



SINTEF

SINTEF Community  
Postadresse:  
Postboks 4760 Torgarden  
7465 Trondheim  
Sentralbord: 40005100  
info@sintef.no

Foretaksregister:  
NO 919 303 808 MVA

# Prosjektnotat

## ISA datakvalitet, oppsummering

**VERSJON**  
1.2

**DATO**  
2022-03-23

**FORFATTER(E)**  
Terje Moen  
Petter Arnesen

**OPPDRAGSGIVER(E)**  
Statens vegvesen, Transport og samfunn

**OPPDRAGSGIVERS REFERANSE**  
Alexander Svindseth

**PROSJEKTNUMMER**  
102026176

**ANTALL SIDER**  
20

### Sammendrag

Dette prosjektnotatet gir en oppsummering av ISA datakvalitet i Norge etter gjennomføring av et pilotforsøk oktober 2021 i området Oslo-Kongsberg-Drammen-Drøbak. Oppdragsgiver har vært Statens vegvesen, Transport og samfunn.

Prosjektet har erfart en del avvik som kan skyldes forhold relatert til både digital og fysisk infrastruktur. Men, avvikene kan også skyldes bilenes ISA-systemer.

Det er også tatt inn et par relevante kapitler med erfaringer med avvik på fartsgrenser under kjøring i Trondheimsområdet

Dokumentet avsluttes med et forslag til videre arbeid.

**UTARBEIDET AV**  
Terje Moen

**SIGNATUR**  
  
Terje Moen (Mar 23, 2022 09:18 GMT+1)

**GODKJENT AV**  
Terje Reitaas

**SIGNATUR**  
  
Terje Reitaas (Mar 23, 2022 11:59 GMT+1)

**PROSJEKTNOTAT NR**  
N-03/22

**GRADERING**  
Åpen

COMPANY WITH  
MANAGEMENT SYSTEM  
CERTIFIED BY DNV  
ISO 9001 • ISO 14001  
ISO 45001



SINTEF

# Historikk

---

VERSJON	DATO	Versjonsbeskrivelse
1.0	2022-02-03	Dokumentet er ferdig
1.1	2022-02-04	Revidert med mindre korreksjoner
1.2	2022-03-23	Revidert der OEM-ene er helt anonymisert

---



# Innholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>Om dette notatet .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Bakgrunn .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Metode.....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Aktuelle feilsituasjoner.....</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>Data-beskrivelse ønsket av SINTEF .....</b>	<b>6</b>
5.1	Metadata .....	6
5.2	Log.....	7
5.3	Event.....	7
<b>6</b>	<b>Feltforsøk.....</b>	<b>7</b>
6.1	Kort om feltforsøket.....	7
6.2	Kjøreruten under feltforsøket.....	7
<b>7</b>	<b>Status etter endt feltforsøk.....</b>	<b>8</b>
7.1	GPS-data .....	8
7.2	Videoopptak.....	8
7.3	Data fra kjøretøy .....	8
7.4	Manuell logg .....	9
7.5	Video-klipp fra kjøring med kjøretøy fra OEM2 samt eget regneark.....	9
7.6	Mottatte data opp mot det SINTEF ønsket seg .....	9
<b>8</b>	<b>Oppsummering av funn basert på analyse av logg og video .....</b>	<b>9</b>
8.1	Om oppsummeringen .....	9
8.2	VMS fartsgrenseskilt .....	9
8.3	Dynamiske fartsgrenser .....	10
8.4	Fartsgrense som skifter uventet. Pga. for lang avstand mellom skilt? .....	10
8.5	Fartsgrense som skifter uventet ut fra rundkjøring .....	10
8.6	Leser reklameplakat som trafikkskilt.....	10
8.7	Fartsgrenseskilt blir ikke registrert.....	11
8.8	Utfordringer knyttet til implisitt fartsgrense .....	12
8.9	Ingen fartsgrense vises.....	12
<b>9</b>	<b>Diskusjon basert på erfaringer fra feltforsøket .....</b>	<b>13</b>
9.1	OEM-enes bruk av kartdata .....	13
9.2	Kartproduksjon frem til kartdatabase i bil.....	13



9.2.1	Tiden ISA-systemet bruker før det går tilbake til fartsgrense fra kartdata.....	13
9.2.2	Implisitt fartsgrense .....	14
9.2.3	Utdatert kartdatabase?.....	14
9.3	Variable skilt med <i>Fritt valgt fartsgrensevarsling</i> .....	14
9.4	Ulike fartsgrenser i ulike kartdatabaser .....	14
9.4.1	Krysset på E134 øst for Kongsberg.....	15
9.4.2	Krysset E134 Gomsrudvegen i Kongsberg.....	16
9.4.4	Krysset E134 og E18 i Drammen .....	17
9.4.5	Om avvikene mellom de to kildene .....	17
<b>10</b>	<b>Eksempler med avvik på fartsgrenser i Trondheimsområdet.....</b>	<b>17</b>
10.1	Hvorfor disse avvikene er inkludert .....	17
10.2	Situasjon i krysset E6/E39 på Klett i Trondheim.....	18
10.3	Feil visning på Omkjøringsvegen, Trondheim.....	18
<b>11</b>	<b>Utfordringer rundt Variable Message Signs (VMS) og NVDB.....</b>	<b>19</b>
11.1	NVDB og fritt valgt fartsgrensevarsling .....	19
11.2	Håndbok V321 variable trafikkskilt .....	19
11.3	Utfordringene med LED i variable trafikkskilt.....	19
11.4	Tilrettelegging for automatisert kjøring og arbeid i IEEE.....	20
11.5	Arbeid i Australia rundt LED-flimring og automatisert kjøring .....	20
<b>12</b>	<b>Videre arbeid .....</b>	<b>20</b>
<b>13</b>	<b>Referanser .....</b>	<b>22</b>

