

BANE NOR

Risk-informed BIM models

ESRA Webinar «Risikomodellering og kommunikasjon»

Thomas Welle (email: thomas.michael.welle@banenor.no, tel. 410 45 376)
2020-11-24

1

Innhold

- Bakgrunn
- Krav til informasjonsmodellering
- RiskBIM-prosjektet
- Veien videre

2

BANE NOR

2

Hvem er det som holder presentasjonen?

- Dipl.-Ing. maskin, Universitetet i Stuttgart (2003)
- Prosjektingeniør, Mecora Medizintechnik, Aachen (2003-2004)
 - Utvikling og testing av en medisinsk treningsmodell
- PhD innen Sikkerhet, pålitelighet og vedlikehold, NTNU (2008)
 - Deterioration and Maintenance Models for Components in Hydropower Plants
- Forsker ved SINTEF Energi, avd. energisystemer (2004, 2007-2019)
 - Vedlikeholdsstrategier, vedlikeholdsmodellering og -optimering
 - Pålitelighet og levetid av komponenter i kraftsystemet (vann, vind, nett)
 - Tilstandsovervåking
- Fagansvarlig RAMS, Bane NOR Utbygging / Spesialist (rådgiver) RAMS, Bane NOR Drift & Teknologi (f.o.m. august 2019)
 - Utvikling av RAMS-faget i Bane NOR, RAMS-styringssystem
 - Prosjektstøtte (RAM-analyser, driftsforberedende leveranser, ...)



