



ERTMS som system

Hva er ETCS / ERTMS?

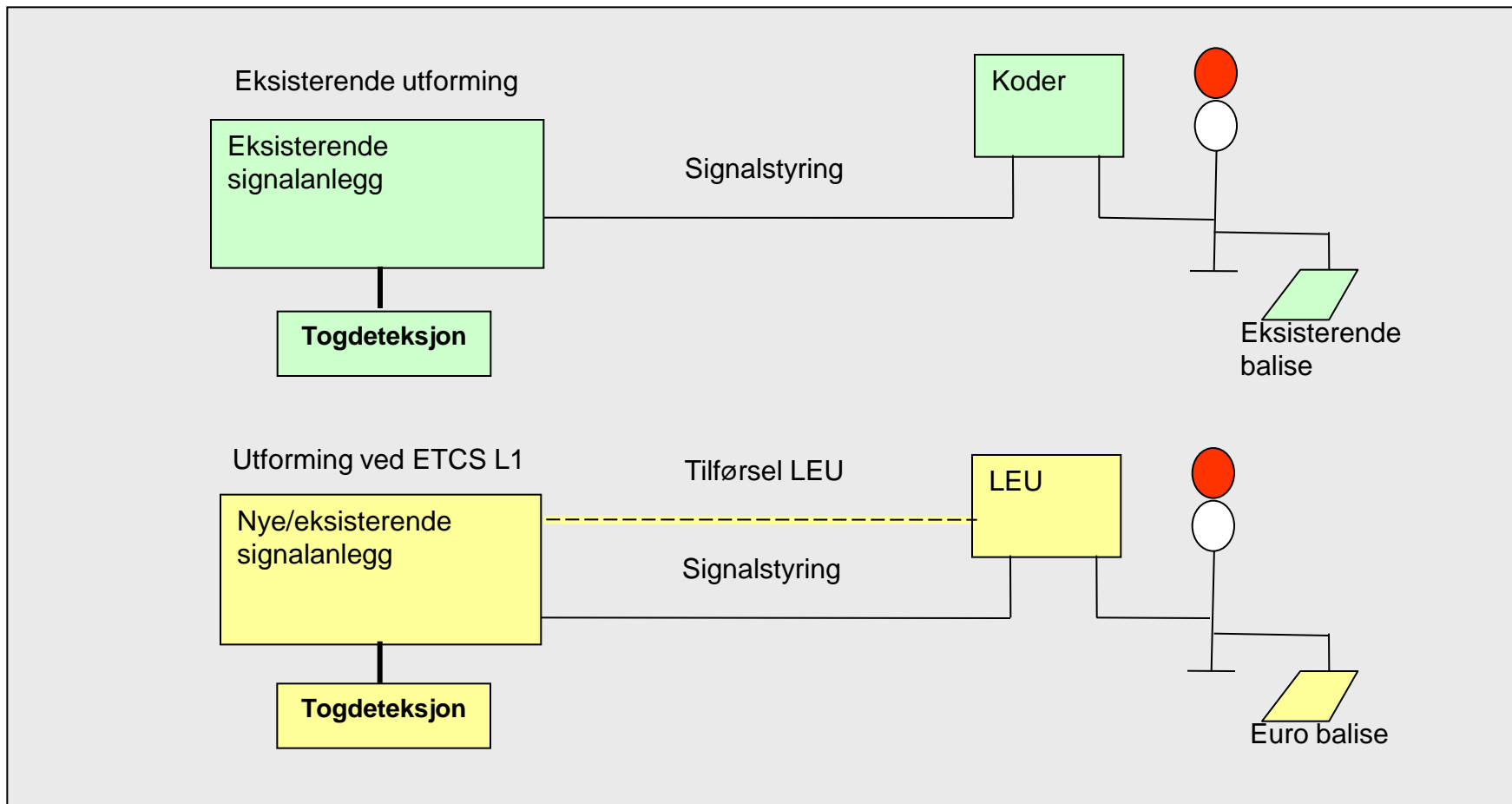
European Train Control System (ETCS)

- ETCS Level 1
- ETCS Level 2
- ETCS Level 3

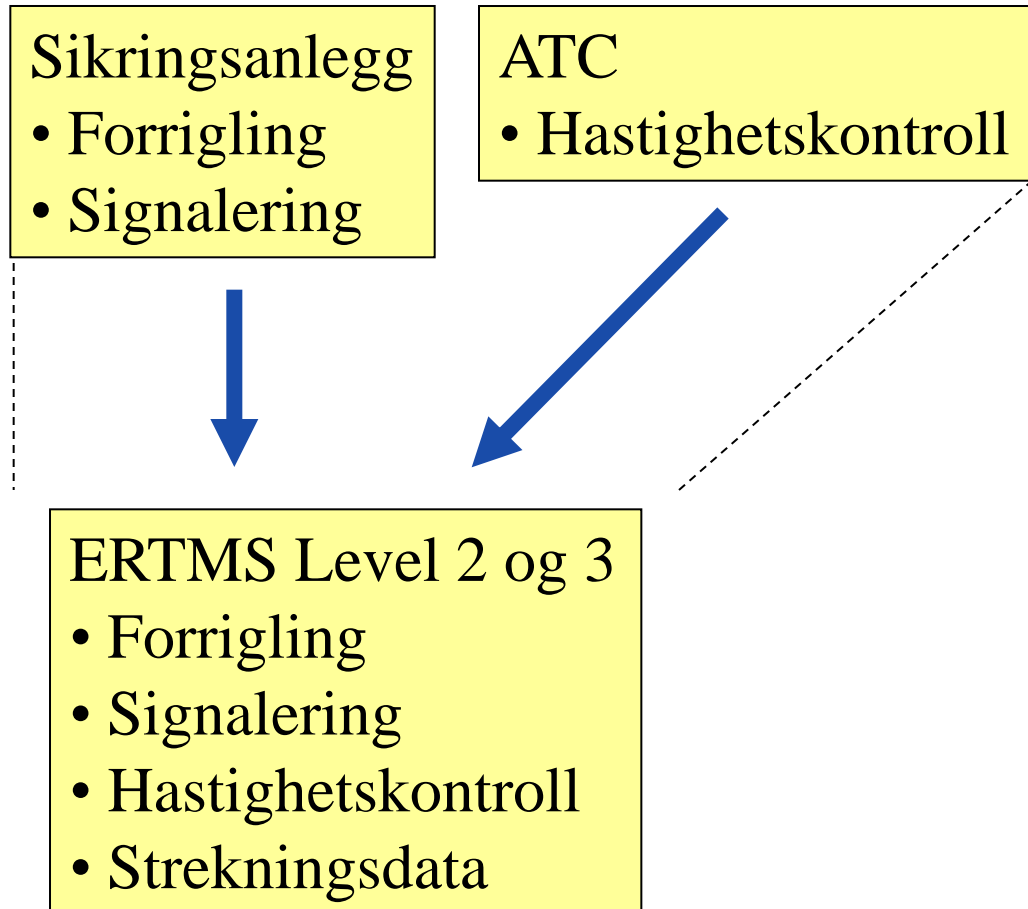
European Rail Traffic Management System (ERTMS)