#### BILAG/VEDLEGG

Ingen



## 1 Om dette notatet

Dette notatet gir en oppsummering av ISA datakvalitet i Norge etter gjennomføring av et pilotforsøk i området Oslo-Kongsberg-Drammen-Drøbak. Seniorrådgiver Jo Skjermo har bidratt med kvalitetssikring. Det er også tatt inn et par relevante kapitler med erfaringer forfatteren av dette notatet har hatt under kjøring med sin privatbil i Trondheimsområdet. Begrepet automatiserte kjøretøy og automatisert kjøring benyttes i teksten. Man tenker da på tilsvarende begrep som selvkjørende eller autonome kjøretøy. Automatisert åpner også for kjøretøy som ikke er helt selvkjørende, men har en grad av automatisert fører støtte.

## 2 Bakgrunn

Det settes krav fra EU om innføring av ISA i alle nye kjøretøy. For det juridiske grunnlaget se [1] og for tekniske krav se [2]. For å sikre aksept og nytte av denne forordningen er det viktig å få minimert antall feil som oppleves blant brukerne av veien. Feil kan minimeres ved å optimere programvare og forståelsen til sensorer i kjøretøyet eller ved å optimere infrastruktur (fysisk og digital) med hensyn til dette bruksområdet. I dette prosjektet skal det fokuseres på det siste, infrastruktur, og hente viktige erfaringer om når, og under hvilke forhold, infrastrukturen er en utfordring for at kjøretøyene skal kunne registrere rett fartsgrense, samt hvordan infrastrukturen skal forbedres eller endres for å bedre dette.

### Prosjektets målsetning

*Hvordan kan den fysiske og digitale infrastrukturen bedres for å tjene som en pålitelig og oppdatert kilde for fartsgrenser?*

## 3 Metode

Prosjektet skal lære gjennom å identifisere en eller flere kortere strekninger der bilers oppfatning av fartsgrensen feiler, gjennomføre feltforsøk med tilhørende datafangst på disse strekningene, studere hvorfor systemet rapporterer ulikt sammenlignet med stedlig fartsgrense, samt om og hvordan infrastrukturen kan tilrettelegges bedre. Eksemplene bør kunne spenne ut og generaliseres så mye som mulig, slik at et sett anbefalinger kan utvikles. Prosjektet begrenser seg til sammenligninger av «hvilken fart oppfattes av kjøretøyet til enhver tid» (som senere mates inn i ISA-systemer) med «ground truth» data (f.eks. Manuelle eller automatiske (tredjepart) registreringer av skilt fra video).

Nøkkeldata fra OEM: oppfattet fartsgrense, posisjon, kilde for oppfattet fartsgrense, feilmelding for ingen fartsgrense, usikkerhetsestimater, hvilke kartgrunnlag som benyttes, alt annet som kan deles og som sier noe om hvorfor man tror man har den fartsgrensen man har.

## 4 Aktuelle feilsituasjoner

SINTEF formulerte noen aktuelle feilsituasjoner i forbindelse med ISA (benytter engelsk tekst slik den ble formulert inn mot OEM-er i forkant av pilotforsøket):

1. ISA map data: speed limit value errors and/or geocoding errors still occurs in new data sets. This may be caused by errors in the source data set such as the geographical location of the signpost does not correspond with the geocoding in the speed database.
2. ISA map data: errors in the conversion/production of new ISA datasets based on data from the speed database supplier to the data set used by the ISA provider.



3. ISA map data: errors due to missing database updates of the ISA system resulting in obsolete ISA data.
4. Sign recognition camera: The camera may read incorrect signs, for example from the sign on an exit ramp with a lower speed limit. Not all camera systems read implicit speed limits (no: særskilt fartsgrense opphører) signs.
5. Road work signs: Speed limit signs due to road work may cause errors.
6. GNSS accuracy: Tunnels, mountains and high buildings may result in no or poor position information.
7. Map-matching: Not all ISA systems uses map matching
8. Map-matching: Not all map matching works satisfactorily in all conditions, for instance after exiting a tunnel, and there is a parallel road with a lower speed limit nearby.

I tillegg har det kommet flere innspill til feilsituasjoner:

1. Reading of sign unintended for the current road:–Sluppen–Taraldrud KP–30-signs placed closely into intersections
2. Road works signs–Worn out–Not properly situated–Forgotten cancelation of road works
3. Signs beside roads not according to regulations–Worn out signs–To far distance between signs–Illegal signage–Tagged/painted signs
4. Variable speed signs–Misread other variable signs for being speed sign–To bright white color in signs–Frequency on the LED in signs
5. Dirty sensors, challenging weather, winter etc? – out of scope for this project

## 5 Data-beskrivelse ønsket av SINTEF

SINTEF lagde en beskrivelse over data som ideelt sett burde samles inn under feltforsøket for å legge grunnlaget for en god analyse av data (benytter også engelsk tekst her slik den ble formulert inn mot OEM-er i forkant av pilotforsøket):

1. **Metadata:** Overordnet beskrivelse av kjøretøy, kartdata leverandør og revisjon samt litt om kjøreforholdene under feltforsøket og hvilken kilde som er benyttet for fartsgrense fasit.
2. **Log:** En detaljert log fra kjøretøyet med tidsstempel, posisjon (GPS), kjørehastighet og aktuell fartsgrense samt informasjon om bilen leser fartsgrense fra skilt eller henter den fra kartdatabasen.
3. **Event:** En hendelse eller et avvik som registreres med tidsstempel, posisjon og en tekstlig beskrivelse.