Thomas Welte



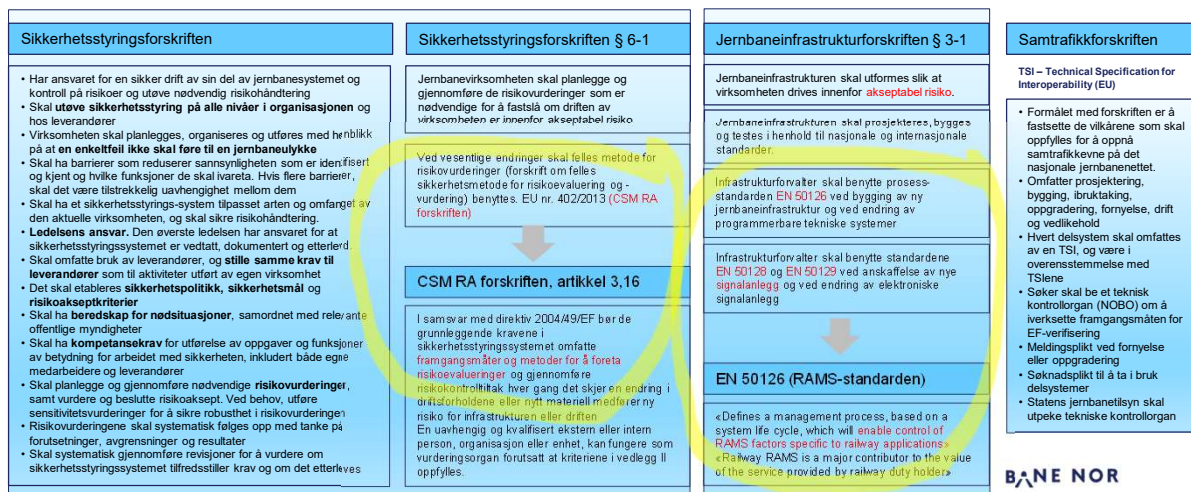
BANE NOR

3

3

Krav i Jernbanelovgivning relatert til RAMS

Jernbaneloven



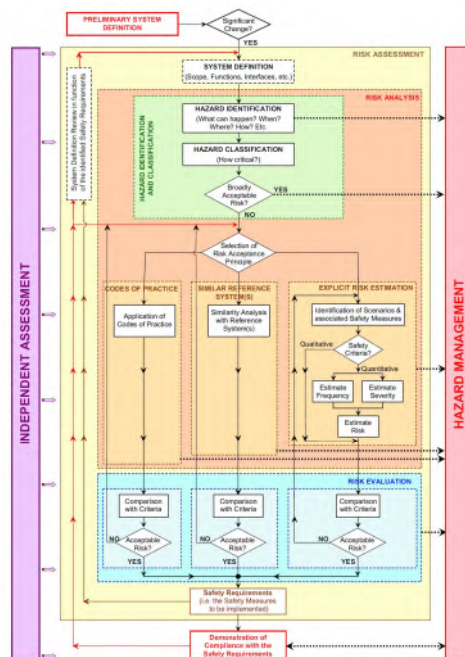
BANE NOR

4

CSM RA

- Common Safety Method for Risk evaluation and Assessment
- Forskrift om felles sikkerhetsmetode for risikoevaluering og -vurdering
 - Beskriver framgangsmåter og metoder for å foreta risikoevalueringer og gjennomføre risikokontrolltiltak
- Er i utgangspunktet laget for risikovurderinger innen sikkerhet (S), men samme prosess/metode kan også anvendes innenfor RAM (som anbefalt i EN 50126:2017)

| Sikkerhet S | Pålitelighet, tilgjengelighet, vedlikeholdbarhet/vedlikeholdsvennlighet RAM |
|-----------------------|---|
| fare | RAM-forhold |
| fareidentifisering | identifisering av RAM-forhold |
| farelogg | RAM-logg |



5

Dagens praksis



- Representativ arbeidsgruppe
- Underlag
 - Systembeskrivelse
 - Tegninger
 - 3D-modell (BIM)
 - Sporplan, koblingsskjema, ...
 - Systemnedbryting
 - Funksjonsbeskrivelser
 -
- Risikovurderingsrapport
- RAM- og farelogg
- Oppdateringer
- Sikkerhets-/RAM-krav
 - Systemkrav
 - Driftskrav
 - Vedlikeholdskrav
 -
- Sikkerhetsbevis
- Meldinger og søknader (Jernbanetilsynet)

6

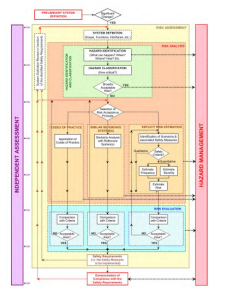
BANE NOR

6

RAMS, SHA/HMS og BIM


RAMS

RAM-analyser
Risikovurderinger



HMS **SHA**

BIM / 3D-modeller



- Hvordan kan bruk av 3D informasjonsmodeller forbedre RAMS- og SHA/HMS-arbeidet i prosjekter (og i driftsfasen)
- Kan risikorelatert informasjon inngå i 3D-modeller, og hvordan?

7

BANE NOR

7

Bane NORs mål for BIM

- Bane NOR skal være et ledende miljø for modellbasert prosjektering, bygging og dokumentasjon i Norden
- **BIM er informasjonsflyten og metoden i hele jernbaneinfrastrukturens livsløp, og skal benyttes i alle prosjekter**
- Bane NOR skal ha smart vedlikehold og sømløs bruk av digital tvilling på alle prosjekter som ferdigstilles
- Det er full støtte for åpne internasjonale formater og åpne API'er
- Alle tekniske krav bør være maskinsøkbare (struktureerte data - semantic web) og kunne forstås med linked data

8

BANE NOR

8

Krav til informasjonsmodellering (KIM)

- KIM-prosjekt (<https://www.banenor.no/kim>)
 - Felles og omforent krav til informasjonsmodellering for veg, bane og bygninger for totalentreprisene i Fellesprosjektet Ringeriksbanen E16 (FRE16)
 - Kravdokument
- Kravdokumentet vil bli videreutviklet til å kunne gjelde alle faser av prosjekter for Bane NOR

| BANENOR | | Statens vegvesen | |
|--|----------------|------------------|----------------|
| Fellesprosjektet Ringeriksbanen og E16 (FRE16) | | | |
| Krav til informasjonsmodellering | | | |
| Utgitt for kontroll | 23.10.2020 | H. Vagnstad | H. Vagnstad |
| Revisjon | Revisjonsgrunn | Dato | Utgitt av |
| Tittel | | Side | Utgitt av |
| | | 42 | TK-00 Generell |

Informasjonsmodell

Begrepet Informasjonsmodell erstatter begrepet BIM.