- ETCS Level 2/3 + GSMR

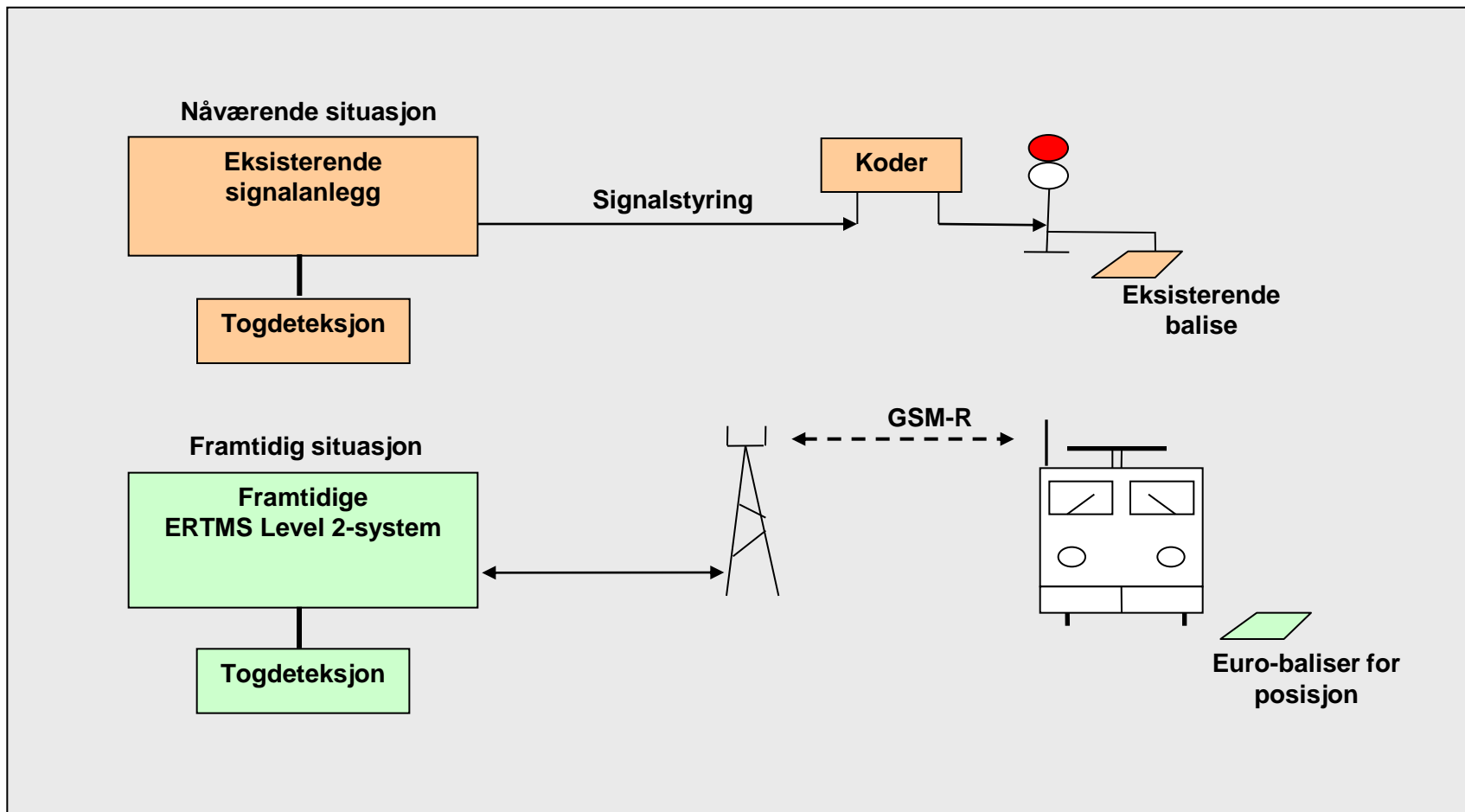
ETCS Level 1



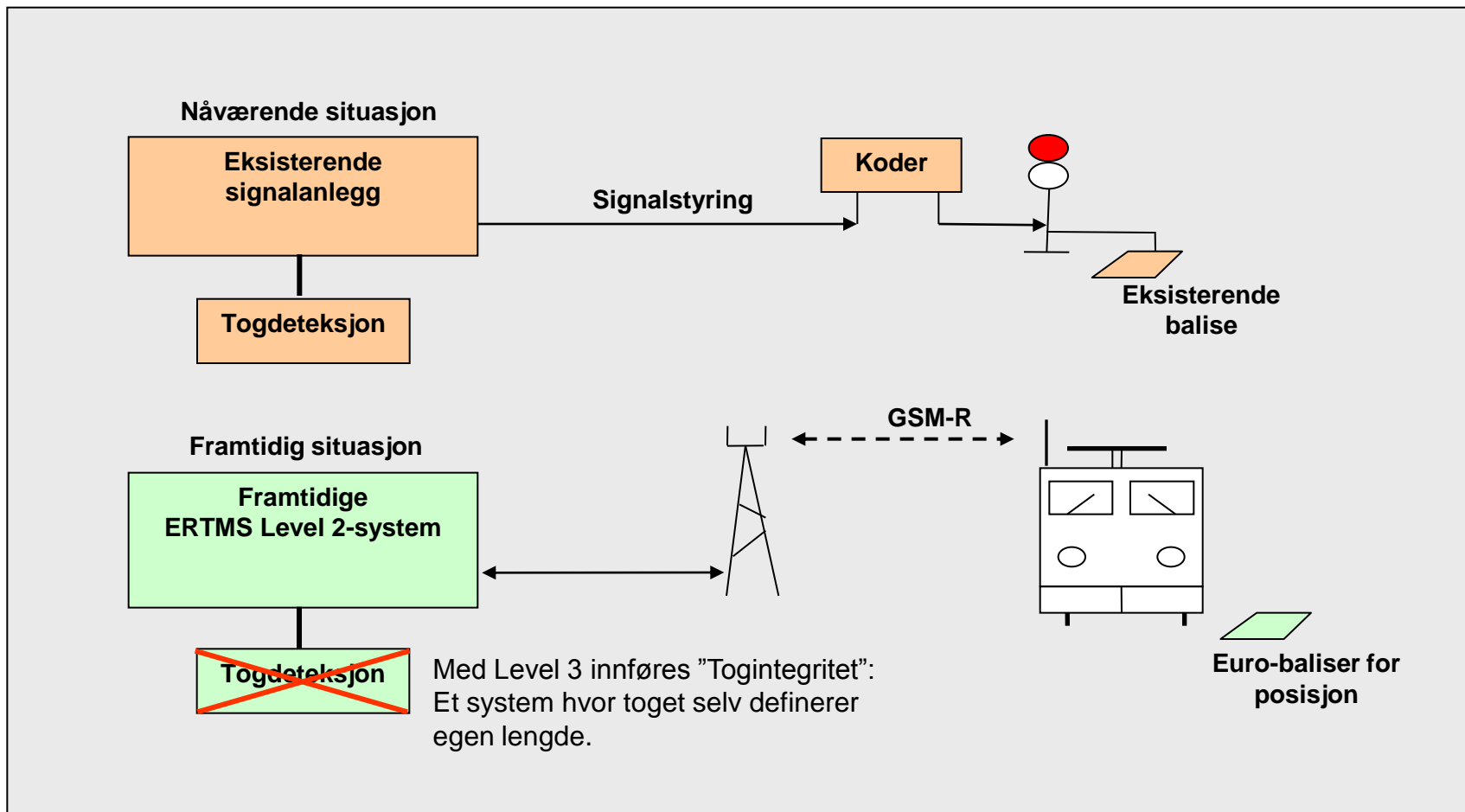
Teknologisk utvikling



ERTMS Level 2



ERTMS Level 3



Samtrafikkevene (Interoperabilitet)

ETCS Level 1 gir:

- Teknisk samtrafikkevene

ERTMS Level 2 og 3 gir:

- Teknisk samtrafikkevene

og

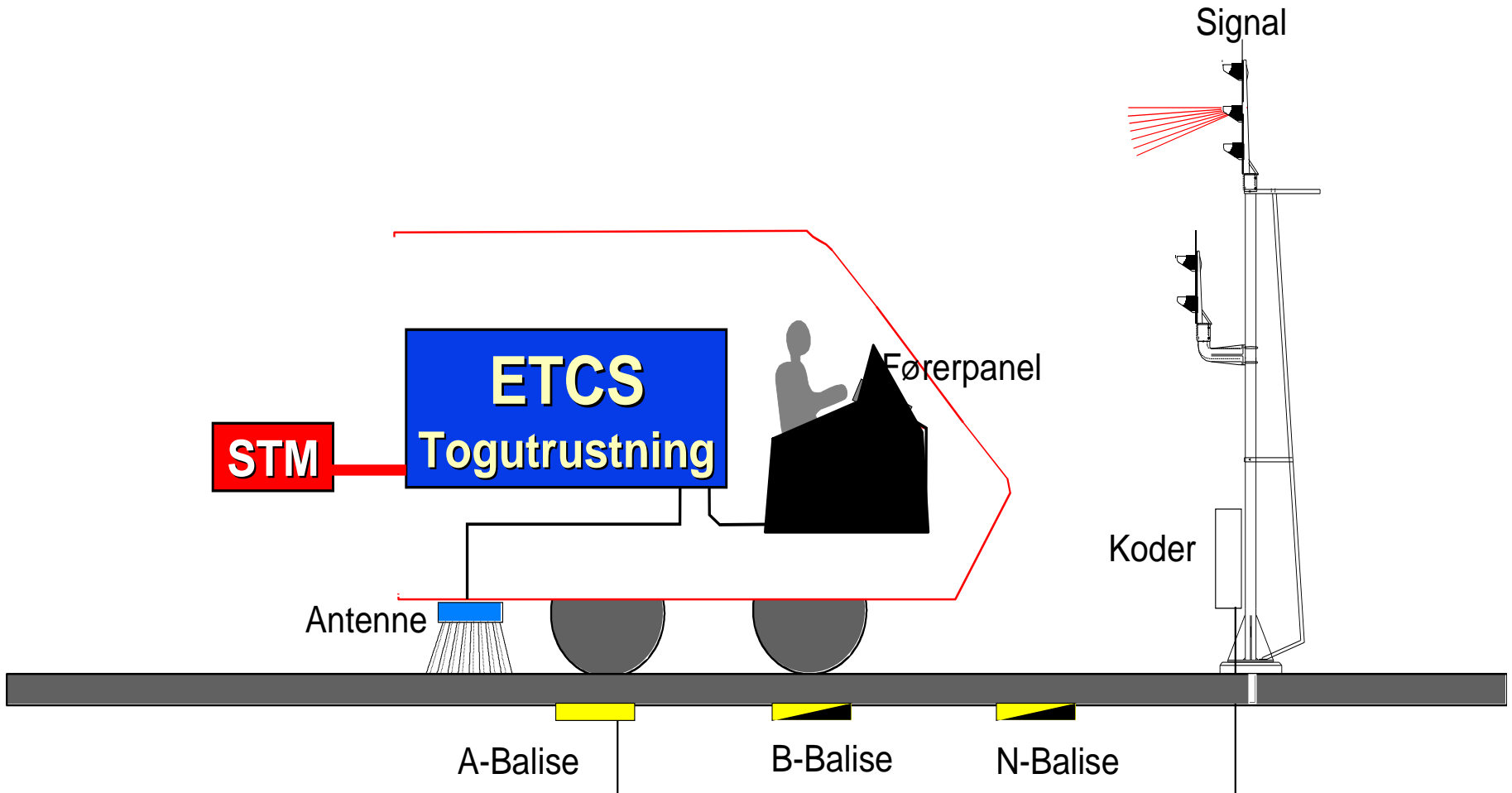
- Operativ samtrafikkevene

Reduksjon av ytre objekt

Typisk 2 spors stasjon

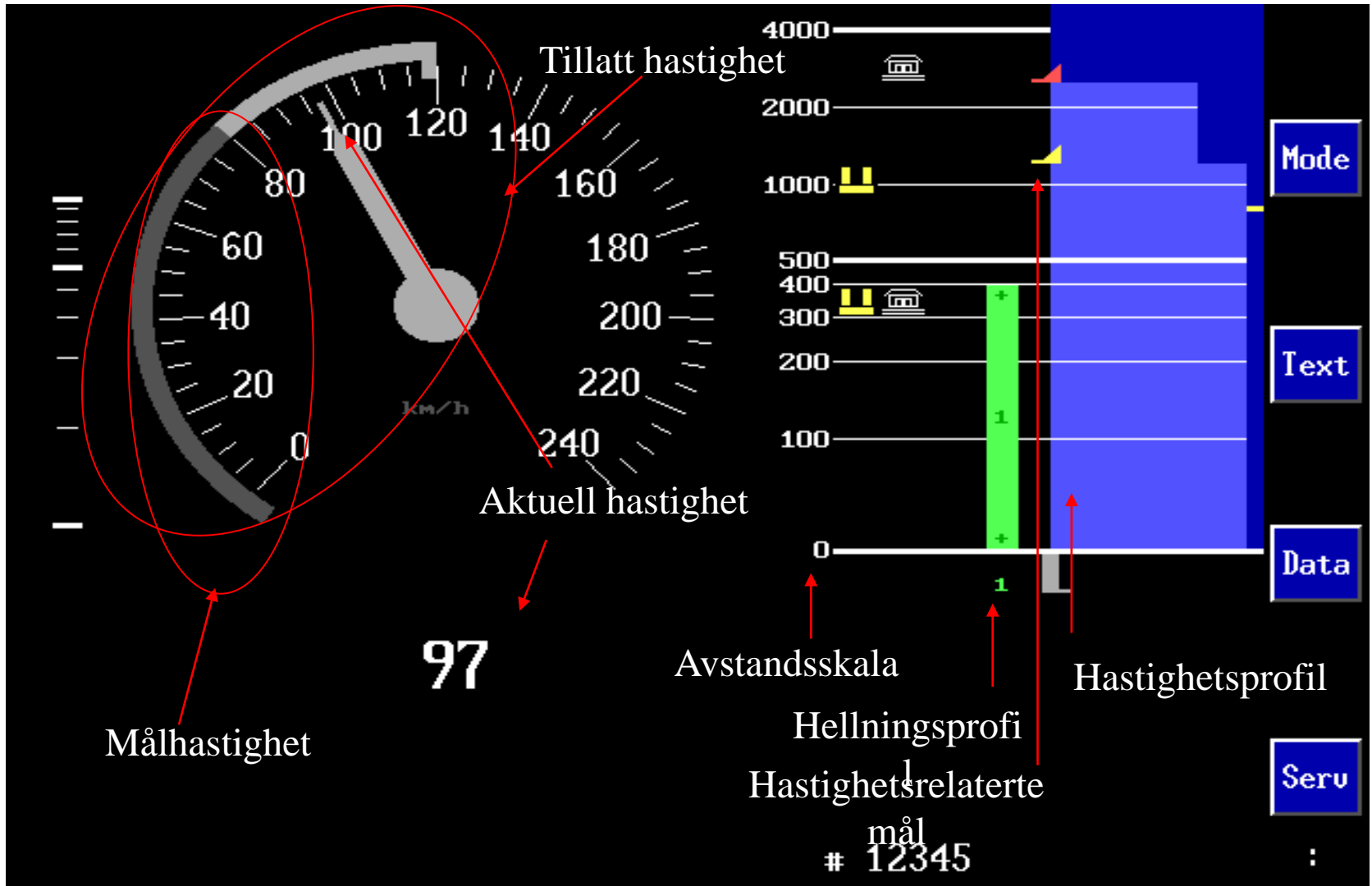
	Dagens situasjon	ETCS Level 1	ETCS Level 2	ETCS Level 3
Hovedsignaler	8	8	0	0
Baliser	25	25	12	12
Drivmaskiner	2	2	2	2
Togdeteksjon	6	6	6	0
Sveivskap	2	2	2	2
Avspøringsindikatorer	2	2	2	2
Togsporsignaler	2	2	0	0
Skiftesignaler	2	2	0	0
Blokktelefoner	6	0	0	0

Specific Transmission Module (STM)

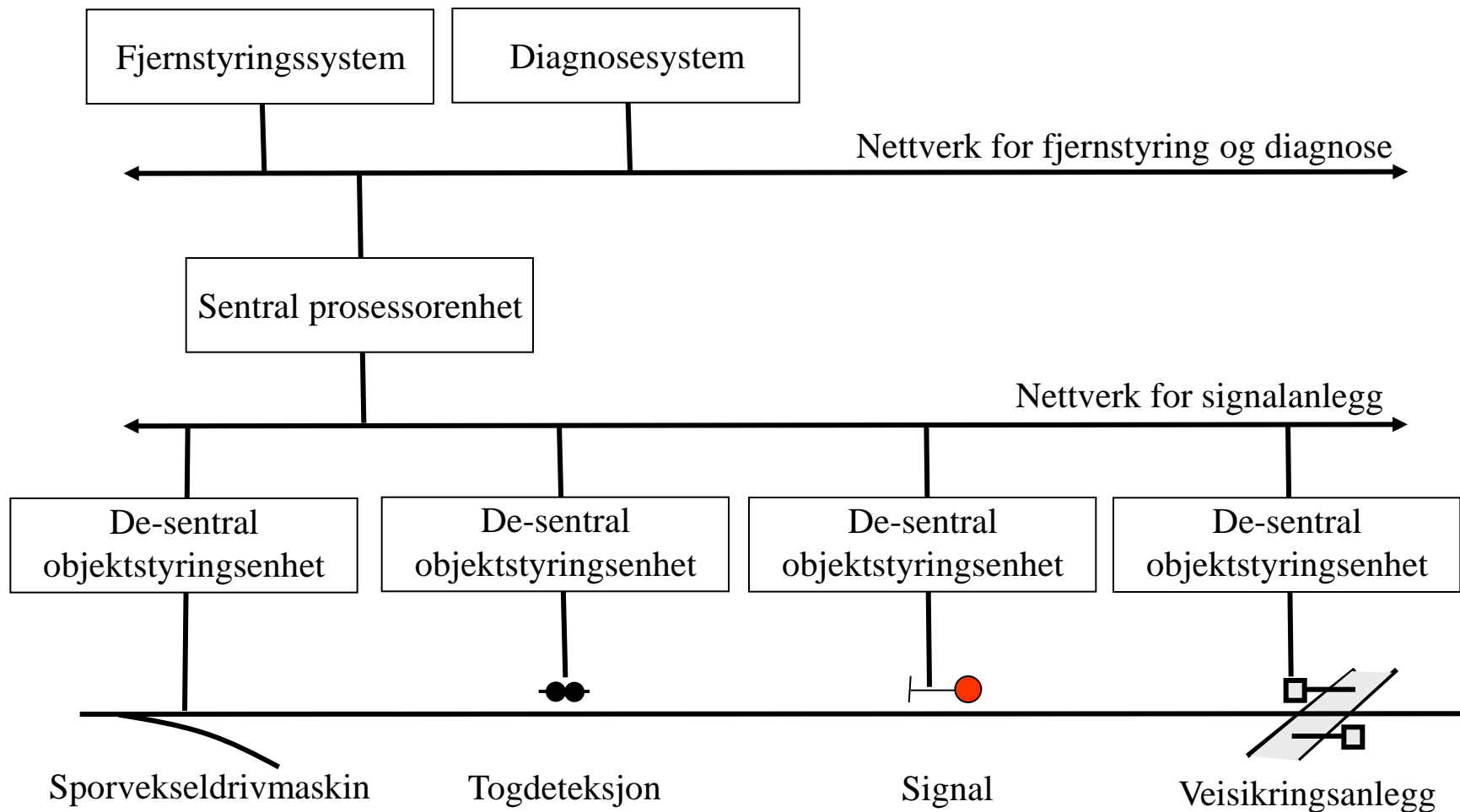


- STM er en tilleggsenhet i ERTMS-systemet som muliggjør fremføring av ERTMS-tog på eksisterende ATC-strekninger
- STM skal oversette eksisterende ATC-2 baliseinformasjon
- ERTMS ombordutrustning kombinert med STM skal overvåke/indikere togfremføringen tilnærmet som ATC-2 ombordsystemet, men integrert i ERTMS-ombordutrustningens DMI