### 5.1 Metadata

**Id:** Unique id (running number)

**Vehicle id:** regno or similar unique vehicle id

**Vehicle description:** Textual description of brand, type and model year

**Map provider:** Name of map provider

**Map revision:** Unique description of map revision in use

**Road condition:** dry, wet, icy, snowy

**Weather condition:** sunny, clouded, rain, snow, fog

**Visibility:** good, bad

**Source of correct speed limit:** Speedlimit sign, NVDB, other (please describe)

**Way of reading correct speed limit:** Dashcam, vehicle data



## 5.2 Log

**Metadata id:** id from Metadata

**Timestamp:** Date and time (from GPS?)

**Location:** (LAT, LON)

**Speed limit perceived by vehicle:** Speed limit used by vehicle and shown to the driver

**Source of speed limit:** Map or camera

**Correct speed limit:** Ground truth

**Current speed:** Speed from vehicle

**Current driving direction:** Angular value of vehicle driving direction

## 5.3 Event

**Id:** unique id from dashcam, button pressed on CAN logger etc

**Timestamp:** Date and time (from GPS?)

**Location:** (LAT, LON)

**Textual description:** Description of the location and situation

## 6 Feltforsøk

### 6.1 Kort om feltforsøket

Statens vegvesen har gjennomført et to-dagers feltforsøk med datainnsamling langs ruten Brynseng – Drammen – Kongsberg – Drammen – Drøbak – Brynseng.

Dag 1, 18. okt:

- Fire biler deltok fra 3 ulike merker

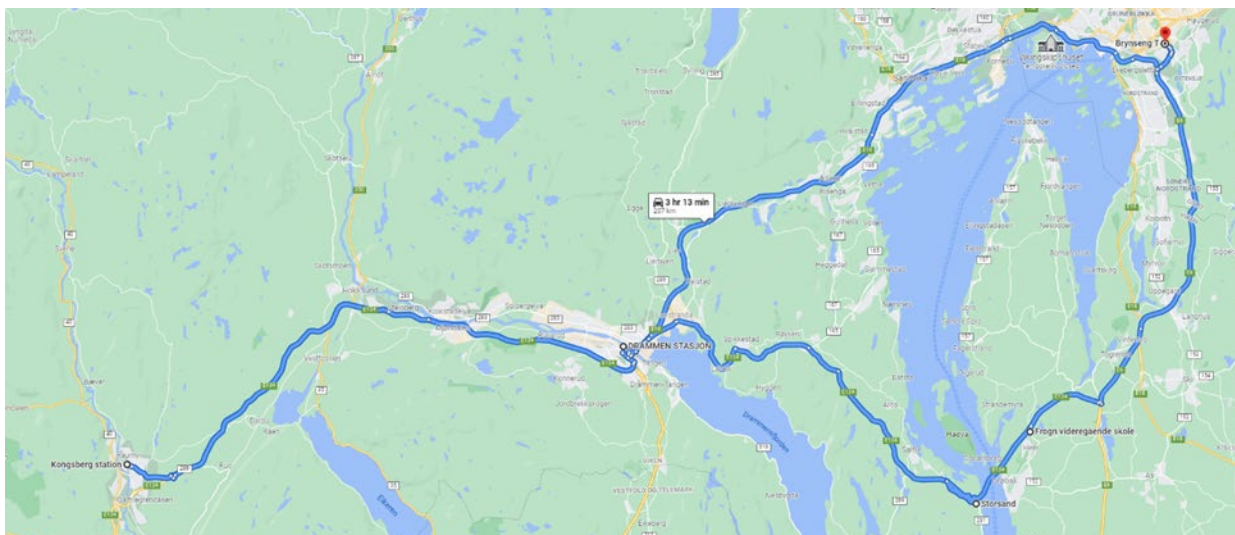
Dag 2, 19. okt,

- Kun to biler og to ulike merker.
- De to andre bilene fra dag 1 kunne ikke benyttes da de ikke var utstyrt med vinterdekk og det var vinterføre.

Alle bilene var nye og lånt ut fra forhandler. Alle bilene utenom en hadde CAN datalogger.

### 6.2 Kjøreruten under feltforsøket

Figur 1 viser kjøreruten for begge dagene. Turen startet på Brynseng. Kjørte så E18 til Drammen og tok av E134 til Kongsberg. Bilene snudde på Kongsberg og kjørte tilbake til Drammen. Derfra gikk turen videre på E134 via Oslofjordtunnelen og Drøbak tilbake til Brynseng.



Figur 1: Kjøreruten Brynseng – Drammen – Kongsberg – Drammen – Drøbak – Brynseng

## 7 Status etter endt feltforsøk

### 7.1 GPS-data

Det var ikke mulig å få tilgang til GPS-data av tilstrekkelig kvalitet. Årsaken ligger i GoPro-kameraene som ble benyttet under feltforsøket hadde en plassering inne i kjøretøyene som resulterte i dårlig mottaksforhold for GPS. Kameraene var plassert midt i bilen, mellom nakkestøttene like bak fremsetene og nær taket. Dette forklarer manglende eller dårlig GPS-signal.

