



SINTEF

Automatisk lasting og lossing – en mulighetsstudie

SFI Autoship – Arbeidspakke 5

Pauline R. Bellingmo, Ulrik Jørgensen, Even A. Holte

SINTEF Ocean

06.01.23



SINTEF

Disclaimer

- This publication has been provided by members of the SFI Autoship project and is intended as input to the discussions on and development of new and autonomous ferry transport solutions. The content of the publication has been reviewed by the SFI Autoship participants but does not necessarily represent the views held or expressed by any individual member of the project.
- While the information contained in the document is believed to be accurate, SFI Autoship partners make no warranty of any kind with regard to this material including, but not limited to the implied warranties of merchantability and fitness for a particular purpose. None of SFI Autoship partners, their officers, employees, or agents shall be responsible, liable in negligence, or otherwise howsoever in respect of any inaccuracy or omission herein. Without derogating from the generality of the foregoing neither of SFI Autoship partners, their officers, employees or agents shall be liable for any direct, indirect, or consequential loss or damage caused by or arising from any information advice or inaccuracy or omission herein.
- The material in this publication can be reproduced provided that a proper reference is made to the title of this publication and to the SFI Autoship project.



SINTEF

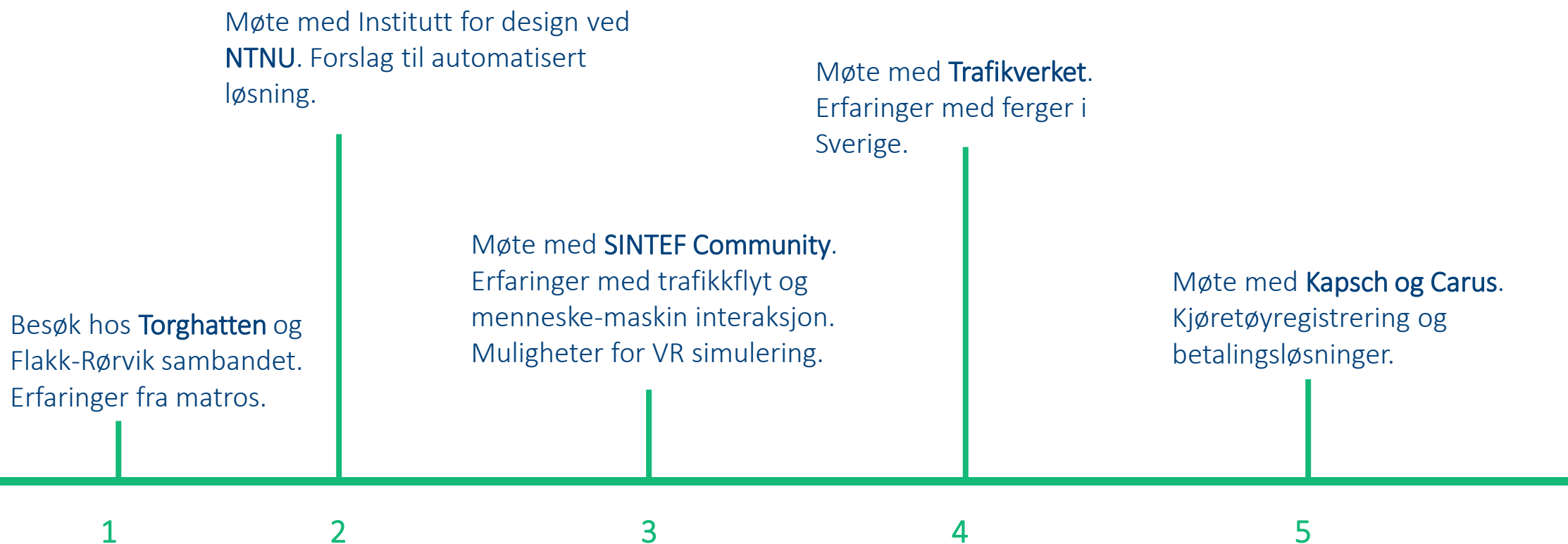
Motivasjon og bakgrunn

- Bemannet lasting og lossing er en risikoutsatt funksjon for mannskap.
- Ifm. realisering av autonome skip er automatisering av funksjoner og oppgaver sentralt. Dermed også laste- og losseoperasjoner.
- Arbeidet har som formål å utforske muligheten for realisering av bemanningsfri lasting og lossing av bilferge. Et svært aktuelt tema i forbindelse med økt automatisering av fergedrift.
- Automatisert laste- og losseoperasjoner er potensielt også en av flere faktorer som kan bidra til å utløse en reduksjon i sikkerhetsbemanning om bord.



SINTEF

Prosess





SINTEF

Utfordringer med lasting og lossing

- Plassering om bord
 - Stabilitet (stamp og rull)
 - Farlig gods
 - Prioriterte kjøretøy (for eksempel utrykningsfartøy)
 - Funksjonshemmede må ivaretas
 - Alle passasjerer skal ha lik mulighet for å kunne komme ut av kjøretøy på ferjedeck - Skipssikkerhetsloven paragraf 11
 - MSC.1/Circ. 735 om retningslinjer for sikkerhetstiltak for eldre og personer med nedsatt funksjonsevne
 - Breie og høye kjøretøy (takhøyde begrensning)
- Effektivitet
 - Lasting og lossing er tidskritisk
 - (Effektiv og god plassutnyttelse/stuasje ved peak-perioder)
- Sjøfører som ikke respekterer instruksjoner fra matros
- Gående passasjerer
- Betaling for utenlandske kjøretøy
- Farlig gods har fysisk overlevering av dokument
- Øvrig:
 - Snø og is på dekk?
 - Regelverk?

Kilder: Intervju med matros, Trafikverket i Sverige, SINTEF Community



SINTEF

"State-of-the-art"

- Fjernstyrt lyssignal av mannskap.
 - Mannskapet kan bevege seg fritt mens den fjern-dirigerer.
 - Kan også gå ned på dekk ved behov.
- Har tilgang til video fra fergeleie og skipsdekk fra broa.
- Farlig gods rapporteres til kaptein på forhånd. Ingen fysisk overlevering av dokument.