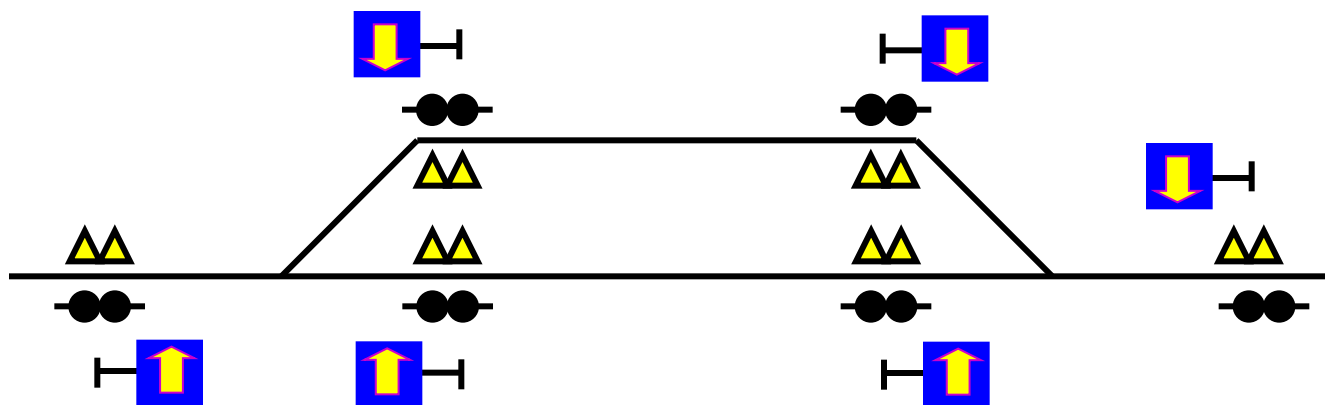
ERTMS Ombordsystem



Struktur på moderne programvarebaserte signalanlegg



Utvendig anlegg ved ERTMS Level 2



Signalmerker



Akseltellere



Faste baliser

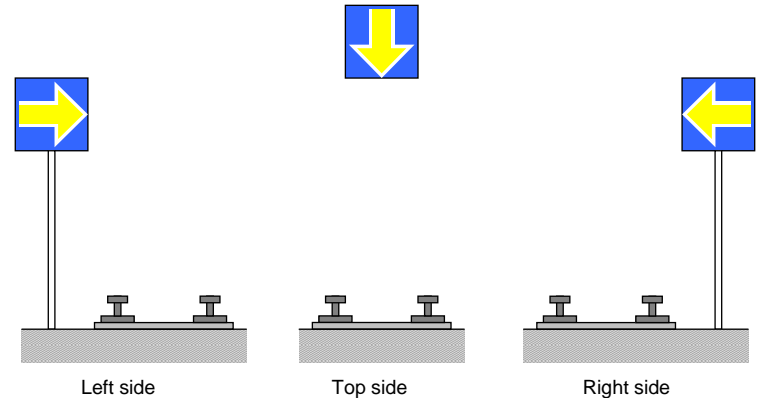


Nye trafikkregler

- Det vil være behov for nye trafikkregler når optiske signaler fjernes ved en overgang til ERTMS Level 2
- SJT er ansvarlig for å ta fram nye trafikkregler for ERTMS
- En del felles forskrifter er definert av ERTMS User Group (DB, SNCF, RFI, SBB, m.fl.)
- TSI-OP beskriver Operasjonelle Samtrafikkkrav
- Det pågår prosjekter i Europa mht standardisering av forskrifter for togframføring (HEROE-prosjektet)

Reduksjon av lyssignaler

- 3000 Hovedsignaler
- 1400 Forsignaler
- 900 Repetersignaler
- 1800 Skiftesignaler (40% reduksjon)



Redusert effektforbruk – 610 MWh/år



Reduksjon i kabling

Reduksjon av signaler gir redusert behov for kabling

1530 kilometer kabel

172 tonn kobber



Redusert behov for baliser

- 7800 baliser - eksisterende ATC system
- 3600 Euro-baliser

Reduksjon: 54% (4200 baliser)



Mindre fundamenter for EoA merker

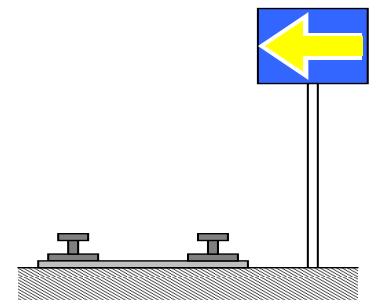
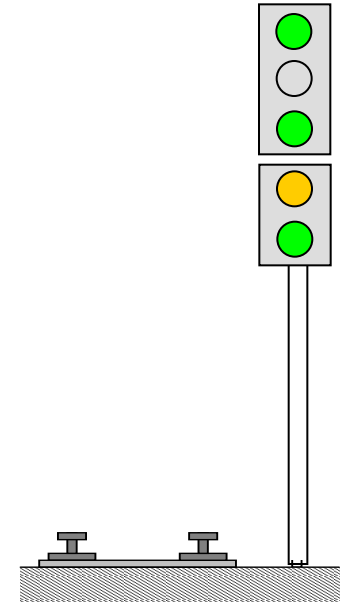
3000 fundamenter for hovedsignaler

- 1500 m³ betong

3000 fundamenter for EoA bords

- 150 m³ betong

Reduksjon 90 % (1350 m³)





ERTMS

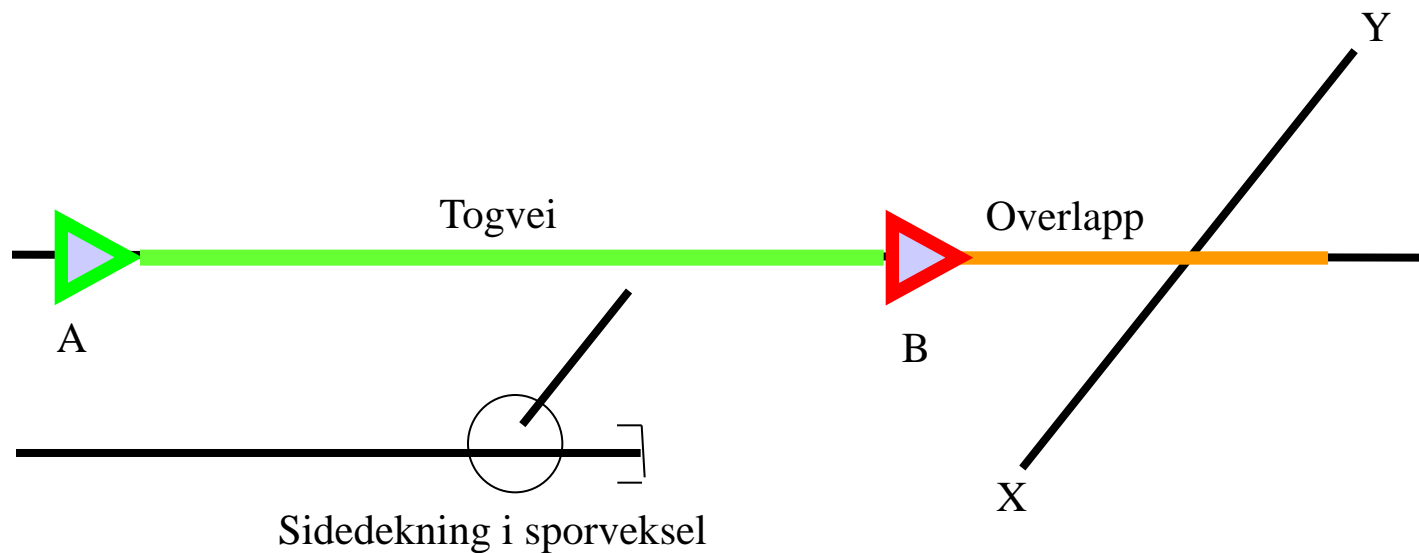
Teknisk Funksjonalitet

Hovedfunksjoner

Et signalsystem skal ha følgende funksjoner:

- Forrigling
- Signalering
- Hastighetskontroll
- Strekningsdata

Togvei, overlapp og sidedekning



OS-togvei

- Togvei til belagt spor, med MA (for skjøting av tog).
Hastighetsbegrensing

SR-togvei

- Togvei til spor med sporveksel ute av kontroll, uten MA.
Hastighetsbegrensing

Overlapp (Sikkerhetszone)

- Vil kunne løse ut umiddelbart når tog står stille, fordi tog melder fra om dette til ERTMS Line-side. Dette vil kunne redusere krysningslåsingstid på stasjoner

Sidedekning

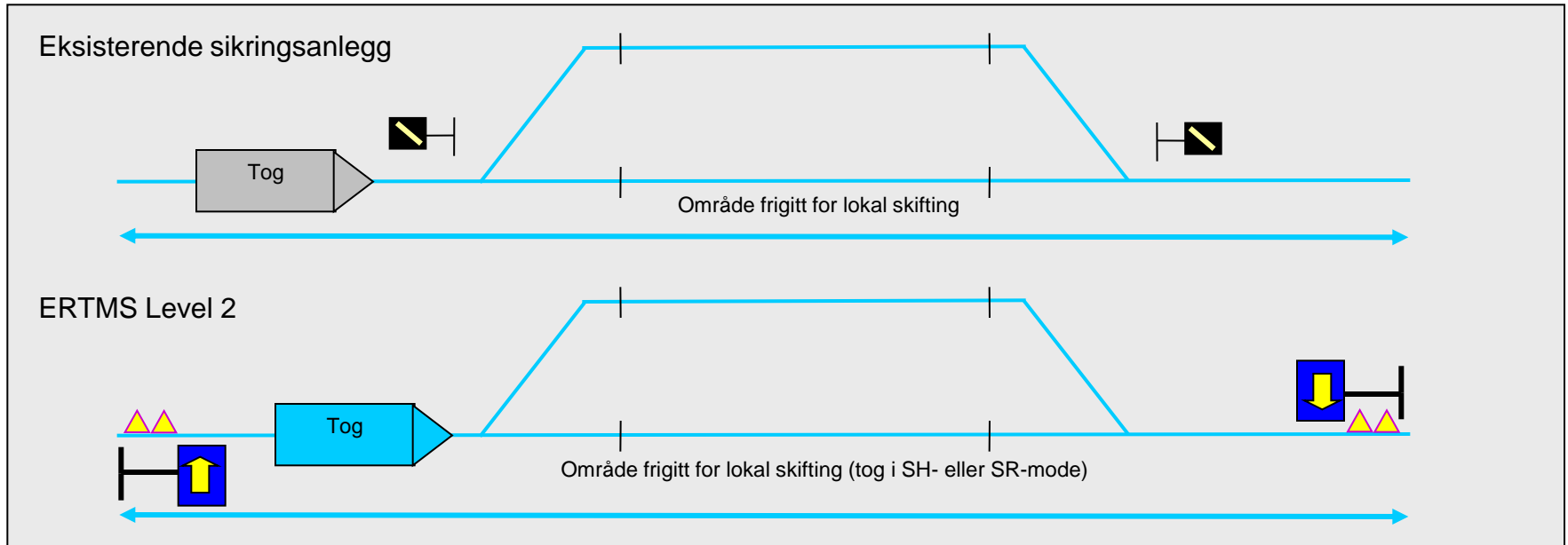
- Uten optiske signaler, vil sidedekning fysisk kun utføres av sporveksler og sporsperrer (tog vil ikke kunne kjøre uten å ha mottatt Movement Authority)