### 7.2 Videoopptak

Det ble gjort videoopptak av turene. Opptaket ble gjort med GoPro Hero 8 med 4K kvalitet, slik at oppløsningen var tilstrekkelig til å få med både informasjon fra dashbordet om fartsgrense og klokke, samt hva som skjedde i trafikkbildet foran bilen. I perioder var det utfordringer relatert til lysforhold, noe som resulterte i både over- og undereksposering. Dette gjorde at blant annet utvendige skilt periodisk ikke kunne leses på video, eller at det ikke var mulig å se informasjon på dashbordet.

### 7.3 Data fra kjøretøy

Statens vegvesen har forespurt billeverandørene/-produsentene om å kunne hente ut data fra CAN-loggerne som ble benyttet:

**OEM1:** Benyttet CAN-bus datalogger under kjøring. Loggeren var utstyrt med en trykknapp som kunne trykkes av vedkommende med ansvar for log ved en hendelse (event). Det ble laget en logg knyttet til events. Loggen inneholdt GPS-koordinater (latitude, longitude), GPS-klokke (UTC date and time), kjørehastighet og fartsgrense fra kamera men ingen fartsgrense fra kartdatabase.

**OEM2:** Benyttet datalogger under kjøring. Statens vegvesen har gjort en forespørsel til OEM2 via importør om å få tilgang til data. Svaret var at importør måtte ha en mer detaljert informasjon om blant annet posisjon og beskrivelse av hendelse for å kunne hente ut data. Det er ennå ikke bekreftet hvorvidt prosjektet vil få tilgang til data som er logget og i så fall hvilke data.





## 7.4 Manuell logg

Alle notater som ble gjort under kjøring for alle biler er transkribert inn i et regneark "Notater fra feltforsøk". Loggen inneholdt et tidsstempel hentet fra bilens klokke på dashbordet. Den hadde oppløsning på minutt. Det er samlet for alle biler registret totalt 84 oppføringer i loggen. Av disse mangler 11 hendelser enten faktisk eller oppfattet fartsgrense. Reelt sett er det dermed 73 hendelser som gjenstår.

## 7.5 Video-klipp fra kjøring med kjøretøy fra OEM2 samt eget regneark

Importør av biler fra OEM2 ønsket en mer detaljert beskrivelse på hvor data skulle hentes ut langs kjøreruten. Statens vegvesen gjorde en jobb med å hente ut videoklipp med ca. 90 sekunders varighet i området der et fartsgrenseavvik var registrert i den manuelle loggen. Det ble laget en egen oversikt i form av et regneark med mer detaljert informasjon knyttet til hendelsene der det er inkludert blant annet navn på det enkelte videoklippet, koordinater inkl. lenke til Google maps samt lenke til aktuelt bilde på Statens vegvesens vegbilder.

## 7.6 Mottatte data opp mot det SINTEF ønsket seg

SINTEF lagde en databeskrivelse for å sikre en god analyse av ISA-systemene som ble testet sine egenskaper under test, se kapittel 5. Pga. tekniske utfordringer lot det seg dessverre ikke gjøre å skaffe slike data. Beskrivelsen er likevel aktuell i tilfelle en ny test av ISA-systemer skal gjennomføres.

# 8 Oppsummering av funn basert på analyse av logg og video

## 8.1 Om oppsummeringen

Dette kapittelet er en kort sammenfatning av de viktigste funnene basert på det som er oppført i logg fra feltforsøket. Det er også gitt en mulig forklaring til hvorfor avviket har oppstått.

## 8.2 VMS fartsgrenseskilt



Figur 2: Tunnel i retning Drammen med VMS fartsgrense (foto: Statens vegvesen vegbilder)

**Observasjon:** ISA-system i kjøretøy har utfordringer med å lese fartsgrense fra variable skilt. Resultatet blir ofte feil.



**Mulig forklaring:** VMS som benytter LED-lys kan ha for høy intensitet slik at kamera går i metning og ikke greier å lese informasjonen. Kjøretøyet henter da fartsgrense fra kartdatabase og trenger ikke være samme verdi som skiltet fartsgrense.

### 8.3 Dynamiske fartsgrenser

**Observasjon:** Enkelte vegstrekninger benytter dynamiske fartsgrenser. Dersom ISA-systemet ikke greier å lese VMS skilt, så benyttes fartsgrense fra kartdatabase og dette kan medføre feil.

**Mulig forklaring:** Krevende for kamera å lese LED-basert VMS. Dersom skilt ikke kan leses benyttes data fra kartdatabase. Dette er statiske data, altså følger ikke aktuell skiltet variabel fartsgrense.

### 8.4 Fartsgrense som skifter uventet. Pga. for lang avstand mellom skilt?

**Observasjon:** Skiltet fartsgrense er for eksempel 90, men kjøretøyet skifter periodisk tilbake til 70 for å gå tilbake til 90 ved passering av fysisk skilt.

**Mulig forklaring:** Bilens ISA-system har en antatt maksimal avstand mellom lesing av fysiske skilt før systemet benytter fartsgrense fra kartdatabase. Det er avvik mellom skiltet fartsgrense og fartsgrense fra kartdatabase.

### 8.5 Fartsgrense som skifter uventet ut fra rundkjøring

**Observasjon:** Fartsgrense vist i bil skifter fra f.eks. 50 til 80 eller 60 til 70 når man kjører ut fra rundkjøring uten at det er noe fartsgrenseskilt.