Ferger i Sverige



Foto: Trafikverket



Foto: Trafikverket



SINTEF

Forslag til automatisk lasting og lossing



SINTEF

Antagelser

- Eget område for fotgjengere slik at de kan gå om bord selv
- Kai og ferge er designet slik at på- og avkjøring kan gjøres av 2 filer samtidig
 - "Enkelt" design på fergedekk der en kjører rett av og på (ala Bastø Fosen ferja, Trafikverket)
- Delsystem er åpne for informasjonsflyt til/fra andre delsystem
 - For eksempel kobling mellom skipsystemer og system for lysdirigering.
- Kjøretøy med fortrinnsrett må meldes inn til kontrollsenteret automatisk som styrer manuelt hvilken fil de skal til.
- Bilister følger lyssignal og skilting



SINTEF




Kontrollsentere

- Overvåkning er kamera-basert, inkl. redundans fra bro-bemanning.
 - CCTV
 - Oppmerksomhet tilkalles basert på alarmer.
- Kontroll/inn gripen over operasjon gjennom:
 - Be om assistanse fra mannskap for fysisk dirigering av kjøretøy.
 - Stenge bom for ombordkjøring manuelt.
 - Manuell lys-styring for dirigering av biler på ferge-kai.
- Planlagte oppgaver (bør minimeres da det låser operatør i gitt tidsrom):
 - Sikkerhetspatruljering via CCTV (kamerabasert visuell overvåkning).
 - Ajourføring og håndtering av prioriterte kjøretøy
 - En planlagt oppgave kan resultere i en taktisk justering som beskrevet nedenfor.
- Uplanlagte oppgaver (operatør varsles av automasjonen om bord eller ved kai):
 - Vurdering/validering av informasjon og behov for mulig inngripen. Både under normale driftssituasjoner, men også i tilfelle nødsituasjoner eller sikkerhetskritiske hendelser.
 - Oppgavene defineres som uplanlagte da tidspunkt for utførelse ikke kan planlegges.
- Planlagte og uplanlagte oppgaver kan resultere i manuell inngripen

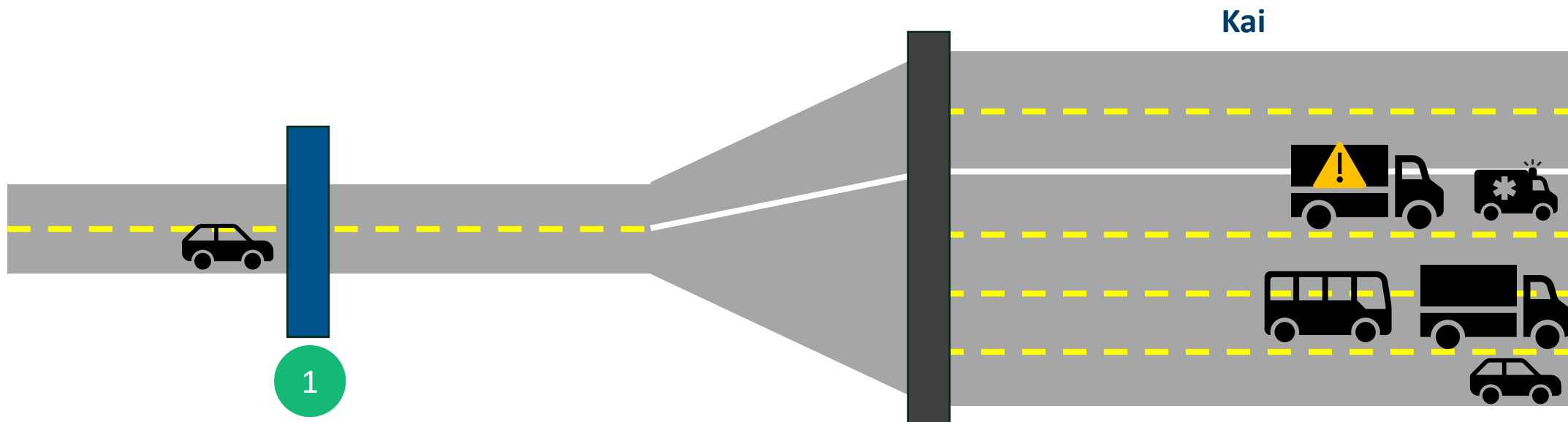


Foto: SINTEF

Definisjoner

-  Automatisk system eksisterer i dag
-  Deler av automatisk system eksisterer i dag. Trenger litt utvikling.
-  Automatisk system eksisterer ikke i dag. Trenger mye utvikling.

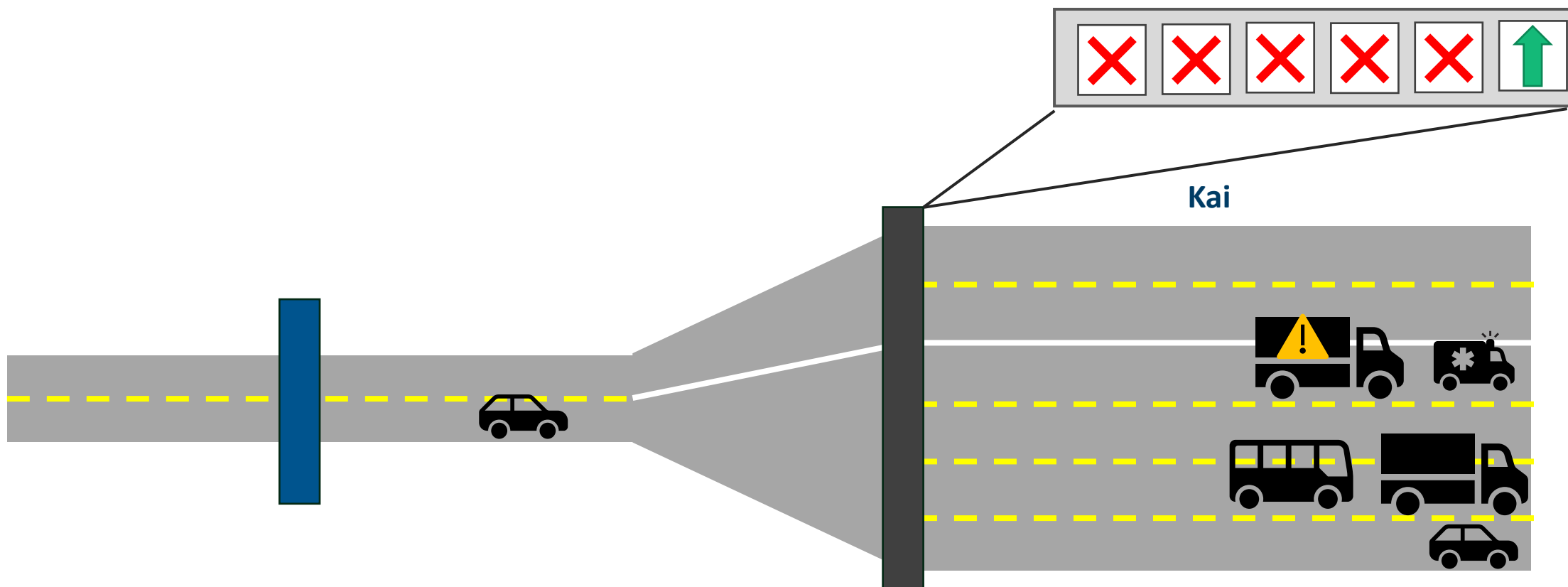
Innkjøring til kai fra veg



Registrering av kjøretøy: Før bilen kommer inn på kaia brukes et sensorsystem til å registrere type kjøretøy (bil, buss, lastebil, farlig last), lengde, bredde og høyde.