Signalering

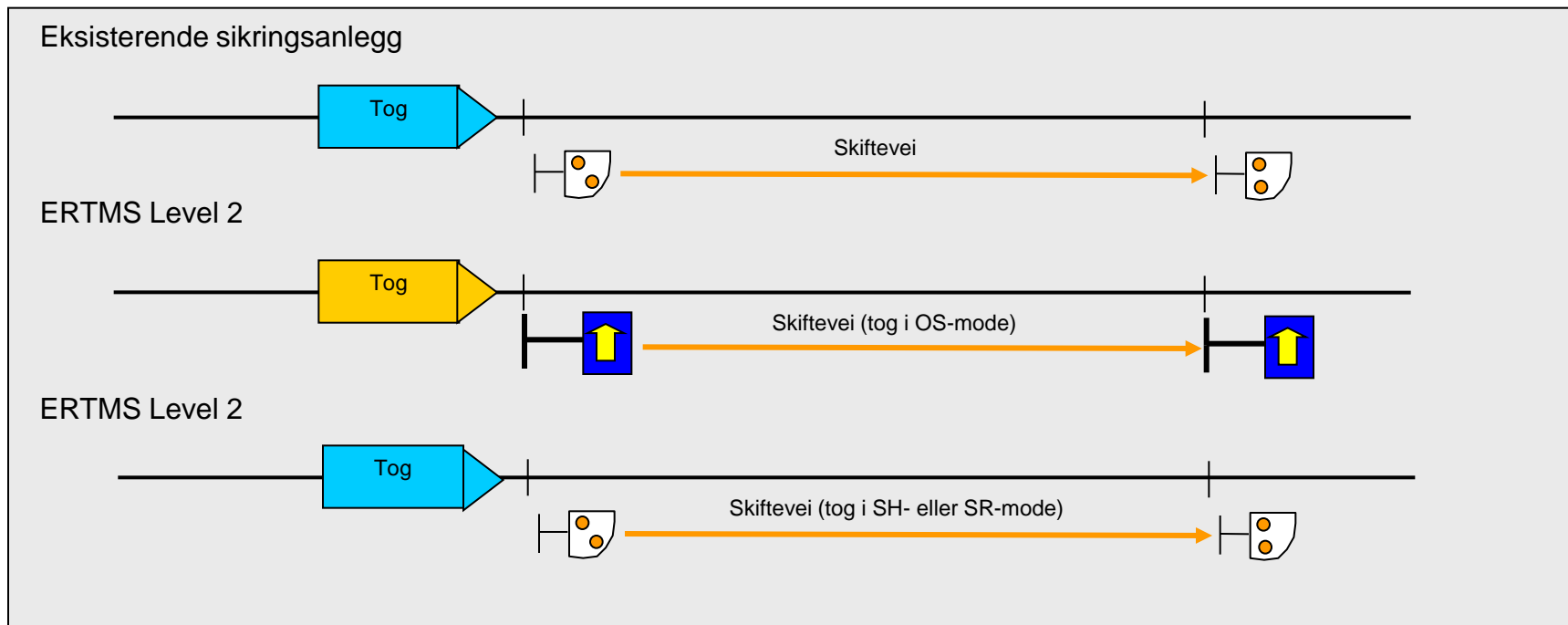
Konvensjonelt	ERTMS – Level 2
Kjørtillatelse	Movement Authority (MA)
Kjørtillatelse ("kjør")	Full-Supervision (FS-mode), Linjehastighet (kjent posisjon)
Kjørtillatelse ("varsom skifting tillatt")	On-sight (OS-mode), Hastighetsbegrensning (besatt spor, kjent posisjon)
-	Staff-Responsible (SR-mode) Hastighetsbegrensning (ukjent posisjon)
Frigitt for lokal skifting	Shunting (SH-mode), Hastighetsbegrensning (kjent posisjon)

Signalering utføres i Level 2 direkte i togets førerpanel.

