



Alme Solutions

# RAMS i nye transportløsninger

Inge Alme

07.02.2024

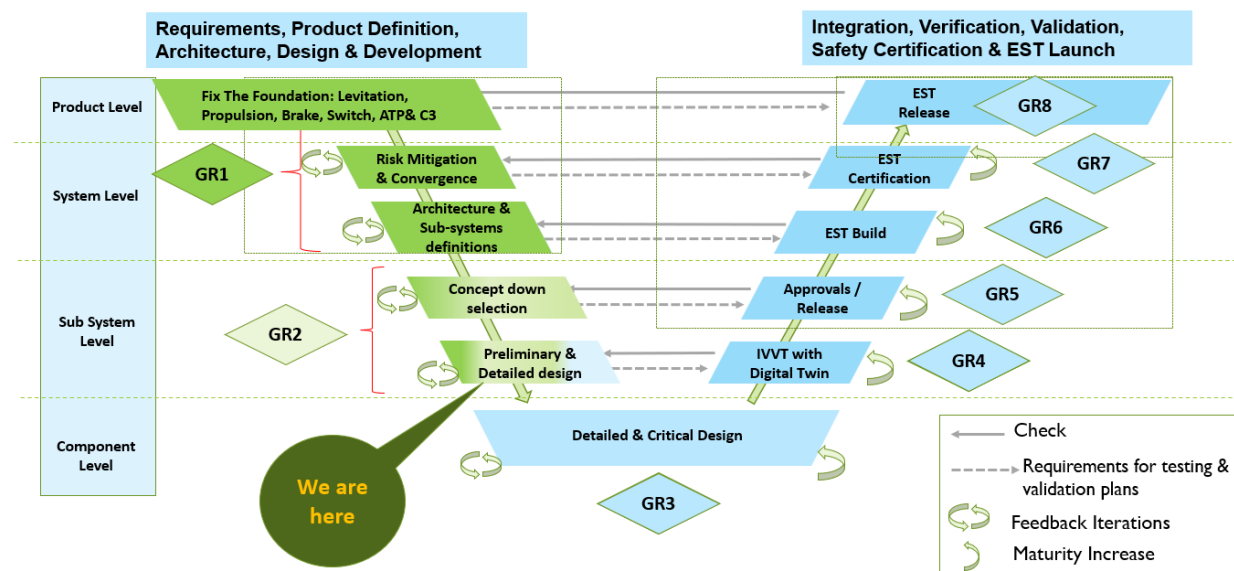
# Eksempel på ny transportløsning: skyTran PRT

- Transportsystem for å bidra til å løse trafikkproblematikken i og rundt større byer
- PRT-system (= Personal Rapid Transit)
  - små kjøretøy i et nettverk på separat infrastruktur
  - kjører direkte mellom valgte destinasjoner
  - «on demand»
- Ambisjon om hastigheter over 100 km/t og høy tetthet av vogner (< 3 s avstand)
- Maglev-system, dvs. løftes og drives frem ved hjelp av magnetisme
- Skal være like sikkert som konkurrerende transportsystemer



# Status for teknologiutviklingen

- Prosjekt for å utvikle og kvalifisere teknologien har pågått de tre siste årene
- Personell lokalisert i USA, India, UK, Sverige og Norge har deltatt i utviklingen
- Har brukt tredjepartsselskaper fra tidlig i prosessen
  - Teknologikvalifisering ihht. Technology Readiness Level (TRL)
  - Sikkerhet (ISA)
- Prosjektet er nå på pause for å skaffe finansiering til bygging og drift av en testbane (TRL 5/6)
- Målet er å få den godkjent for å ha med eksterne passasjerer



# Hovedforskjeller fra «tradisjonelle transportsystemer»

- Ingen bevegelige deler i infrastrukturen – sporveksling styres av vognene selv
- Kan tenke nytt når det gjelder kontrollsystem og sikkerhetssystem
- Ingen hjul, dvs. må ha andre bremsesystemer, andre systemer for hastighetsmåling, m.m.
- Mindre og lettere vogner
- Distribuert kontrollsystem som gir enkel skalerbarhet