**Sted:** Drammen fra E134 – E18, flere steder. Ut fra Kongsberg tunnelen i rundkjøringen og tilbake.

**Mulig forklaring:** ISA-systemet forventer nytt fartsgrenseskilt etter å ha kjørt ut av rundkjøringen, men det er ikke noe skilt tilgjengelig og da benyttes fartsgrense fra kartdatabase.

### 8.6 Leser reklameplakat som trafikkskilt



**Figur 3: Bollereklame ved YX Kvernbakken gir fartsgrense 10 (foto: Statens vegvesen)**

**Observasjon:** ISA-systemet leser reklameskilt "Boller kr 10" som et fartsgrenseskilt med verdi 10.

**Sted:** E134 YX Kvernbakken Lier

**Mulig forklaring:** Kerasystemet i kjøretøyet er for lite selektivt.





## 8.7 Fartsgrenseskilt blir ikke registrert

1



2



3



Figur 4: Tre utklipp fra video som viser skilt som ikke blir lest

**Observasjon:** Fartsgrenseskilt blir ikke registrert av kamerasystemet.

**Sted:** Circle K Kongsberg avkjøring fra E134

**Mulig forklaring:** Figur 4 viser tre bilder som kan forklare problemet. Kameraet som har tatt bildene har ikke samme posisjon eller dekningsvinkel som bilens eget kamera, men illustrerer likevel hva som er problemstillingen. Bilde 1 viser en stor skilttavle som dekker for fartsgrenseskiltet. Bilde 2 viser fartsgrenseskiltet, men pga. at bilen er i sving, så kommer skiltet muligens utenfor kameraets dekningsområde. Bilde 3 viser at bilens vindusviskere er aktive. De representerer et hinder for kameraet, samtidig med at det dannes en tynn vannfilm på frontruten etter at viskeren har passert og som kan forhindre kameraet å detektere.



## 8.8 Utfordringer knyttet til implisitt fartsgrense



Figur 5: To utsnitt med VMS med implisitt fartsgrense ved Kongsbergtunnelen (foto: Statens vegvesen vegbilder)

**Observasjon:** Utfordring med skiltet "særskilt fartsgrense opphører" altså det man kaller implisitt fartsgrense. Noen ISA-systemer registrerer ikke dette skiltet.

**Sted:** Kongsbergtunnelen

**Mulig forklaring:** Problemer med å lese LED-basert VMS. Dette kan ha noe med VMS-systemets oppdateringsfrekvens å gjøre. Se kapittel 11.3. Andre ISA-systemer registrerer skiltet og benytter fartsgrense fra kartdatabase som det skal gjøre, med fartsgrensen i kartdatabase kan være feil.

## 8.9 Ingen fartsgrense vises

**Observasjon:** Kjøretøy mistet fartsgrense i siste del av tunnel i begge retninger selv om det var VMS-skilt som viste fartsgrensen

**Sted:** Kongsbergtunnelen

**Mulig forklaring:** Problemer med å lese LED-basert VMS? Kan også skyldes at mapmatching ikke har kunnet finne en gyldig posisjon og dermed ikke kan hente ut fartsgrense fra kartdatabase.



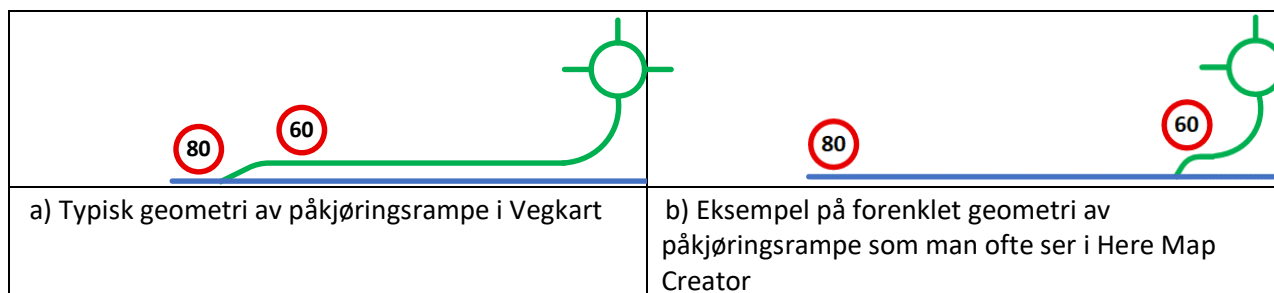
## 9 Diskusjon basert på erfaringer fra feltforsøket

### 9.1 OEM-enes bruk av kartdata

De ulike ISA-systemene har ulike utfordringer når det gjelder å oppfatte korrekt fartsgrense. Alle bilene i testen hadde både kamerabasert skiltlesing, samt kartdatabase med fartsgrense. Likevel var det forskjellige avvik under kjøring. Noe av avvikene går ut på at kamerasystemene ikke alltid greier å detektere fartsgrenseskilt. En del av årsaken kan skyldes VMS som overeksponerer kamera typisk i mørke omgivelser inne i tunnel. Når kamerasystemet ikke greier å registrere, så vil etter hvert bilens ISA-system gå over til å bruke fartsgrense fra kartdatabasen. Uten tilgang til data om hvilken av disse to kildene bilen faktisk benytter for valg av endelig ISA fartsgrense, vil enhver forklaring av eventuelle feil være basert på tolkning

### 9.2 Kartproduksjon frem til kartdatabase i bil

Ulike leverandører av kartdata til bil benytter ulike prosesser for å skaffe grunnlaget for kartdata. Noen benytter NVDB som kilde, mens andre foretrekker å gjøre grunnlagsarbeidet selv. Uavhengig av resultatet fra kartleverandøren, så vil også OEM-en kunne gjøre endringer i forhold til bilens systemer som benytter kartdata. Prosessen fra grunnlagsdata for kartdata er ferdig til at kartsystemene er oppdaterte i kjøretøyet kan også ta lang tid. Det kan bety at en nylig kartoppdatering er basert på grunnlagsdata som er foreldet og dermed kan inneholde avvik.