Område frigitt for lokal skifting

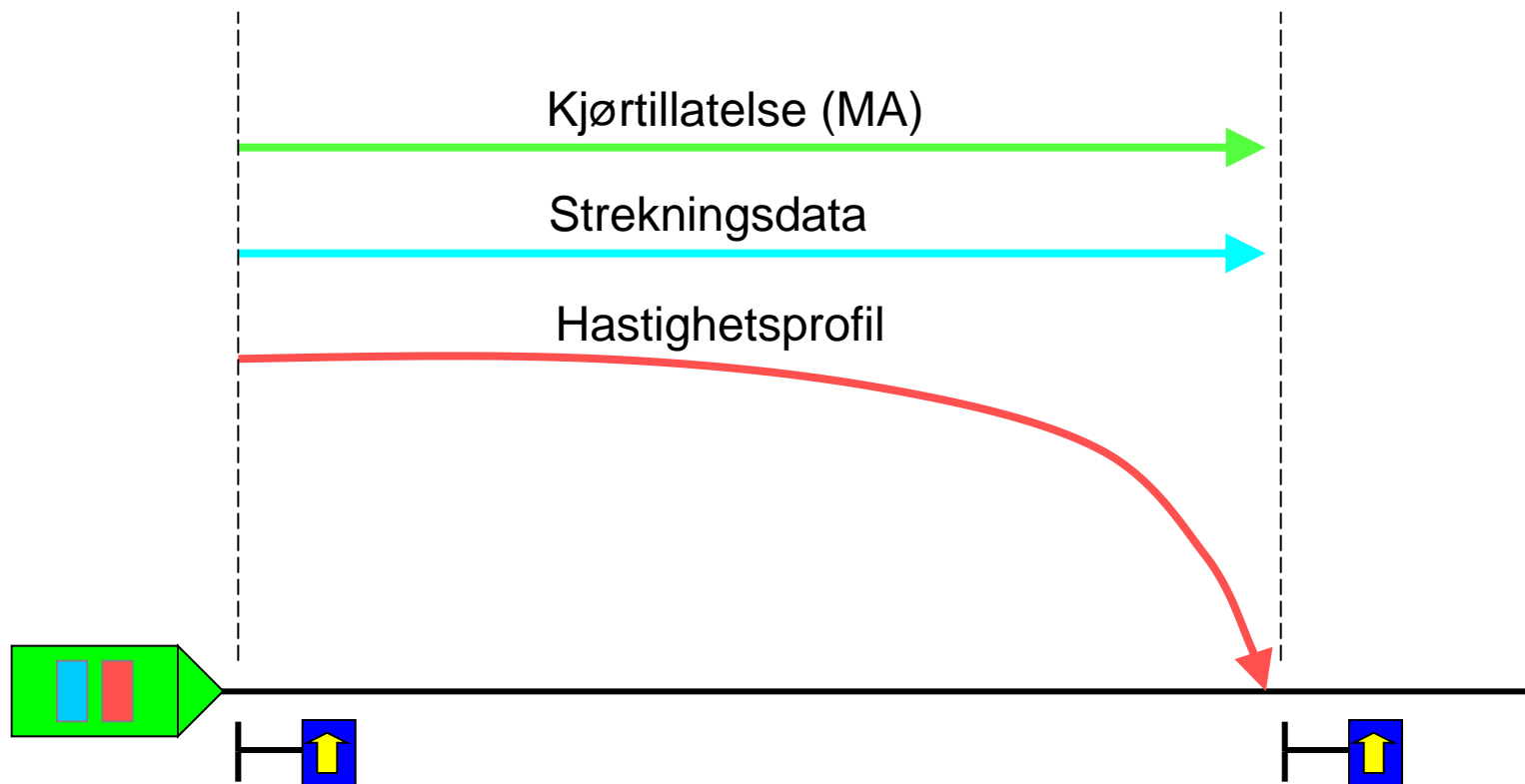


Skifteveier



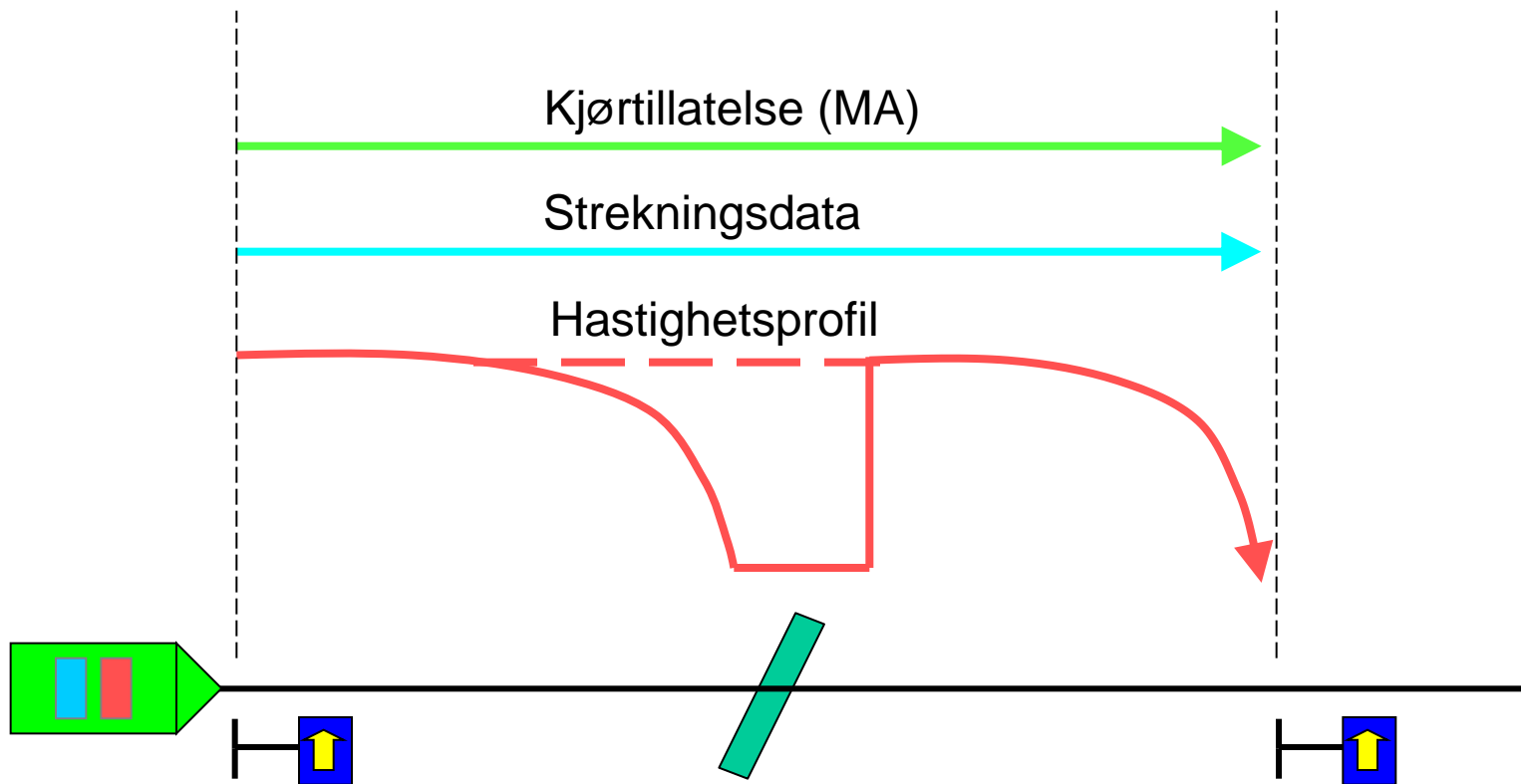
Overføring av data til tog

(ved togveis begynnelsespunkt)



Overføring av data til tog

(i forbindelse med planovergang)



Posisjoneringsprinsipper

Absolutt posisjon

- Gis til tog fra baliser plassert med faste intervaller i sporet
- Gir tillatelse til å tildele toget FS-MA (eller OS-MA)
- Tog forholder seg til LRBG Last Relevant Balise Group

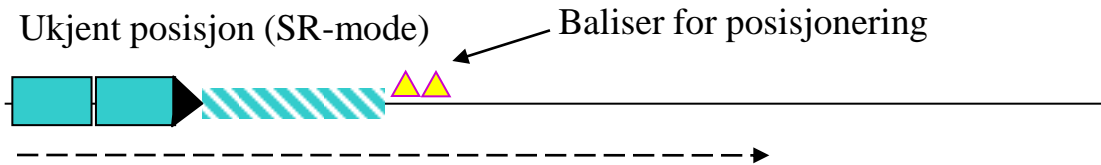
Beregnet posisjon

- Mellom balisene som gir absolutt posisjon, beregnes togets posisjon i EVC'en
- Tillater toget å kjøre i henhold til mottatt MA

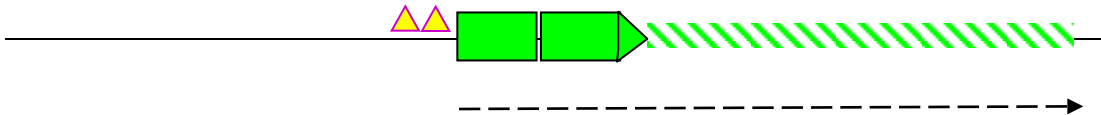
Angitt posisjon (Banverket)

- Hvis ikke togets posisjon er kjent av ERTMS lineside, kan togleder inngi en posisjon for toget
- Gir tillatelse til å tildele toget OS-MA eller SH

Posisjonering for kjørtillatelse (MA)



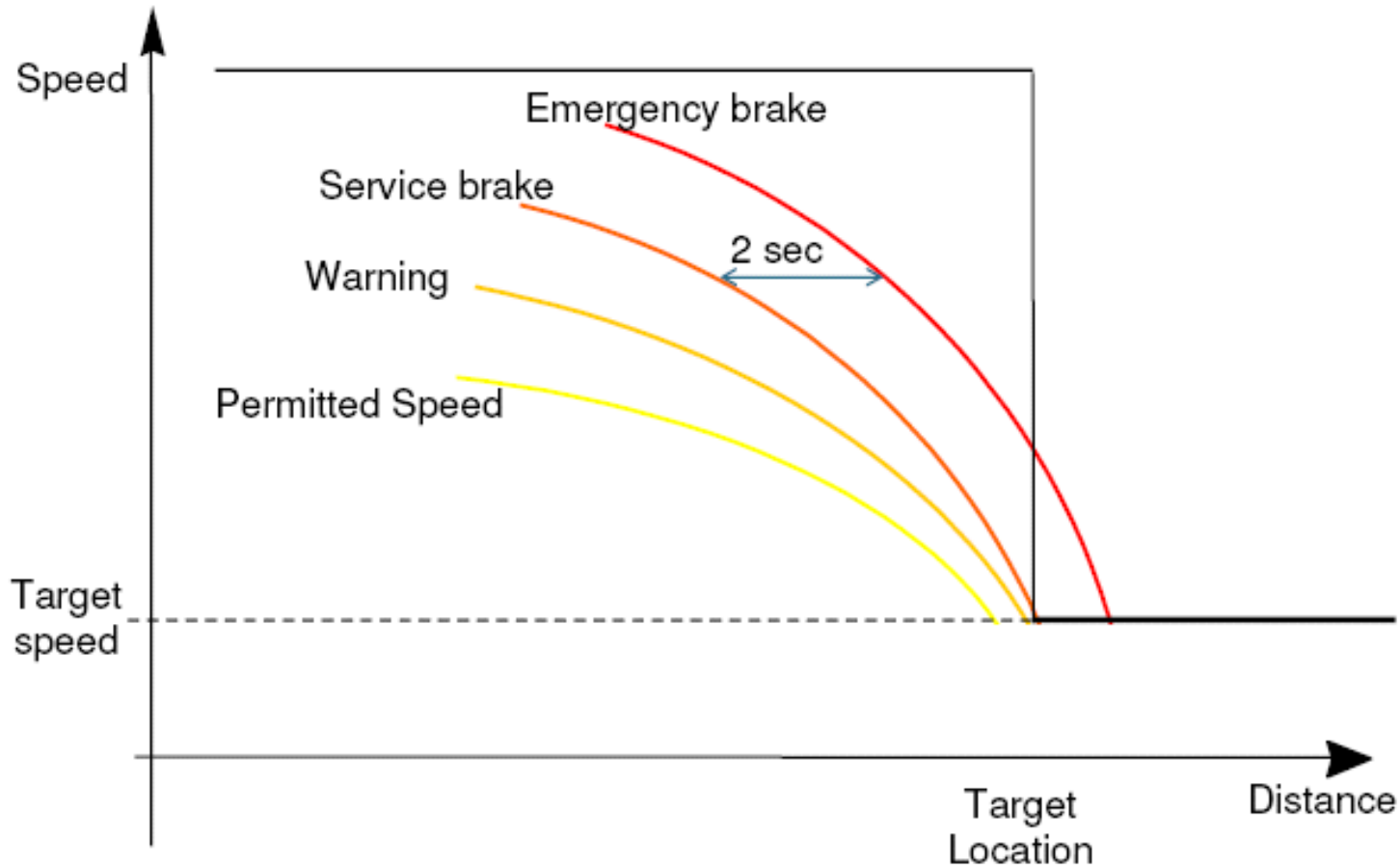
Eksakt posisjon (MA kan gis til toget, med OS/FS avhengig av togveiens tilstand)



Bremsekurver for tog ATC 2

- Driftsbremsekurven beregnes mot hvert målpunkt
- Nødbremsekurven peker ikke på målpunktet men ligger 2 sekunder etter Driftsbremsekurven (i tid)
- Helning angis mot hvert målpunkt
- Driftsbremse styres analogt
- Tilbakemelding fra bremsesystemet skjer analogt