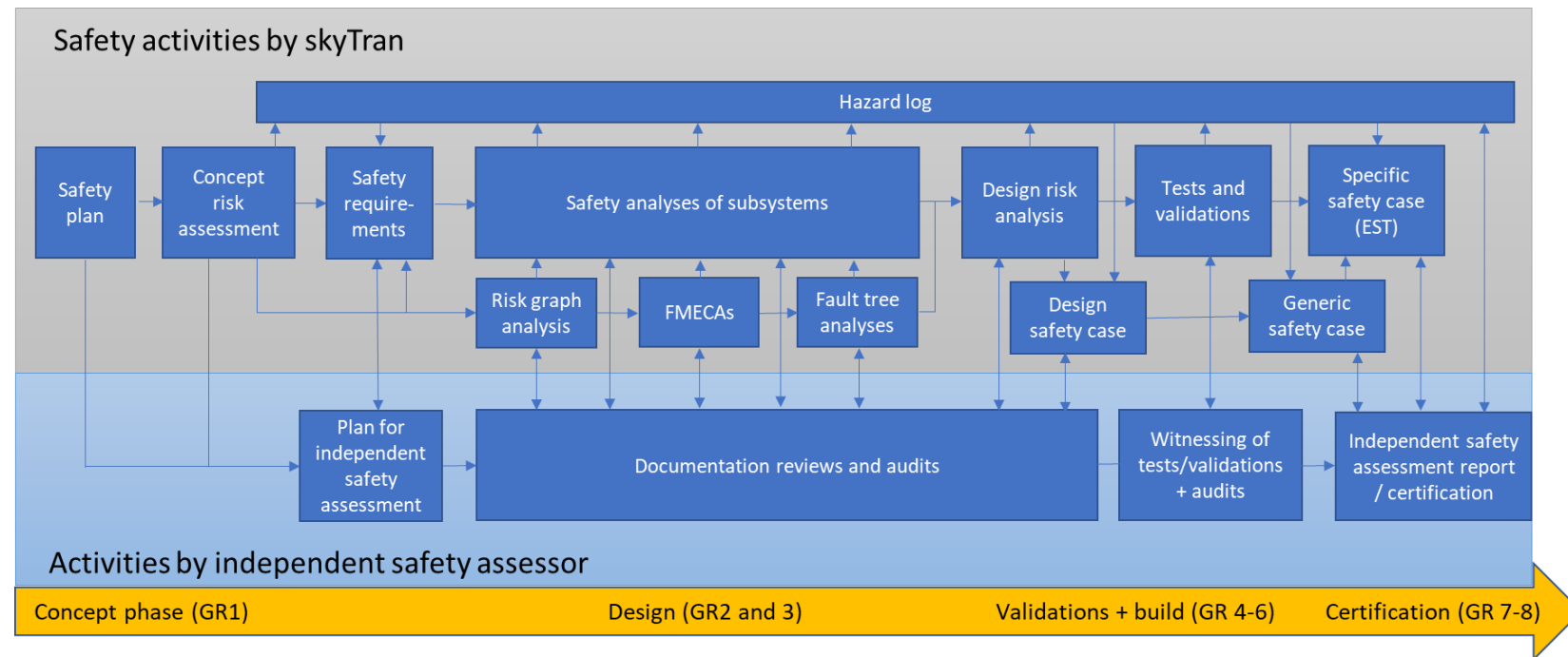


# Hvordan jobbe med RAMS i et slikt prosjekt?

- Hvilke lover og regler skal man følge?
  - Det er ikke et tog
  - Det er ikke et fly
  - Det er ikke en bil
  - ...?
- Det finnes ingen standarder som passer 100%
- Myndighetene vil som oftest ikke gjøre så mye før de har et konkret prosjekt på bordet
- Finnes ikke noe erfaringsdata for tilsvarende system
  - Ingen feilhistorikk
  - Ingen ulykkesstatistikk

# Bruk av prosess-standarder

- EN 50216 for generell sikkerhets- og RAM-prosess
- IEC 61508 for funksjonell sikkerhet

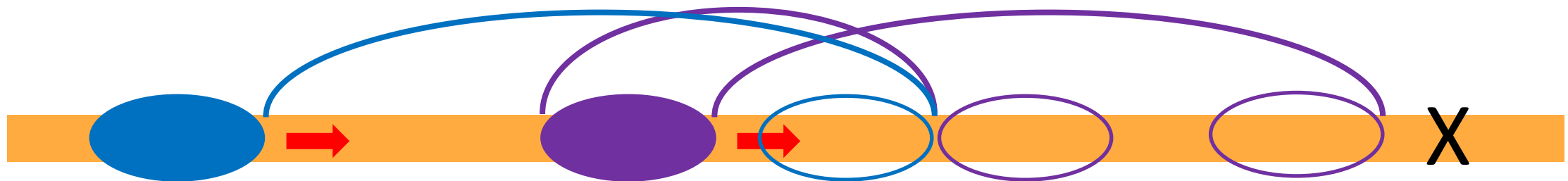


# Bruk av bransjestandarder der det er relevant

- ASCE APM-standard 21-21 - Requirements for design and operation of automated people mover systems.
  - F.eks. relevant for temaer som:
    - Grenser for akselerasjon/retardasjon
    - Utforming av kabin
    - Dørfunksjoner på vogner og plattformer
    - Støy
    - m.m.
- NFPA 130 – Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems
  - for brannsikkerhet