Teknologistatus: Eksisterer sensorsystem for å detektere og klassifisere kjøretøy med høy nøyaktighet.
Aktører: Q-Free og Kapsch.

Plassering på kai

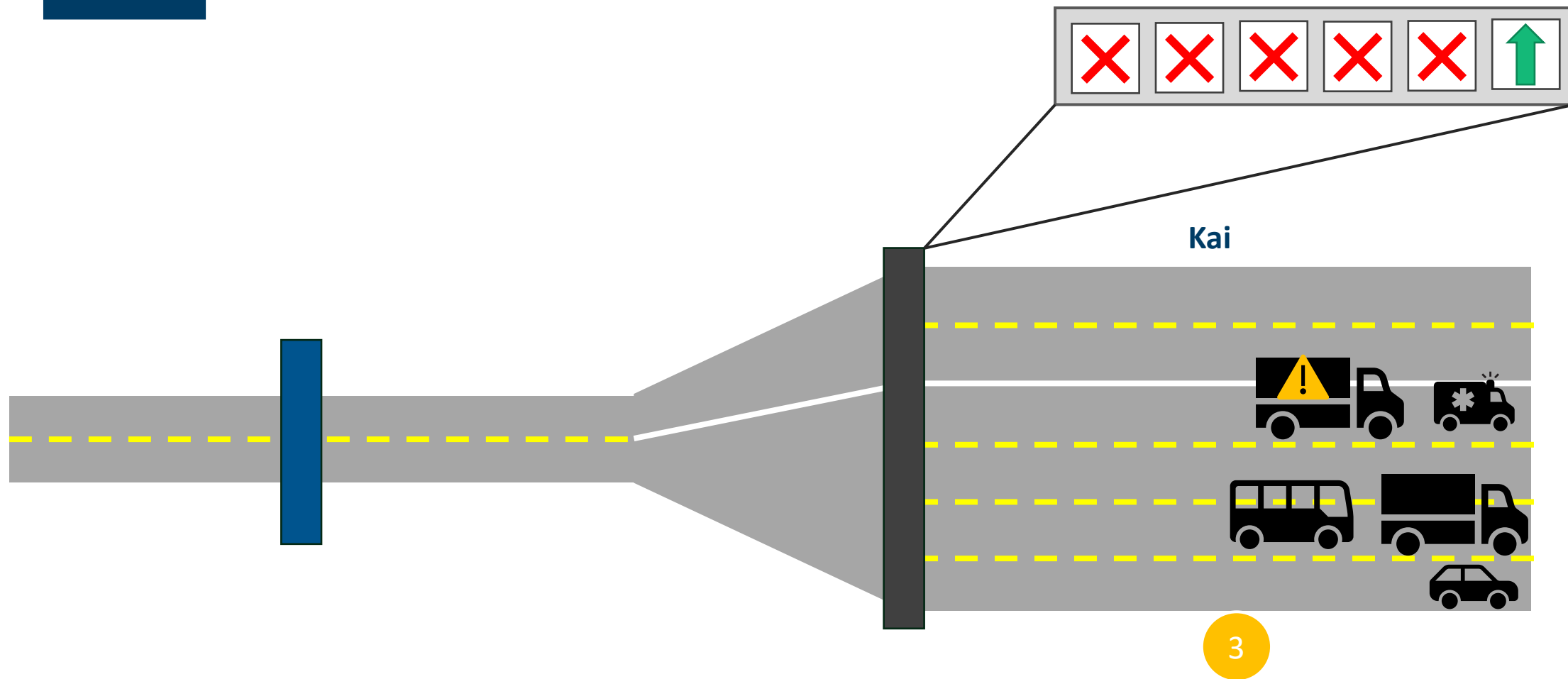


Dirigering på kai: Lyssignaler dirigerer kjøretøy til rett fil basert på innhentet informasjon om kjøretøyet (1). Brede og høye kjøretøy dirigeres til egen fil. Farlig last sendes til en egen fil.

2

Teknologistatus: Eksisterer system for å dirigere kjøretøy til forskjellige rader. Prioriterte kjøretøy må ringe inn til båten. *Aktører: Q-Free og Kapsch.*

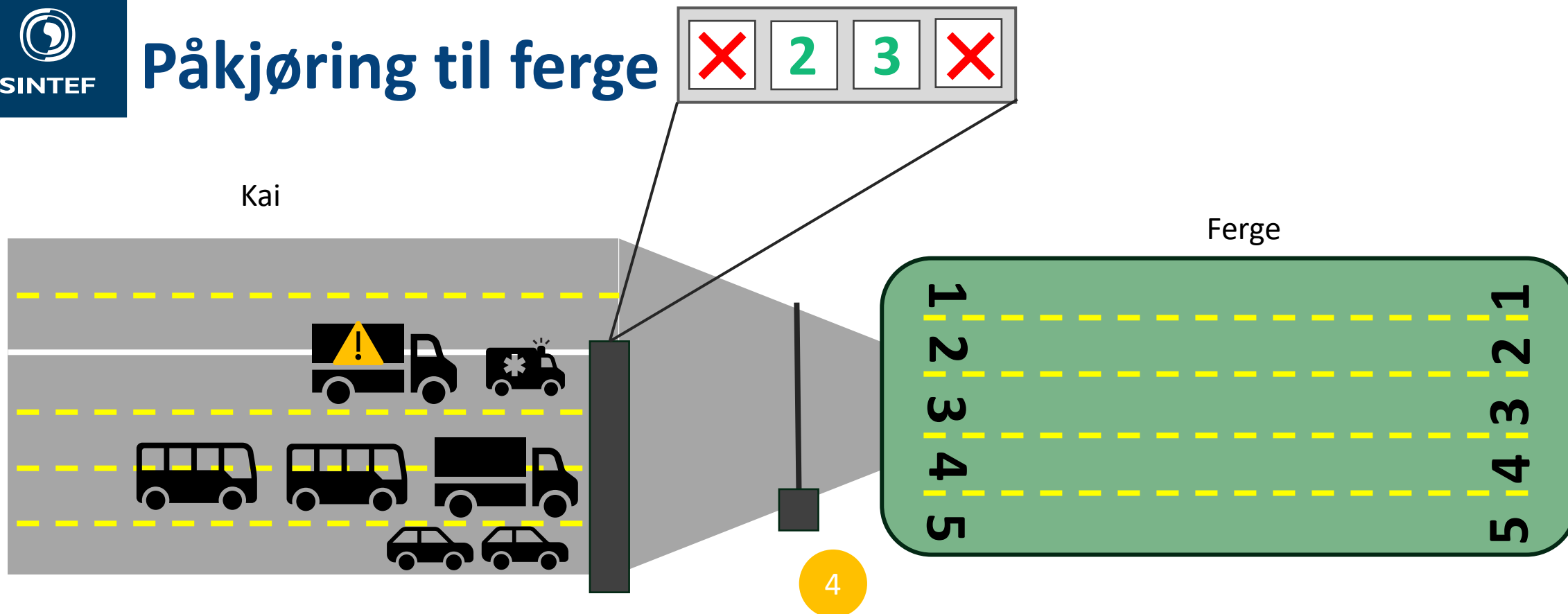
Plassering på kai



Teknologistatus: Laser eller kamera kan brukes, men logikk må utvikles.