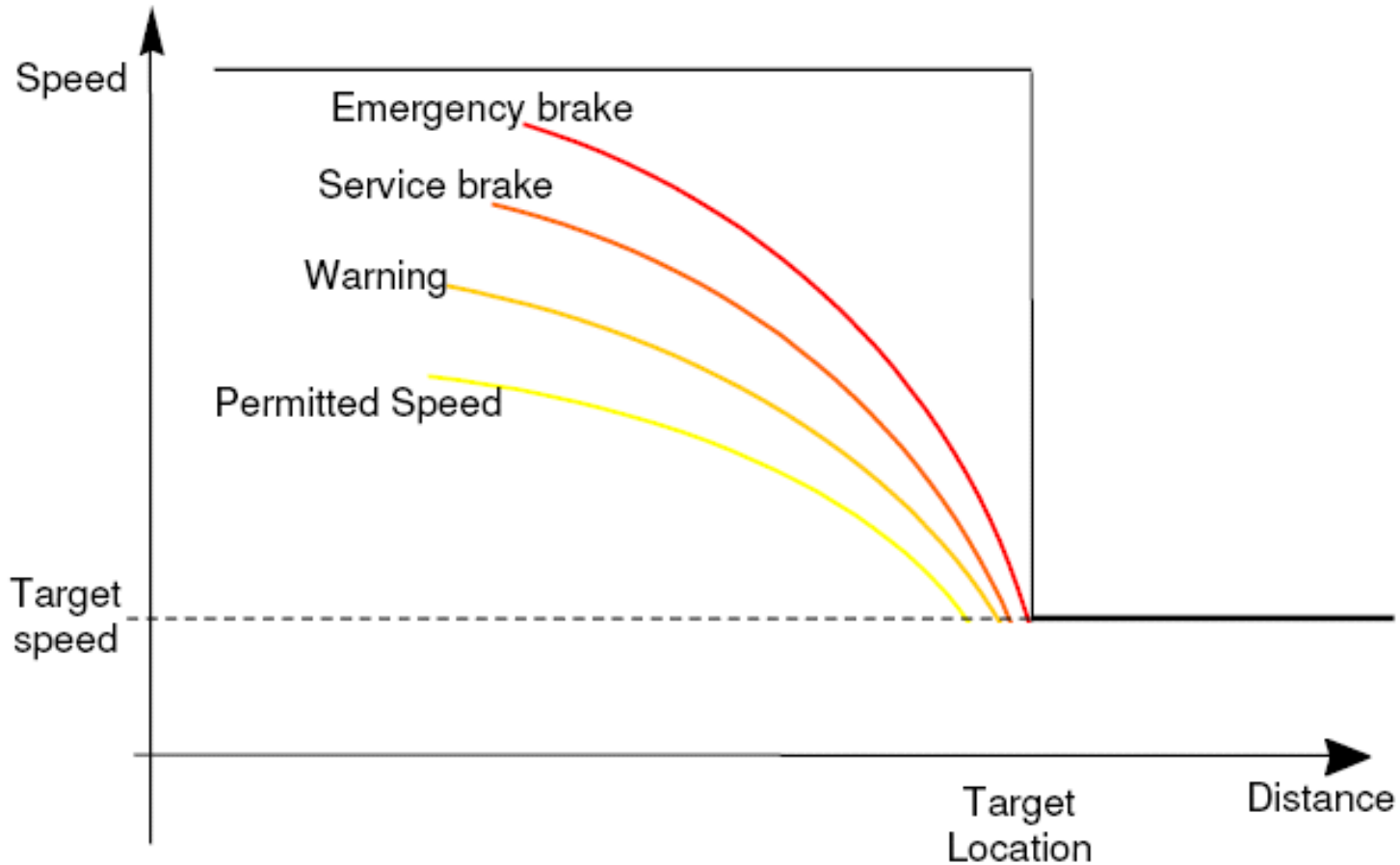
Bremsekurver for tog ATC 2



Bremsekurver for tog ERTMS

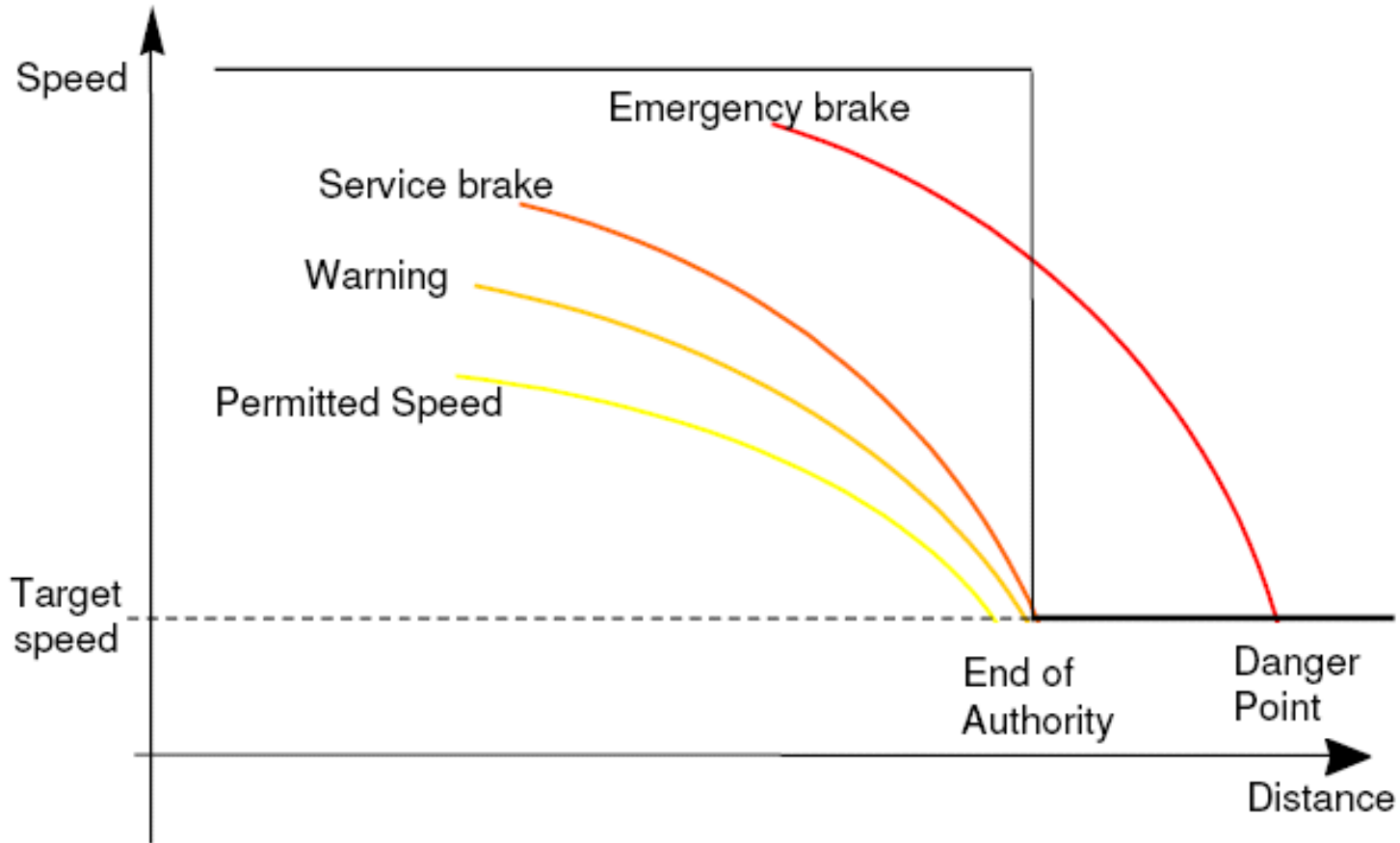
- Nødbremsekurven beregnes mot målpunktet
 - Ved sluttpunkt for togvei kan den beregnes mot konfliktpunktet (for eksempel "middel")
- Alle andre kurver beregnes ut fra Nødbremsekurven
- Helning angis som en profil for strekningen og ikke mot hvert målpunkt
- Bremsing styres digitalt
- Tilbakemelding fra bremsesystemet skjer digitalt
- Algoritmer for kurveberegning er ikke fullt ut standardisert

Bremsekurver for tog ERTMS



Bremsekurver for tog ERTMS

End of Movement Authority



ERTMS variabler

Følgende ETCS variabler bestemmes av UIC/JBV/bruker

UIC

- M_LOADINGGAUGE (SRS 7.5.1.63)
- M_TRACTION (SRS 7.5.1.74)
- M_VOLTAGE (SRS 7.5.1.76)
- NC_DIFF (SRS 7.5.1.80)
- NC_TRAIN (SRS 7.5.1.81)

UIC/JBV/bruker

- NID_BG – ID for balisegrupper (SRS 7.5.1.82)
- NID_C – ID for land/region (SRS 7.5.1.83)
- NID_ENGINE – ID for togoperatører (SRS 7.5.1.85)
- NID_LOOP – ID for infill loop (SRS 7.5.1.86)
- NID_RBC – ID for RBC (SRS 7.5.1.93)
- NID_RIU – ID for (SRS 7.5.1.94)
- NID_STM – ID for Specific Transmission Module (SRS 7.5.1.95)
- NID_XUSER – spesifikk bruker ID for pakke 44 (SRS 7.5.1.97)



Lenking i ERTMS

- Lenking (når skal neste posisjon mottas)
- Tildeling av koordinatsystem (for posisjonering L3)
- Informasjon om reposisjonering (endring av posisjon)

Data for Movement Authority

- MA (Movement authority - kjørtillatelse)
- Kooperativ MA tilbaketagning (kun L2/L3)
- Profil for ETCS nivå
- Fare for SH mode (info til fører)
- SR tillatelse (tillatelse for toget å gå til SR modus)
- Baliseliste for SR-modus
- SH tillatelse (tillatelse for toget å gå til SH modus)
- Stop i SR-mode (kjørt distanse)

Nødmeldinger til tog

- kondisjonal nødstop (visse vilkår, kan tog stoppe)
- ukondisjonal nødstop (stop nå)
- opphevelse av nødstop

Lokasjonsdata

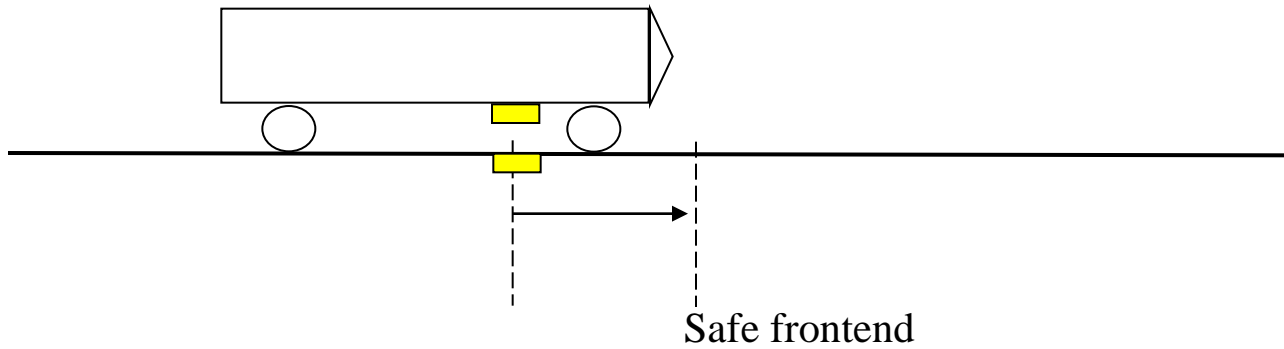
- LRBG (siste relevante balisegruppe)
- Avstand fra LRBG (beregnet posisjon)
- Konfidensnivå for avstand (toleranse)
- Kjøreretning
- Mulig tog lengde (togintegritet)
- Hvordan togintegritet ble bekreftet
- Deteksjon av tog som står stille