Figur 6: Forenkling av geometri ved å forkorte ramper

Figur 6 viser eksempel på forenkling av geometri. Årsaken til at det gjøres slik er at det blir enklere for et GNSS-basert mapmatching system å velge riktig kjørefelt. Slik som det er vist i a) på figuren, kan systemet ta feil og mappe til avkjøringsrampen selv om man i virkeligheten kjører rett frem. Både reduksjon av lengden på avkjøringsrampen samt vinkelen rampen har ut fra hovedvegen som vist i b) forenkler mapmatchingen.

#### 9.2.1 Tiden ISA-systemet bruker før det går tilbake til fartsgrense fra kartdata

Enkelte ISA-systemer går tilbake til fartsgrense fra kartdata dersom kameraet ikke har registrert et fysisk skilt på "en stund". Hvor lang tid "en stund" er, kan se ut til å være forskjellig mellom systemene. Enkelte systemer går tilbake til kartdata fordi det tilsynelatende er for langt mellom trafikkskiltene. Selv om kameraet registrerer alle trafikkskilt, så går systemet frem og tilbake mellom verdi fra fysisk skilt og fartsgrense fra kartdata. Andre steder var det færre fartsgrenseskilt, men dersom kameraet ikke registrerte det ene fartsgrenseskiltet, så gikk systemet etter hvert tilbake til fartsgrense fra kartdatabasen.





### 9.2.2 Implisitt fartsgrense

Skilt av typen "Særskilt fartsgrense opphører" er krevende for et kjøretøy å forstå. De systemene som skjønner dette skiltet går direkte tilbake for å lese fartsgrense fra kartdatabase. Dette er en bra strategi, men da må kartdatabasen inneholde korrekt fartsgrense. For systemer som ikke forstår dette skiltet, vil systemet gå tilbake å benytte fartsgrense fra kartdatabase etter "en stund". Slike tidsintervaller osv. kan ha potensiell påvirkning for hvordan fremtidig skilting skal utføres for optimal ISA, også for automatiserte kjøretøy.

### 9.2.3 Utdatert kartdatabase?

Noen av fartsgrensene som hentes ut fra kartdatabasen kan tyde på at ISA-systemet benytter en eldre kartrevisjon. Selv om kartdatabasen er oppdatert relativt nylig, kan likevel OEM-en ha benyttet en eldre kartrevisjon fra kartleverandøren.

### 9.3 Variable skilt med *Fritt valgt fartsgrensevarsling*

Dersom man går inn på Statens vegvesens tjeneste Vegkart, så er det ingen strekninger på teststrekningen som er kodet med *variabel fartsgrense*. Det er derimot en god del variable skilt (VMS) som har variasjon *Fritt valgt fartsgrensevarsling*. Det må bety at når dette skiltet er på, så viser det en annen fartsgrense enn den "vanlige" fartsgrensen på stedet, vanligvis en lavere fartsgrense. Det betyr også at denne fartsgrensen med stor sannsynlighet avviker fra fartsgrensen som står oppført i kartdatabasen. Dersom kamerasystemet ikke registrerer et slikt skilt, vil bilen benytte fartsgrense fra kartdatabase og med stor sannsynlighet vise feil fartsgrense.