Kai-fil status. Sensorsystem registrerer når det er fullt i én fil. Gir informasjon til lyssignal (2) som dirigerer øvrige biler til "neste" fil.

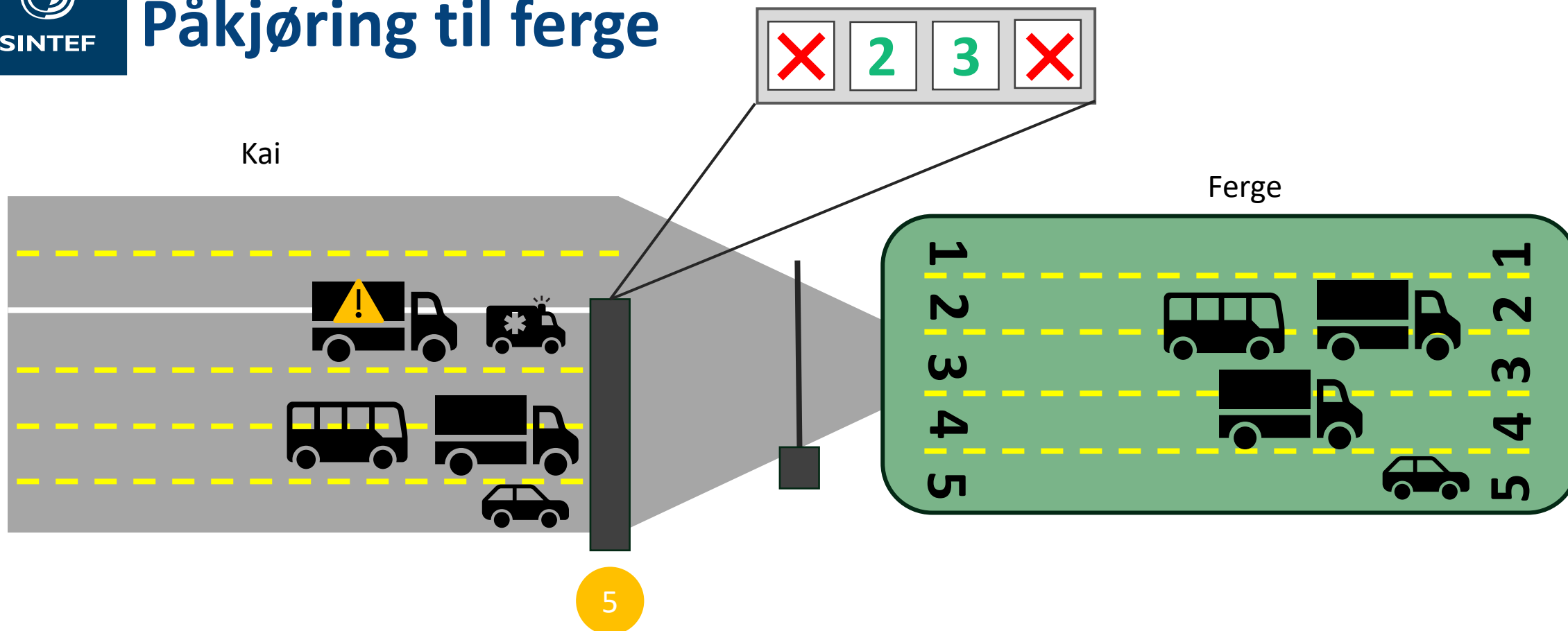
Påkjøring til ferge



Påkjøringsstatus. Sensorer gir beskjed når ferge er klar for påkjøring (tom ferge) og bommen åpnes.

Teknologistatus: Må utvikle koblinger mellom ferge-fil status (8), bom og lyssignal.

Påkjøring til ferje



Dirigere påkjøring. Lysregulering starter når ferje er klar (4). Trafikklys instruerer for hver kai-fil hvilke ferje-fil kjøretøy skal kjøre til. Kjøretøy kjører helt frem. Mulighet for to samtidige kjøretøystrømmer.

- Brede kjøretøy tar mer enn en fil og må sendes til midten av ferja
- Start med prioritert fil
- Avslutt med farlig last

Teknologistatus: Trenger å utvikle en algoritme som sender riktig kjøretøy til riktig fil.

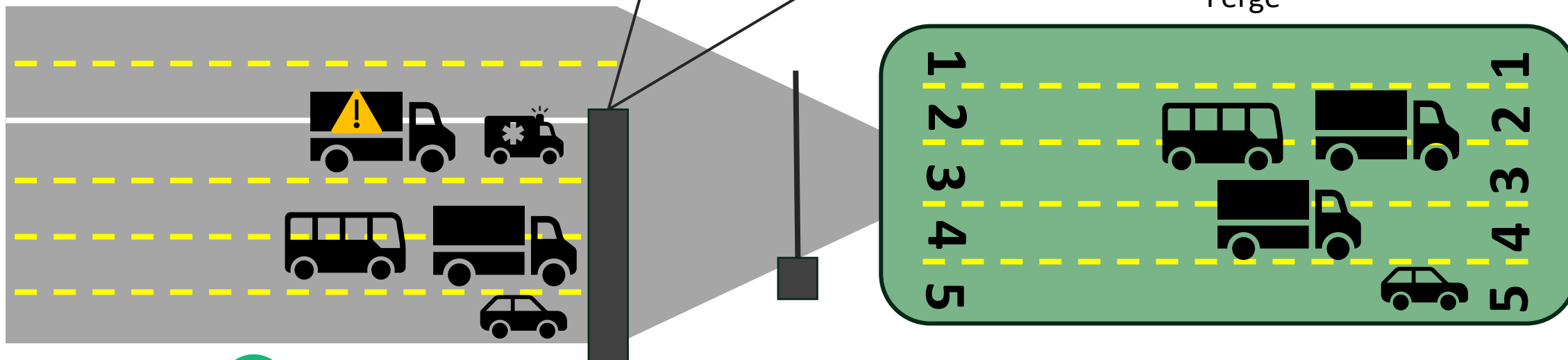
- Hvordan sikre tilstrekkelig plass til farlig last bakerst?