Informasjonsmodell er en modell der alle fysiske og ikke-fysiske "ting" er definert som objekter. Objektene har Egenskaper som f.eks. navn, farge, bredde, areal, osv. De har fysiske og/eller logiske relasjoner til hverandre (f.eks. har et vindu en relasjon til en åpning som har relasjon til en vegg der åpningen er tatt, vegg har relasjon til et rom på hver side, rommene har relasjon til etasjen de ligger i osv.). Alle objekter har en unik ID (GUID) som entydig identifiserer dem.

IPG

IPG

IPG

IPG

IPG

IPG

IPG

IPG

IPG

IPG

IPG

IPG

IPG

IPG

IPG

IPG

IPG

IPG

IPG

IPG

IPG

IPG

IPG

IPG

IPG

IPG

IPG

IPG

IPG

IPG

IPG

IPG

IPG

IPG

IPG

IPG

IPG

IPG

IPG

IPG

IPG

IPG

IPG

IPG

IPG

IPG

IPG

IPG

IPG

IPG

IPG

IPG

IPG

IPG

IPG

IPG

IPG

IPG

IPG

IPG

IPG

IPG

IPG

IPG

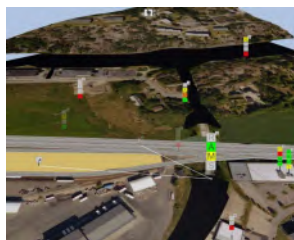
BANENOR

9

9

Krav til informasjonsmodellering (KIM)

- Grunnlagsmodeller
 - Beskriver eksisterende situasjon for et fag eller tema på, under og over bakken i prosjektområdet på et gitt tidspunkt
- Fagmodeller
 - Beskriver planlagt situasjon for et fag på, under og over bakken i prosjektområdet
- Fagmodeller for SHA og RAMS
 - SHA: Modellen skal ...
 - beskrive identifiserte SHA farer, forhold, tiltak og krav knyttet til disse
 - vise farer, forhold og tiltak slik at disse blir en del av arbeidet
 - vise tiltakenes utstrekning
 - understøtte kvantitative risikovurderinger, SHA-analyser og verifikasjon av SHA-arbeidet.
 - RAMS: Modellen skal ...
 - beskrive identifiserte forhold knyttet til pålitelighet, tilgjengelighet, vedlikeholdbarhet og sikkerhet.
 - vise informasjon om farer og forhold, samt tiltak og krav.
 - visualisere risiko / sannsynlighet og konsekvens, før og etter tiltak (dvs. hvordan påvirker tiltak risiko)
 - vise ansvar for oppfølging og implementering av tiltak
 - understøtte utarbeidelse av sikkerhetsbevis



10

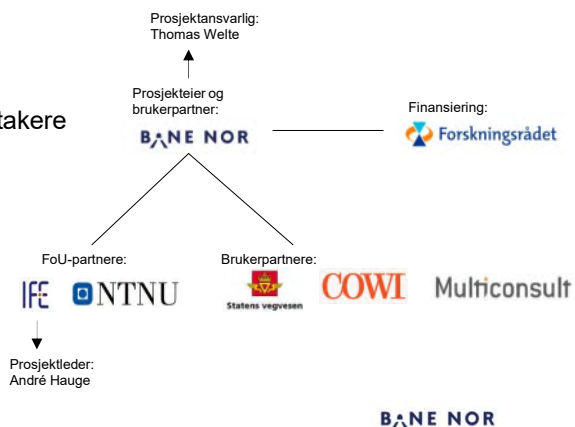
10

BANENOR

RiskBIM-prosjektet – Organisering og finansiering

- RiskBIM: Risikostyring i BIM-drevne offentlige samferdselsprosjekter
- Innovasjonsprosjekter i offentlig sektor
 - Forsknings- og utviklingsprosjekt (FoU-prosjekt) med finansiell støtte fra Norges Forskningsråd
- Prosjektperiode: 06-2019 – 06-2022 (3 år)
- Finansiering: Forskningsrådet og prosjektdeltakere
- Prosjektdeltakere

- Brukerpartnere
 - Bane NOR og Statens Vegvesen
 - Multiconsult og COWI
- FoU-partnere
 - Institutt for Energiteknikk (IFE), Halden Avdeling for Risiko, Sikkerhet og Sikring
 - Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU), Trondheim, Institutt for maskinteknikk og produksjon