### 9.4 Ulike fartsgrenser i ulike kartdatabaser

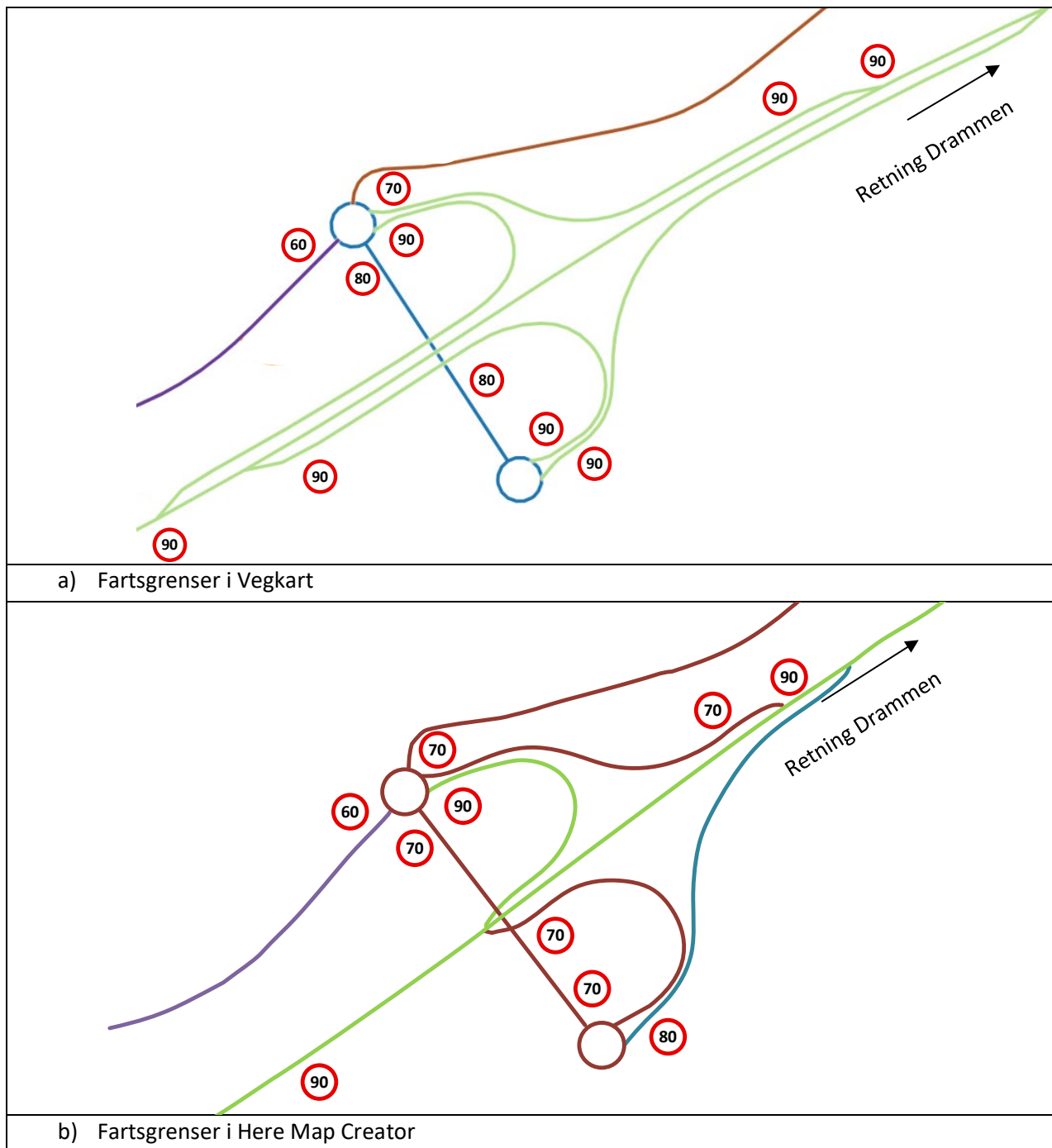
Det er gjort en sammenligning på fartsgrenser mellom Vegkart og Here Map Creator for tre kryss:

1. Krysset E134 Gomsrudvegen i Kongsberg ved Kongsbergtunnelen
2. Krysset på E134 øst for Kongsberg
3. Krysset E134 og E18 i Drammen



### 9.4.1 Krysset på E134 øst for Kongsberg

Det ble kjørt i rundkjøringen øst for Kongsberg langs E134 ut, se **Figur 7**. Sammenligningen ble gjort samtidig med begge kilder den 17. desember 2021 kl 10:00- 11:30.