Påkjøring til ferge



Kai

Ferge

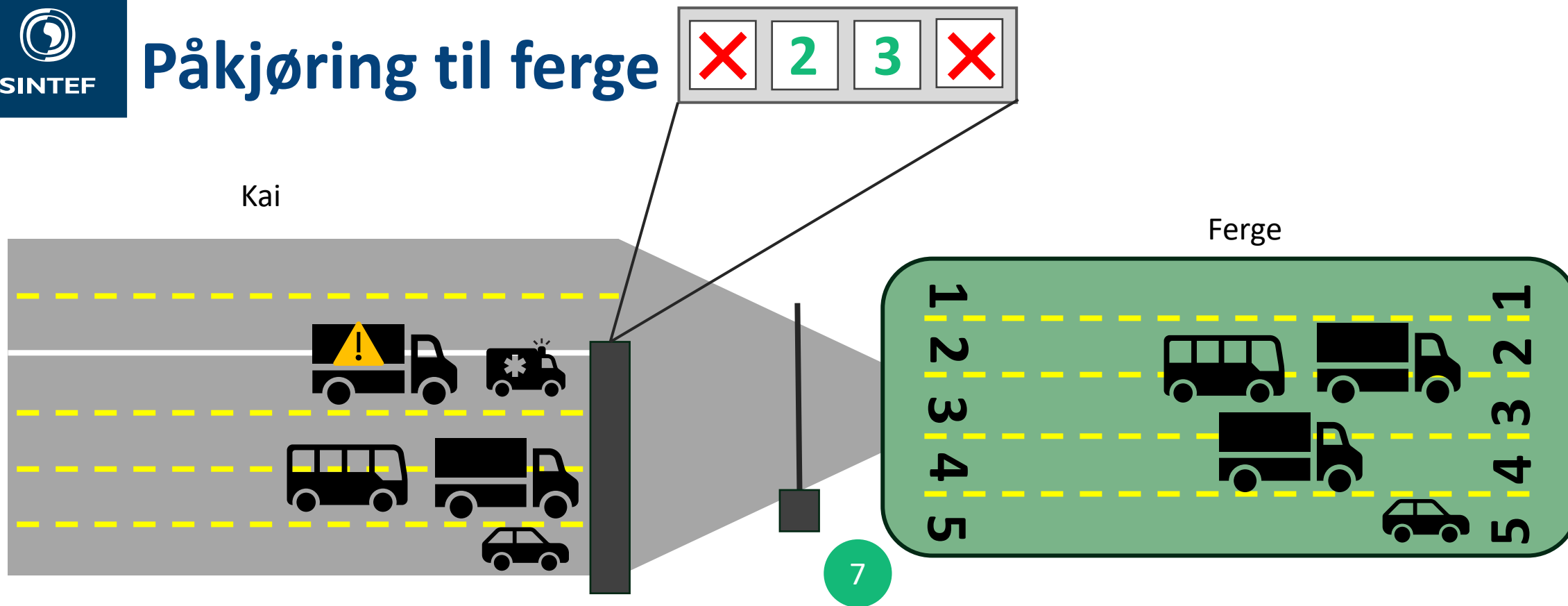


6

Kai-fil status. Sensor i kai-filer indikerer om fil er tom for å bytte til neste fil.

Teknologistatus: Laser eller kamera kan brukes, men logikk må utvikles.

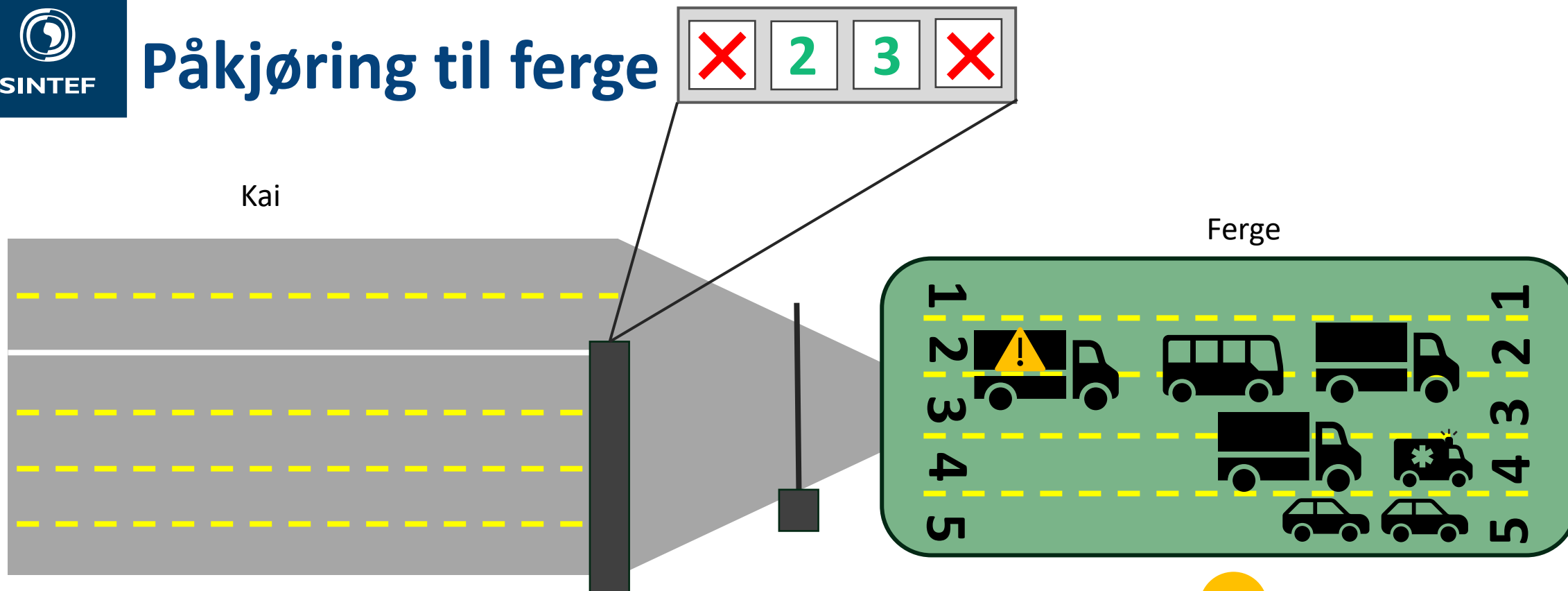
Påkjøring til ferge



Betaling. Sensor som gjenkjenner kjøretøy basert på registreringsnummer (1). Aktivering av fakturering som sørger for riktig fakturering.

Teknologistatus: Eksisterer løsning. Aktør: Kapsch og Q-Free.