# Eksempel på sikkerhetsutfordring: Nødbrems

- Har ikke hjul – krever andre typer bremses
- Tetthet mellom vogner gir utfordring ved for sterk nedbremsing

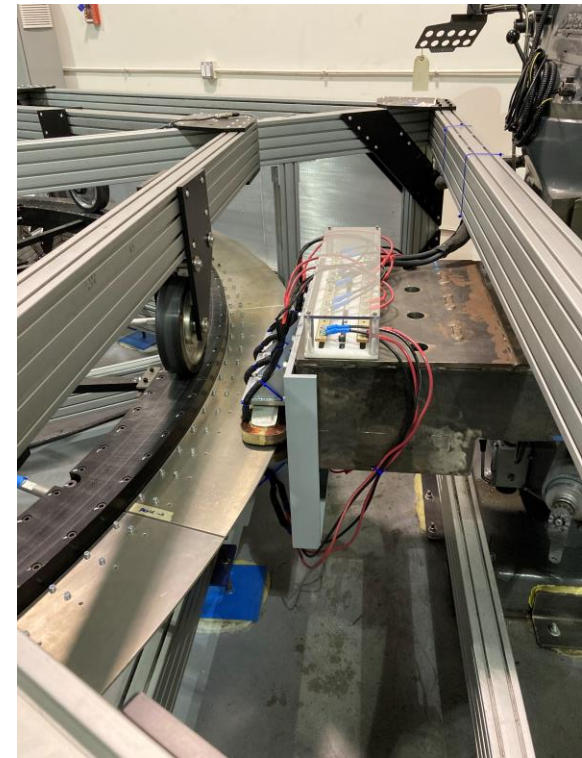




# Aktiviteter for å håndtere nødbremsutfordringen

- Uavhengighet mellom kontrollsystem og sikkerhetssystem (SIL-klassing)
- Utvikling og testing av ulike nødbremskonsepter (f.eks. ren magnetbrems, magnetskinnebrems, ren mekanisk, bruk av «bremsehjul», etc.)
- Risiko- og pålitelighetsanalyser (Feiltreanalyse, FMEDA, m.m.)
- Testing (fysisk og i simulator)

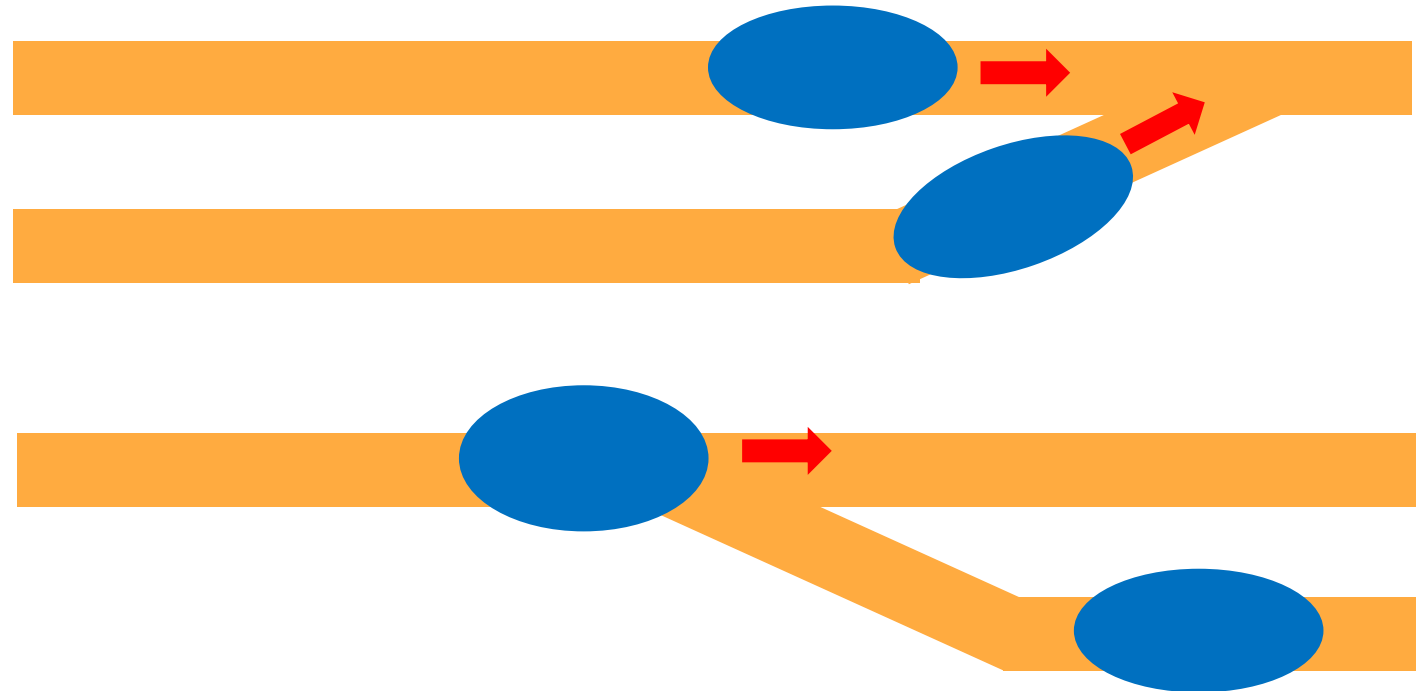
Utfordrer den tradisjonelle oppfatningen av «fail safe» - er avhengig av redundante aktive systemer.