11

11

Bakgrunn, overordnet ide, mål

- Bakgrunn
 - BIM er i dag et sentralt verktøy i prosjektering av samferdselsprosjekter
 - Men: Utnyttelsen av BIM mht. risikostyring (RAMS, SHA) i prosjektene har vært begrenset
- Prosjekt mål
 - Forbedre dagens arbeidsprosesser og verktøy for RAMS og SHA ved å integrere disse i digital planlegging med BIM, gjennom:
 - Forbedret arbeidsprosess og dataflyt gjennom bedre integrering av BIM, RAMS og SHA
 - Forbedret metodikk for risikostyring vha. BIM
 - Forbedret visualisering av risikoforhold og status i BIM

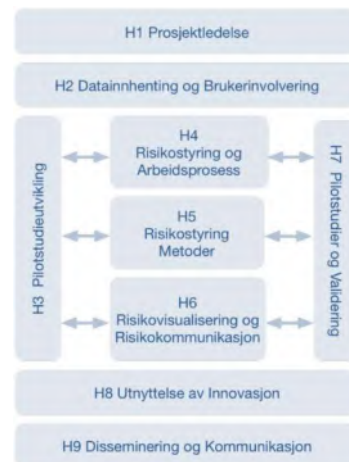
12

BANE NOR

12

Prosjektaktiviteter

- Arbeidsprosesser (og dataflyt) for risikostyring
 - Hvordan kan sluttbrukerne ta i bruk ny funksjonalitet (nye prosedyrer, arbeidsmetoder, verktøy) og oppnå en forbedret arbeidsprosess i digitale planleggingsprosesser i BIM-drevne prosjekter
- Forbedret metodikk for risikostyring
 - Utforske endret eller ny metodikk for identifisering, analyse, evaluering, vurdering og behandling av risiko i BIM-drevne prosjekter
- Representasjon og visualisering av risikoinformasjon
 - Utforske hvilke typer risikoinformasjon som best passer for visning i BIM og hvordan dette best kan presenteres for sluttbrukere



Pilotstudier og brukerinvolvering

- Støtte for og integrert del av prosjektaktivitetene
- Skal sikre at det jobbes med relevante caser
- Brukes for uttesting og validering av resultater

13

BANE NOR

13

Prosjektresultater: Statuskartlegging

- Status hos prosjektdeltakerne kartlagt høst 2019
 - Intervjuer og spørreundersøkelse
- Spørreundersøkelse
 - Hvor godt fungerer dagens prosesser for risikostyring?
 - Hvor mye brukes i dag BIM og modellbaserte metoder for risikostyring?
- ESREL 2020 artikkel:

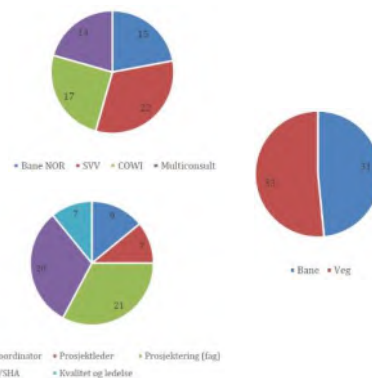
Risk Informed BIM Models – A Data Gathering with End Users

André A. Hauge, Morten Gustavsen, Sizarta Sarshar
 Institute for Energy Technology (IFE), Halden, Norway.
 E-mail: {andre.hauge; morten.gustavsen; sizarta.sarshar}@ife.no

Rune Winther, Sunniva N. Hansen
 Multiconsult, Oslo, Norway. E-mail: {rune.winther; sunniva.hansen}@multiconsult.no

In order to improve current work processes for managing risk when developing major public rail and road projects, it is essential that risk management is effectively integrated with, and utilize the platform that is used to develop and express the solutions, the applied Building Information Modeling (BIM) tools. New ways of working with risk in

14



- S1. There exists a clearly defined process for identifying and analysing risk in projects that is adapted to my role.
- S2. In our organization, risk and hazard work is well integrated into the activities of the projects?
- S3. I find that the interdisciplinary risk activities (e.g. hazard analysis meetings or secure job analysis) have good cost-benefit in terms of resource use?
- S4. I find that our organization, overall, works efficiently with risk (high value in terms of cost-benefit)?
- S5. I find that in our organization, the following