Påkjøring til ferge



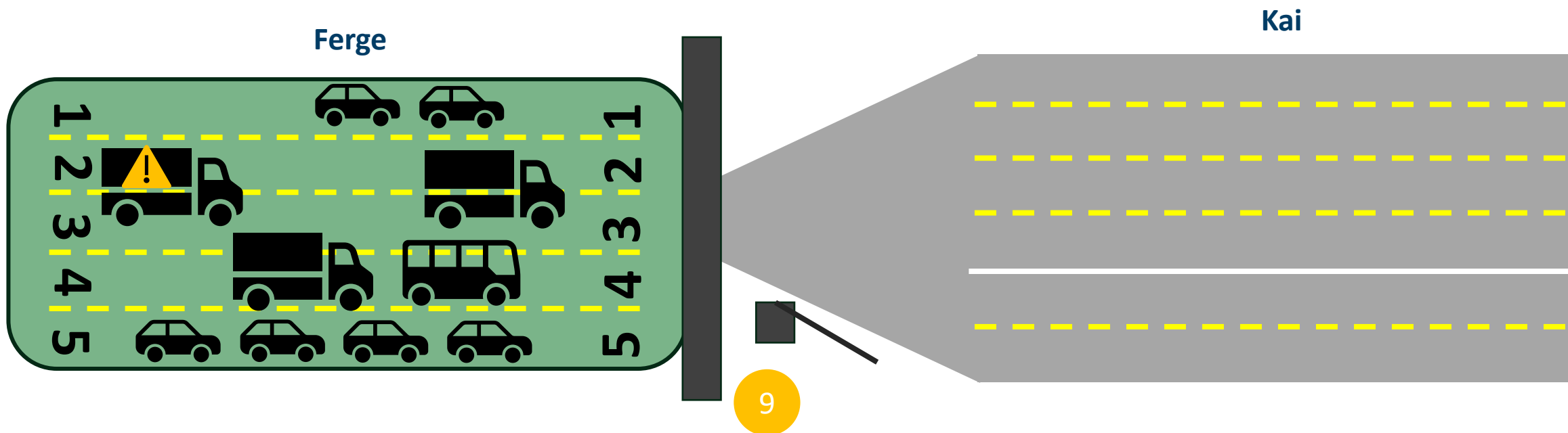
Teknologistatus: Laser eller kamera kan brukes, men logikk må utvikles.

Ferge-fil status. Sensor som indikerer om ferge-fil er full. Kommunikasjon med trafikklys på kai (5). Automatisk rødt lys på alle trafikklys på kai (5) og stenging av bom når ferje er full eller kaptein kjører.



SINTEF

Avkjøring fra ferge



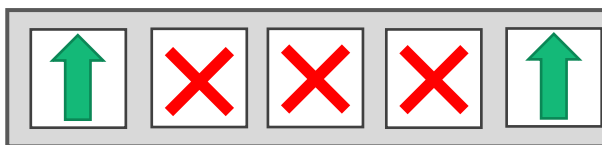
Avkjøringsstatus. Sensorer registrerer når ferge er klar for avkjøring (fortøyd) og bommen åpnes.

Teknologistatus: Må utvikle koblinger mellom fortøyningsystem, bom og lyssignal.

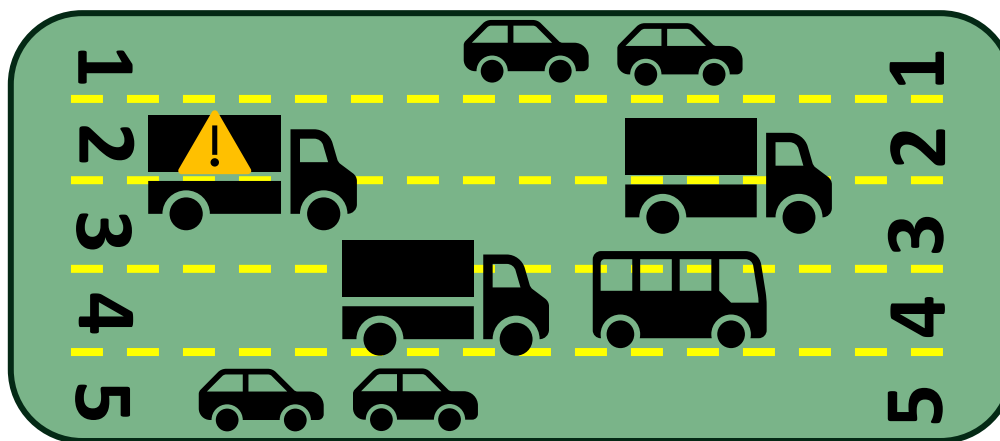


SINTEF

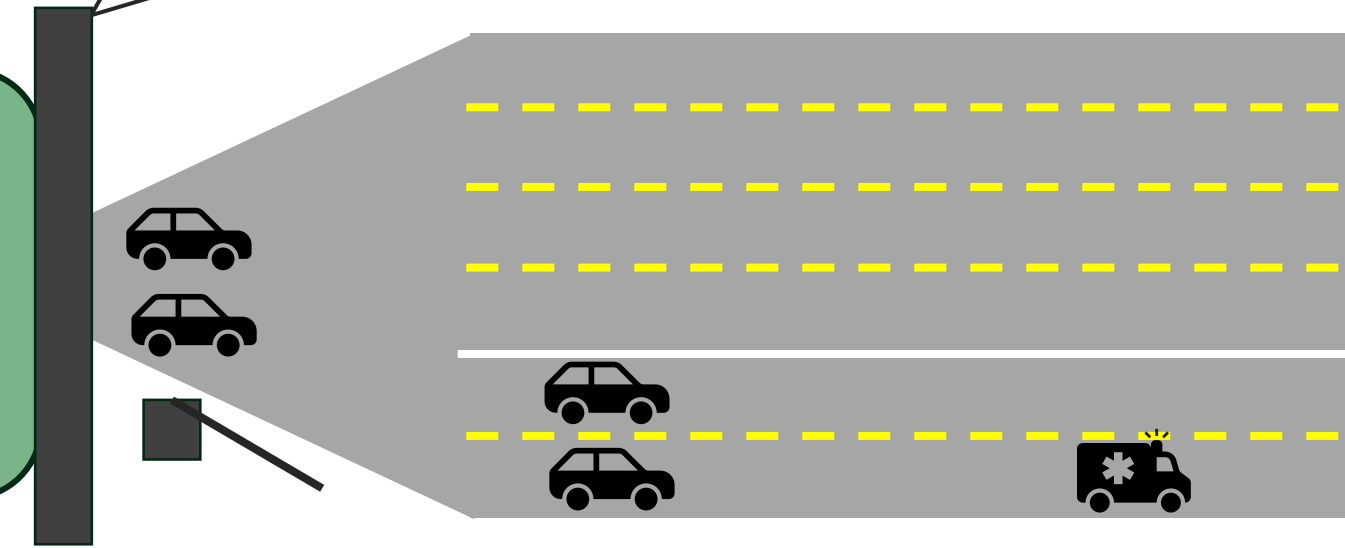
Avkjøring fra ferge



Ferge



Kai



Dirigere avkjøring. Lyssignal starter når ferge er klar til avkjøring og styrer hvilke filer som skal kjøre. To filer sendes av samtidig. Når det er tomt i én fil, viser lyssignalet at en ny fil kan kjøre. Fil med fortrinnsrett blir prioritert først. Mulighet for å sende ut lastebiler sist.