Jernbaneverket

Safe Frontend of Train

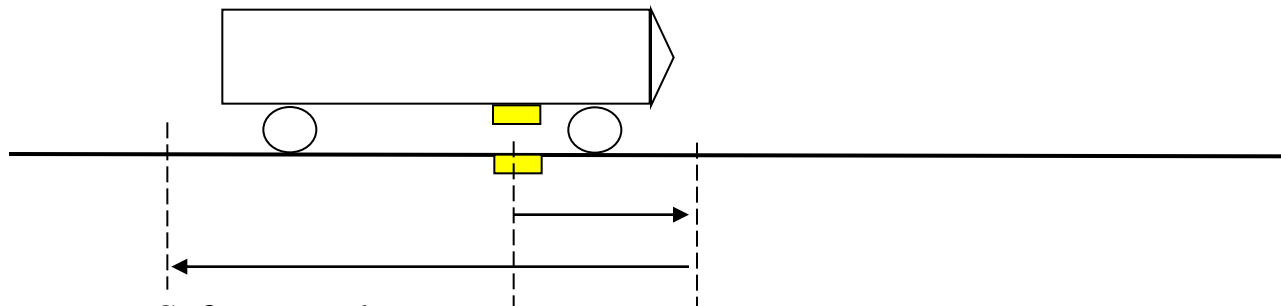
Benyttes i L2 og L3





Safe Rearend of Train

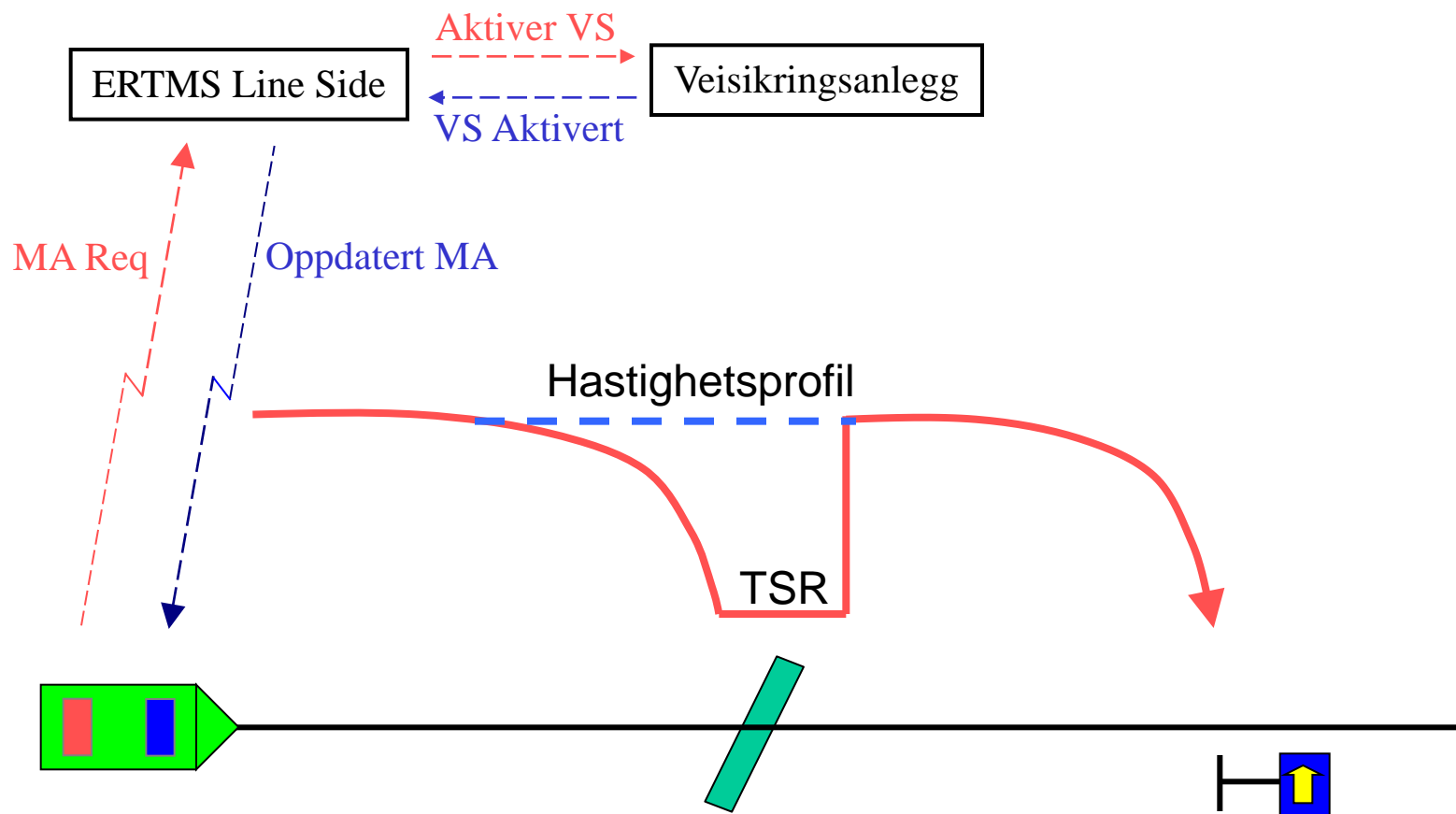
Benyttes i L2 og L3



Safe rearend =
Safe frontend + train length

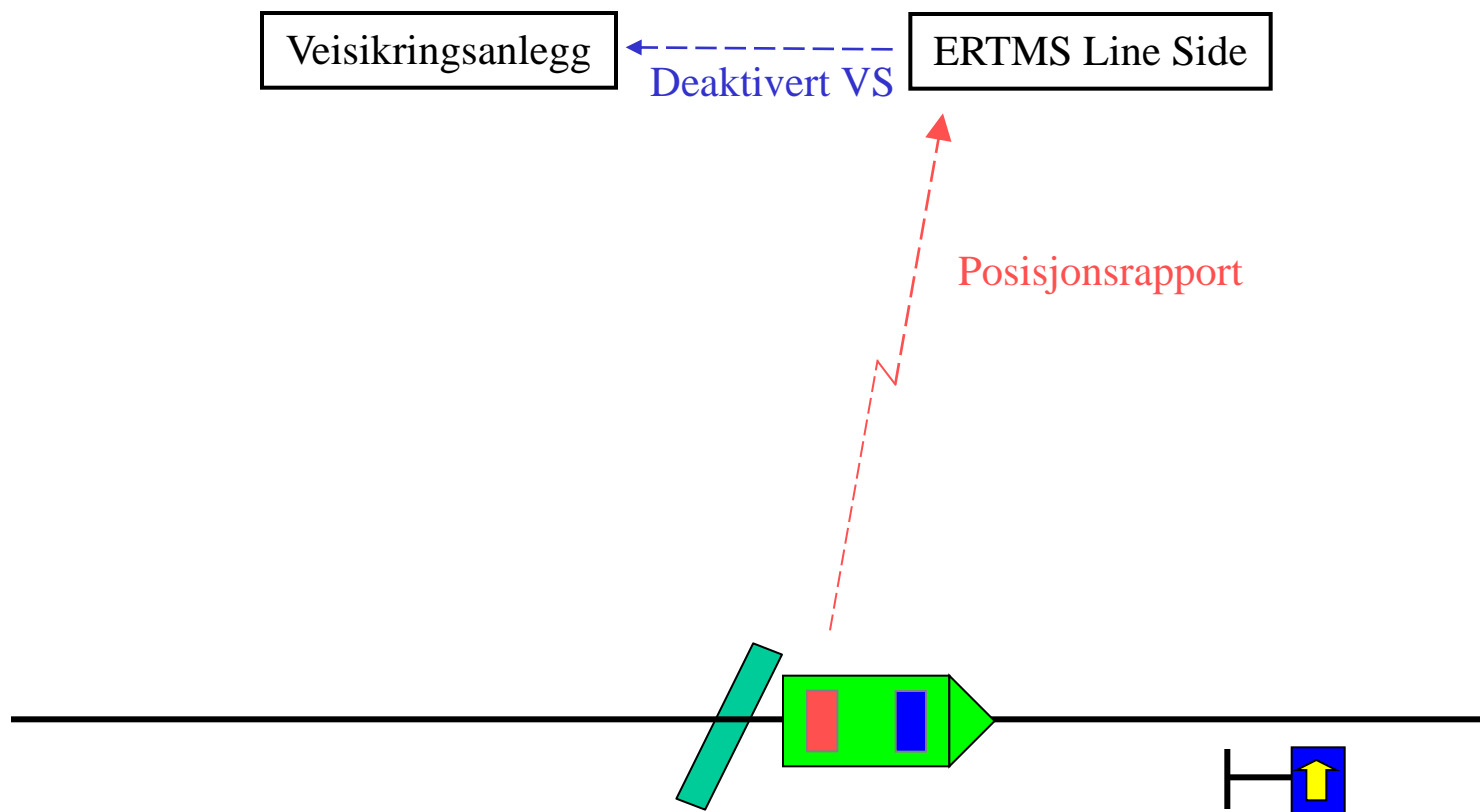
Innkobling av veisikringsanlegg

Dynamisk ved bruk av togs hastighet og posisjon



Utkobling av veisikringsanlegg

Dynamisk ved bruk av togs hastighet, lengde og posisjon





Jernbaneverket

Med de riktige tiltakene
kan nordmenn også i framtiden
nyte
lange mørke vinterdager
med
temperaturer ned til minus 40C
😊