14

Pilotstudie 1: Fare- og RAM-logg og BIM

- RAMS og SHA i BIM-modeller
 - Ambisjon: Utvikle «Fagmodeller» for RAMS og SHA i 3D BIM-modeller

- Utførte studier og etablerte fagmodeller (før oppstart av RiskBIM-prosjektet)

- Visualisering av farer og RAM-forhold i BIM modeller
- Farer og RAM-forhold registreres i en Fare- og RAM-logg
- Farer og RAM-forhold, tilhørende tiltak, samt status visualiseres med «varselskilt» i BIM-modeller
- Første prioritet: stedsspesifikke farer/forhold ikke det som gjelder områder eller generelle farer/forhold



- RiskBIM pilotstudien viderefører erfaringer fra tidligere arbeid.

15

15

Bane NOR – Visualisering av farer/RAM-forhold i BIM

Farelogg:

Fareloggen er originalen, og all informasjon skal ligge her. Det er krav til at det etableres en kobling mellom regnearket og punktene i modellen.

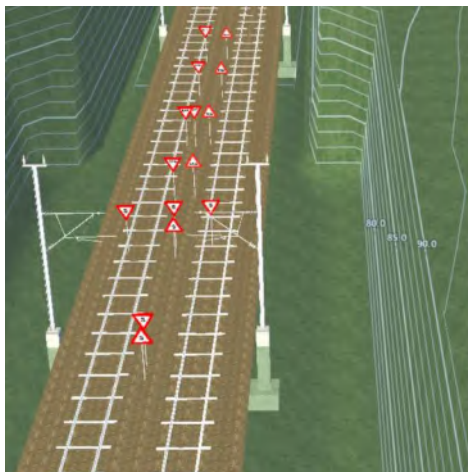
| Farer | Fare | Tiltak | RAM | RAM-tiltak | Status | RAM-tiltak | Status | RAM-tiltak | Status | RAM-tiltak | Status |
|--------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------|-----------------------------------|----------|-----------------------------------|----------|-----------------------------------|----------|-----------------------------------|----------|
| F-0001 | Personer som faller ned fra høyde | Personer som faller ned fra høyde | RAM-0001 | Personer som faller ned fra høyde | RAM-0001 | Personer som faller ned fra høyde | RAM-0001 | Personer som faller ned fra høyde | RAM-0001 | Personer som faller ned fra høyde | RAM-0001 |
| F-0002 | Personer som faller ned fra høyde | Personer som faller ned fra høyde | RAM-0002 | Personer som faller ned fra høyde | RAM-0002 | Personer som faller ned fra høyde | RAM-0002 | Personer som faller ned fra høyde | RAM-0002 | Personer som faller ned fra høyde | RAM-0002 |

- I fareloggen: F-0001, F-0002
- Tiltak til farelogg: T-0001, T-0002
- RAMloggen: RAM-0001, RAM-0002
- Tiltak til RAMlogg: TRAM-0001, TRAM-0002
- I modellen: F-0001_XX, F-0002_XX
T-0001_XX, T-0002_XX
RAM-0001_XX, RAM-0002_XX
TRAM-0001_XX, TRAM-0002_XX

16

16

Bane NOR – Visualisering av farer/RAM-forhold i BIM



Fra skjæring med svært mange farer, tiltak, RAM-forhold og tiltak knyttet til RAM-forhold

Tønsberg-Larvik

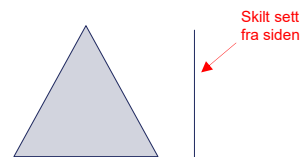
19

BANE NOR

19

Erfaringer og forbedringsmuligheter

- Erfaringer:
 - Enklere å diskutere farer/forhold som vises i modell
 - Modellen viser grensesnitt og omgivelser
 - Vanskelig, tungvint og tidskrevende med integrasjon mellom database (logg) og BIM-modell
 - Fint om farer/forhold kunne redigeres i modellen (og ikke bare i loggen)
 - Kan bli en «skog» av farer og RAM-forhold slik at RAMS-laget i modellen skrues av og ikke brukes
- Forbedringsmuligheter
 - Fokusere mer på visualisering av *risikoforhold* enn på *oppfølging* av farer/risiko i RAMS-logg
 - God visualisering: Entydighet, synlighet/skalerbarhet, sammenhenger, risiko, status, ansvar, filtrering (vise bare det som er relevant), skille mellom fare og tiltak, ...
 - Senke terskel for bruk!
 - God integrasjon av RAMS-logg og brukergrensesnitt i eller fra modellen (ikke bare visualisering)