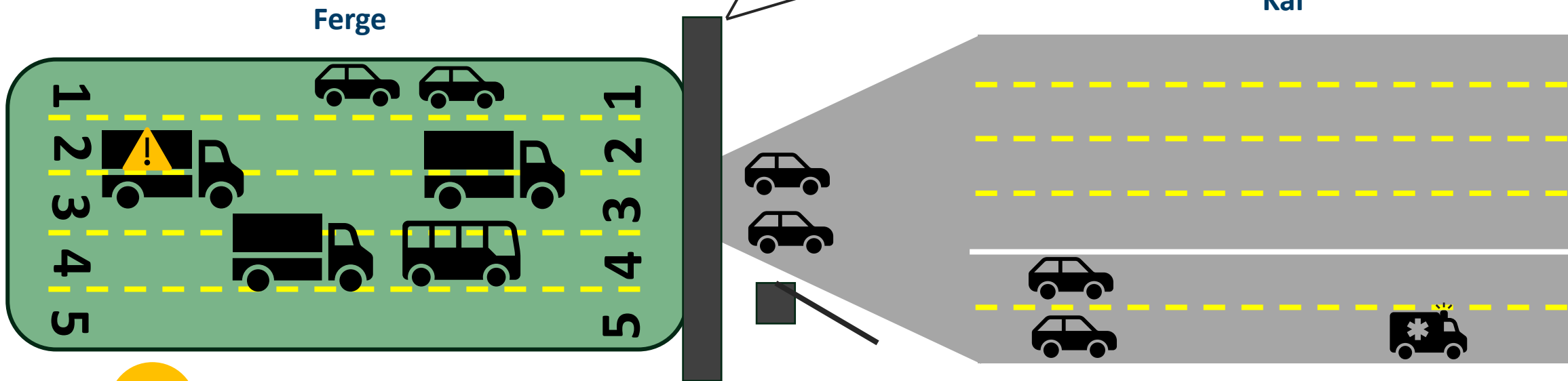
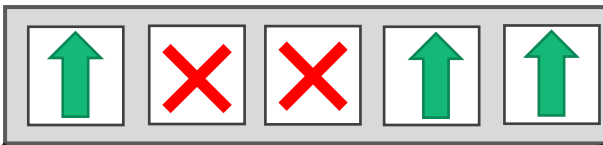
10

Teknologistatus: Må utvikle logikk som styrer lysregulering. Aktuelle sensorer eksiterer.



SINTEF

Avkjøring fra ferge



11

Ferge-fil status. Sensorsystem registrerer når det er tomt i én fil for at lyssignal (10) kan bytte til ny fil.

Teknologistatus: Laser eller kamera kan brukes, men logikk må utvikles.



SINTEF

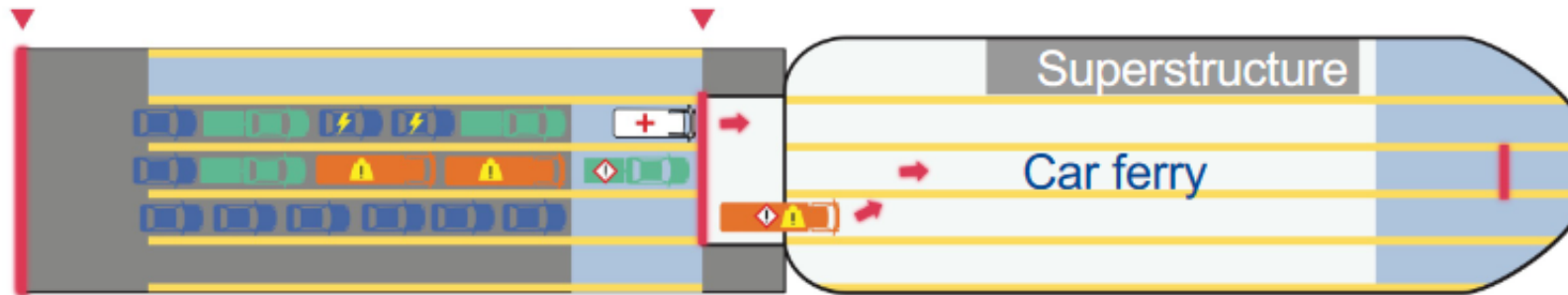
Mulige utvidelser

Kilde: NTNU ved Ole Andreas Alsos

Plassering på kai

Ventetid. Kjøretøyene får beskjed om hvor lenge det er til fergen går, om de får bli med den første fergen eller om de må vente til neste.

12



Teknologistatus: Må utvikle logikk som beregner hvor mange biler som får plass på ferga og hvilke biler som kommer med. Estimert ventetid må beregnes basert på rutetabell.

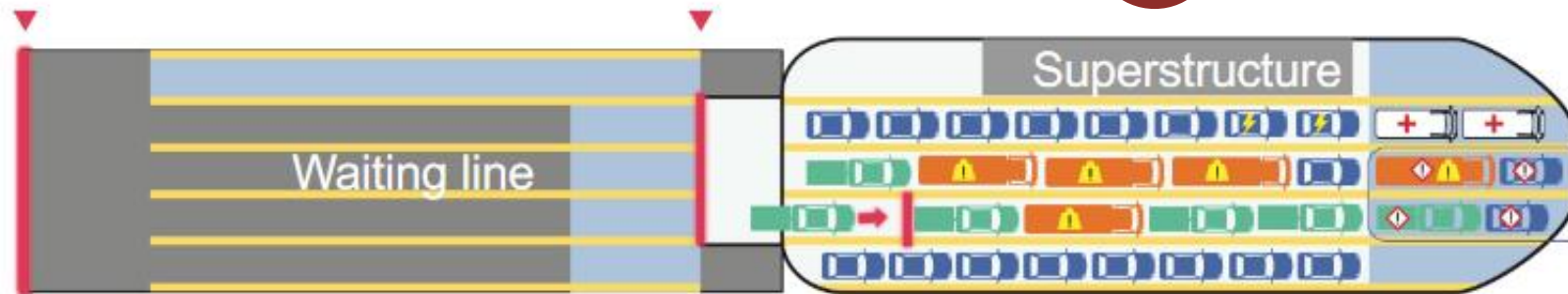


SINTEF

Påkjøring til ferge

Individuell dirigering. En takmontert rekke med laserprojektorer (eller lys i dekket) gir retningsanvisning på kjøretøyets frontrute som dirigerer hvert enkelt kjøretøy til optimal plassering. Systemet signaliserer avstanden til kjøretøyet foran til sjåføren og når han/hun skal stoppe. Kjøretøy blir dirigert nærmere kjøretøyet foran for å øke kapasiteten om bord.