# Eksempel på sikkerhetsutfordring: Sporveksling

- Vognene styrer selv hvilken vei man tar i veksler

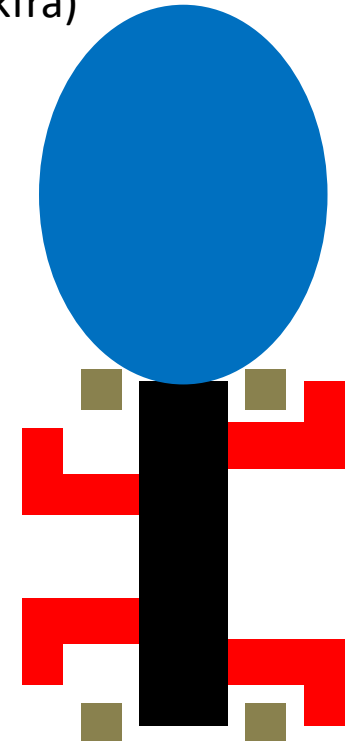
Sporvekslingsscenarioer sett ovenfra:



# Aktiviteter for å håndtere evakueringsutfordringen

- Utvikling av robust mekanisk system i vognene (boggien) for styring av retning i veksler.
- Utvikling av pålitelig kontrollsystem for styring av det mekaniske systemet.
- Tilstrekkelige avstander i infrastruktur for å kunne stoppe før farlig sone.
- Sikkerhetssystem med høy integritet som kan ta vognen til sikker tilstand om noe feiler.
- Sikkerhets- og pålitelighetsanalyser av alle systemene og hvordan de samvirker

Prinsippskisse av system for retningsstyring (sett bakfra)



# Eksempel på sikkerhetsutfordring: Evakuering

- Opphøyd infrastruktur (typisk 5-10 meter)
- Området under kan være vanskelig tilgjengelig
- Kan potensielt være mange vogner som må evakueres (f.eks. ved strømstans)



# Aktiviteter for å håndtere evakueringsutfordringen

- Detaljerte analyser for å identifisere alle evakueringsscenarioer
- Utvikle systemet for å redusere behovet for evakuering langs linjen:
  - Redundans i strømtilførsel til systemet
  - “Limp-home-mode” med batteri i vognen
  - Evakueringsplattformer ved stor avstand mellom stasjoner
  - Materialvalg for å redusere brannrisiko
  - Brannskille mellom boggi og kabin

# Mer om evakueringsutfordringen

- Vil uansett sitte igjen med scenarier der man behøver å komme ut av vognen relativt raskt
- Internt krav til å kunne evakuere systemet fra alle steder langs linjen og på stasjoner.
- Kabinen:
  - Dører på begge sider som kan nødåpnes både innenfra og utenfra
- Infrastrukturen:
  - Kan ha ulike løsninger avhengig av det konkrete prosjektet:
    - Eget kjøretøy som rykker ut ved evakueringsbehov (brukes også til vedlikehold/feilretting)
    - Ved dobbeltspor: Evakueringsvei mellom sporene
    - Ved enkeltspor hvor kjøretøy ikke har tilgang: evakueringsvei langs sporet

# Oppsummering

- RAMS-prosessen gir god støtte også i prosjekter for nye transportløsninger.
- Nye konsepter kan utfordre «gitte sannheter» - men behøver ikke å være mindre sikkert.
- Teknologiutvikling er en iterativ prosess og risiko- og pålitelighetsanalyser er viktige verktøy for å oppnå ønsket sikkerhet og tilgjengelighet for det nye systemet.
- Bruk av en tredjepart (ISA) er en god støtte for sikkerhetsarbeidet.
- Potensielle kunder av systemet er ekstremt opptatt av sikkerhet – derfor viktig å kunne vise til en god prosess.



# Takk for meg!

Inge Alme

[inge@almesolutions.no](mailto:inge@almesolutions.no)

[www.almesolutions.no](http://www.almesolutions.no)