! Trafikkskilt ikke optimalt for visualisering i vei-prosjekter (kan forveksles med reelle objekter ☺)

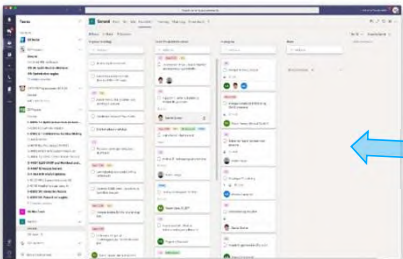
20

BANE NOR

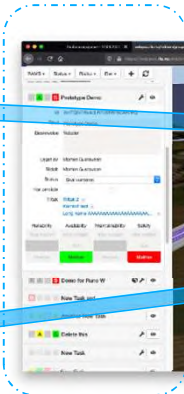
20

RiskBIM – Pilotstudie

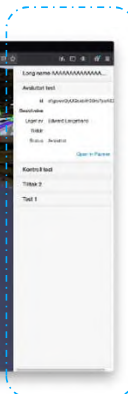
RAMS-Logg (MS Teams)



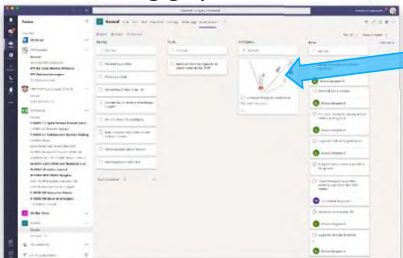
RAMS-logg



Tiltakslogg



Tiltakslogg (MS Teams)




- Visualisering og oppfølging av RAMS- og tiltakslogg blir gjort i samme modell
- Tiltak blir assosiert i applikasjon på samme måte som farer
- Teams-tavler er direkte tilgjengelig via linker

BANE NOR

21

RiskBIM – Pilotstudie



BANE NOR

22

Bane NOR – BIM for drift og vedlikehold

- BIM skal kunne brukes i alle livsløpsfaser
 - Ambisjon for BIM i Bane NOR
 - Ambisjon for RiskBIM-prosjektet
- Ny infrastruktur overleveres med 3D-modeller i dag til driftsansvarlig
- For de aller fleste banene/strekningene har Bane NOR i dag ikke BIM-modeller
 - BIM er i dag ikke et verktøy som brukes for drift og vedlikehold av jernbanen
- For hvilke anvendelser og problemstillinger innen drift og vedlikehold av jernbanen kan BIM være et egnet verktøy og en god plattform for lagring, prosessering og visualisering av risiko/RAMS/SHA-relatert informasjon?

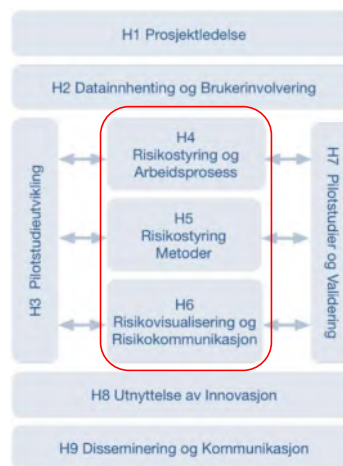
23

BANE NOR

23

Veien videre

- Videreutvikle KIM-kravspesifikasjon
 - Alle prosjekter, ikke bare FRE16
- RiskBIM: Påbegynt pilotstudie - Uttesting
 - RAM- og farelogg og BIM
- RiskBIM: Nye pilotstudier?
 - Arbeidsprosesser / dataflyt
 - Metoder
 - Visualisering / kommunikasjon
- Avklare BIM sin rolle innen RAMS og SHA
 - ... og rollen til andre verktøy
 - Hvor lagres risiko-relatert informasjon på en strukturert måte?



24

BANE NOR

24