13

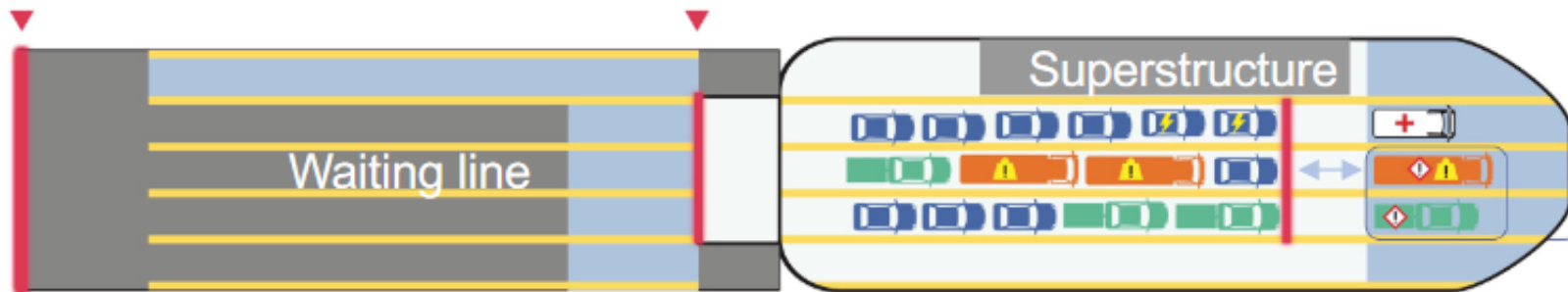


Teknologistatus: Betydelig gap for både sensorikk og logikk. Lysdirigering i bakken på kai og dekk finnes allerede, men ikke for enkeltkjøretøy.

Påkjøring til ferge

Optimal trim. Dersom fergen ikke blir fullastet blir kjøretøyene stoppet før de når frem til baugen. Det gjør at fergens trim blir bedre og vil redusere drivstofforbruket (opptil 3-5% i enkelte situasjoner).

14



Teknologistatus: Samme sensorikk som (13), men mer logikk må utvikles.



SINTEF

Løsningsforslag - oppsummert

| Nr | Funksjon | Status |
|-----|---|--|
| 1 | Registrere kjøretøy. Før bilen kommer inn på kaia brukes et sensorsystem til å registrere type kjøretøy (bil, lastebil, farlig last), lengde, bredde og høyde. | Eksisterer sensorsystem for å detektere og klassifisere kjøretøy med høy nøyaktighet. Aktører: Q-Free og Kapsch. |
| 2 | Dirigering på kai. Lyssignaler dirigerer kjøretøy til rett fil basert på innhentet informasjon fra (1). Brede og høye kjøretøy dirigeres til en egen fil. Farlig last og prioriterte kjøretøy sendes til en egne filer. | Eksisterer system for å skille kjøretøytyper. Prioriterte kjøretøy må ringe inn til båten. Aktører: Q-Free og Kapsch. |
| 3,6 | Kai-fil status. Sensorsystem registrerer når det er fullt eller tomt i en kai-fil. | Laser eller kamera kan brukes, men logikk må utvikles. |
| 4,9 | På-/avkjøringsstatus. Sensor registrerer når ferje er klar for på-/avkjøring og bommen åpnes. | Må utvikle koblinger mellom ferje-fil status (8), bom og lyssignal. |
| 5 | Dirigere påkjøring. Lysregulering starter når ferje er klar (4). Trafikklys instruerer for hver kai-fil hvilke ferje-fil kjøretøy skal kjøre til. Kjøretøy kjører helt frem. Mulighet for to samtidige kjøretøystrømmer. <ul style="list-style-type: none">- Brede kjøretøy tar mer enn en fil og må sendes til midten av ferja- Start med prioritert fil- Avslutt med farlig last | Trenger å utvikle en algoritme som sender riktig kjøretøy til riktig fil. <ul style="list-style-type: none">- Hvordan sikre tilstrekkelig plass til farlig last bakerst? |



SINTEF

Løsningsforslag - oppsummert

| Nr | Funksjon | Status |
|------|---|---|
| 7 | Betaling. Sensor ved båten som gjenkjenner registreringsnummer fra (1) og kun fakturerer de som kjører om bord. Informasjon til kontrollsystem ved eventuelle problemer. | Eksisterer løsning. Aktør: Kapsch og Q-Free. |
| 8,11 | Ferge-fil status. Sensor registrerer når ferja-fil er tom/full. | Laser eller kamera kan brukes, men logikk må utvikles. |
| 10 | Dirigere avkjøring. Lyssignal starter når ferge er klar til avkjøring og styrer hvilke filer som skal kjøre. To filer sendes av samtidig. Når det er tomt i én fil (8) viser lyssignalet at en ny fil kan kjøre. Fil med fortrinnsrett blir prioritert først. Mulighet for å sende ut lastebiler sist. | Må utvikle logikk som styrer lysregulering. Aktuelle sensorer eksisterer. |

Utvidelser - oppsumert

| Nr | Funksjon | Status |
|----|---|--|
| 12 | Ventetid. Kjøretøyene får allerede ved inngang til fergen beskjed om hvor lenge det er til fergen går, om de får bli med den første fergen eller om de må vente til neste. | Må utvikle logikk som beregner hvor mange biler som får plass på ferga og hvilke biler som kommer med. Estimert ventetid må beregnes basert på rutetabell. |
| 13 | Individuell dirigering. En takmontert rekke med laserprojektorer (eller lys i dekket) viser retningsanvisninger på dekk og på kjøretøyets frontrute som dirigerer kjøretøyet til riktig posisjon. | Betydelig gap for både sensorikk og logikk. Lysdirigering i bakken på kai og dekk finnes allerede, men ikke for enkeltkjøretøy. |
| 14 | Optimal trim. Dersom fergen ikke blir fullastet blir kjøretøyene stoppet før de når frem til baugen. Det gjør at fergens trim blir bedre og vil redusere drivstofforbruket (opptil 3-5% i enkelte situasjoner) | Samme sensorikk som (13), men mer logikk må utvikles. |

Sammenligning

| | Forslag 1 | Forslag 1 + Utvidelser |
|--------------------------------------|-----------|------------------------|
| Utviklingskrav | ● | ● |
| Tilgjengelig hyllevare | ● | ● |
| Påvirkning fra ulydige sjåførere | ● | ● |
| Tilvenningsperiode for passasjerer | ● | ● |
| Effektivitet | ● | ● |
| Vektfordeling på ferge | ● | ● |
| Spesialplassering for enkeltkjøretøy | ● | ● |
| Plassutnyttelse på ferge | ● | ● |
| Estimert ventetid for sjåførere | ● | ● |



SINTEF

Konklusjon

- Automatisert lasting og lossing virker gjennomførbart
 - Kapsch og Carus gir inntrykk av å kunne tilby et slikt system, men dette krever en del utvikling av logikk for lysdirigering og kobling mellom ulike delsystemer
 - Mulig Q-Free også kan gjøre dette (ikke bekreftet).
- Flere fordeler med "forslag 1 + utvidelser" (optimal plassering), men krever mer utvikling og utstyr
- En stor utfordring er å hensynta funksjonshemmede
- I travel perioder kan optimal lasting og lossing bli utfordrende



SINTEF

Teknologi for et
bedre samfunn