplante seg og avta igjen
- Robusthet til nye ruteplaner i forhold til typiske forsinkelser forårsaket av feil på infrastrukturen