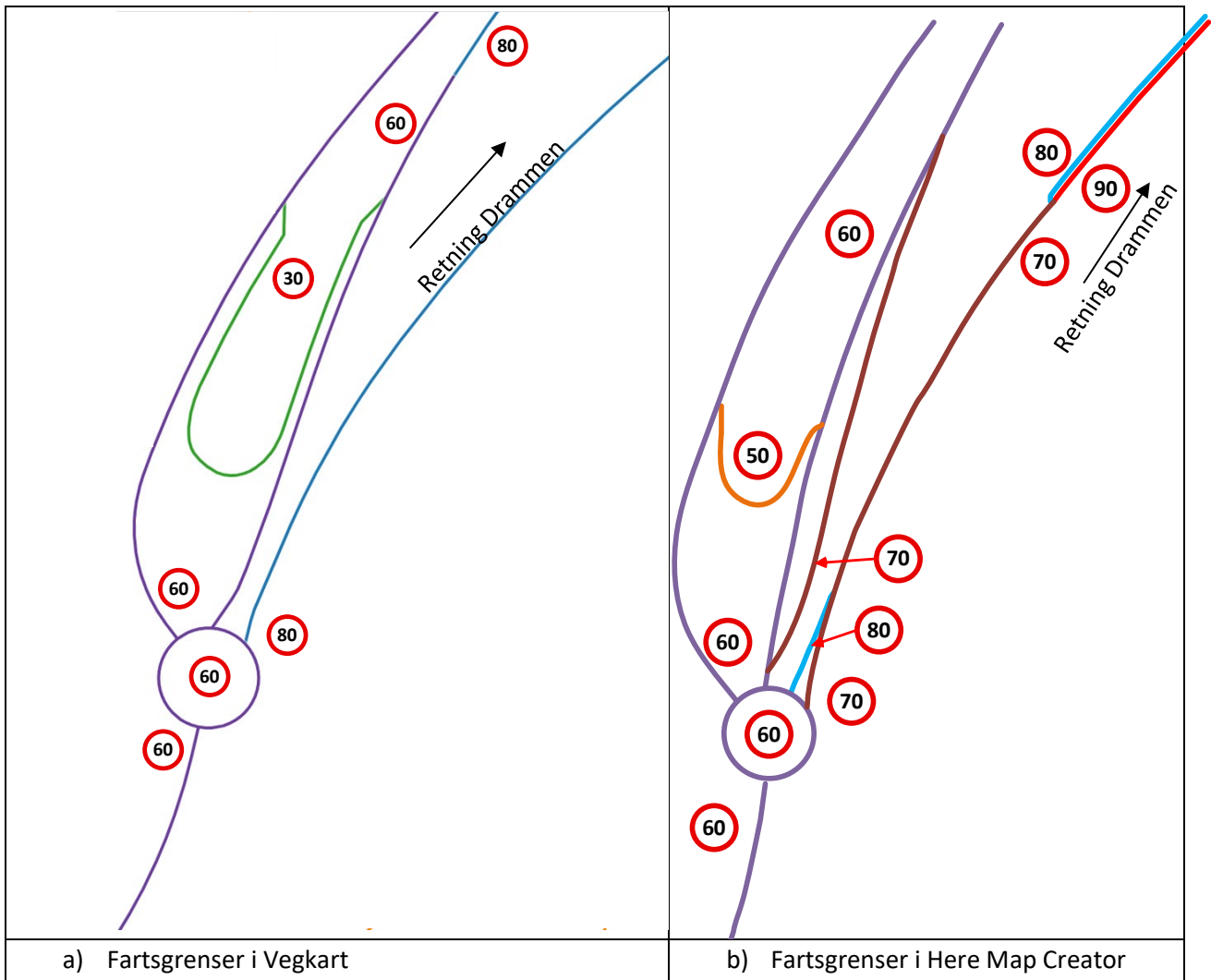


**Figur 7: Sammenligning av fartsgrenser i kryss på E134 øst for Kongsberg**



### 9.4.2 Krysset E134 Gomsrudvegen i Kongsberg

Det ble kjørt langs E134 ut fra Kongsberg tunnelen retning Kongsberg. Deretter rundt rundkjøringen og tilbake til Kongsberg tunnelen retning Drammen, se Figur 8. Sammenligningen ble gjort samtidig med begge kilder den 17. desember 2021 kl 10:0- 11:30.

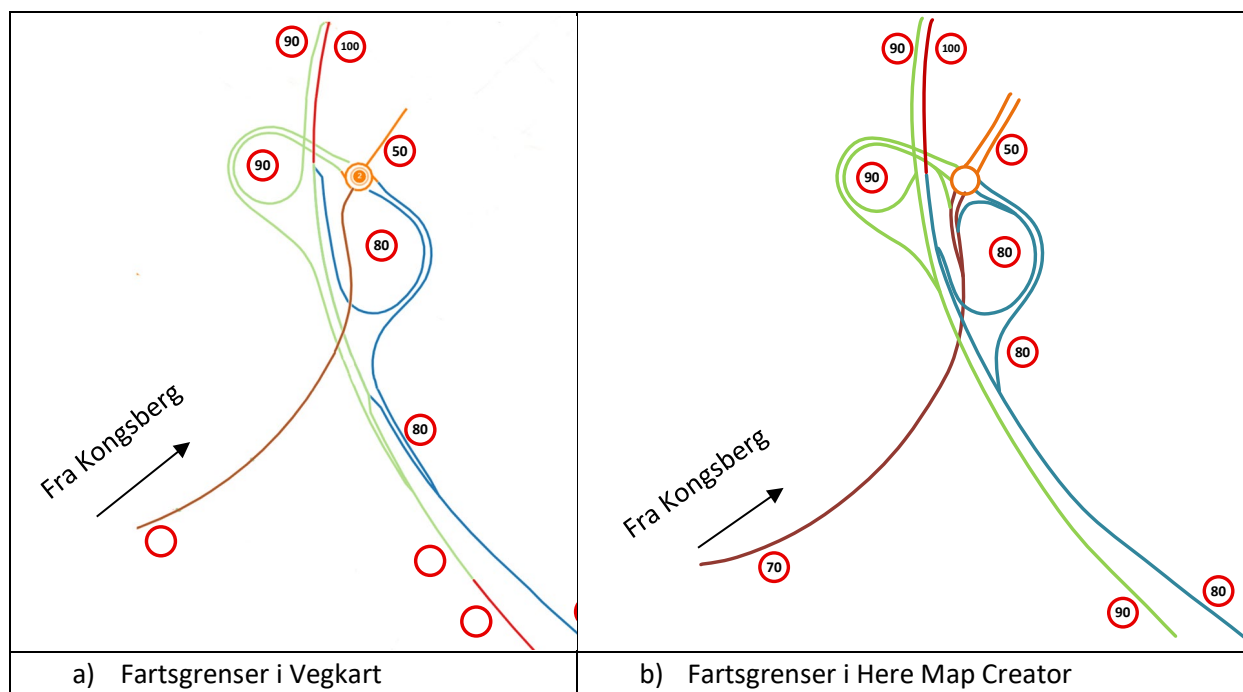


Figur 8: Sammenligning av fartsgrenser langs E134/Gomsrudvegen ut fra Kongsberg tunnelen og rundt rundkjøringen





#### 9.4.4 Krysset E134 og E18 i Drammen



Figur 9: Drammen krysset mellom E134 og E18

#### 9.4.5 Om avvikene mellom de to kildene

Avviket mellom de to kildene til kartdatabase kan forklare noen av avvikene som ble avdekket under forsøket. Ut fra Kongsbergtunnelen retning Kongsberg var det skiltet 60, noe som samsvarer med a) i Figur 8. I selve rundkjøringen inneholder begge kildene fartsgrense 60. Ut fra rundkjøringen og tilbake til Kongsbergtunnelen, så er det ingen fartsgrenseskilt. Biler med kartdatabase basert på data som vist i a) på Figur 8 vil da velge 80 umiddelbart etter rundkjøringen og tilsvarende med data som vist i b) på Figur 8 vil velge 70. Denne sammenligningen gjelder kun en liten delstrekning, men det er grunn til å tro at dette problemet gjelder flere steder.

### 10 Eksempler med avvik på fartsgrenser i Trondheimsområdet

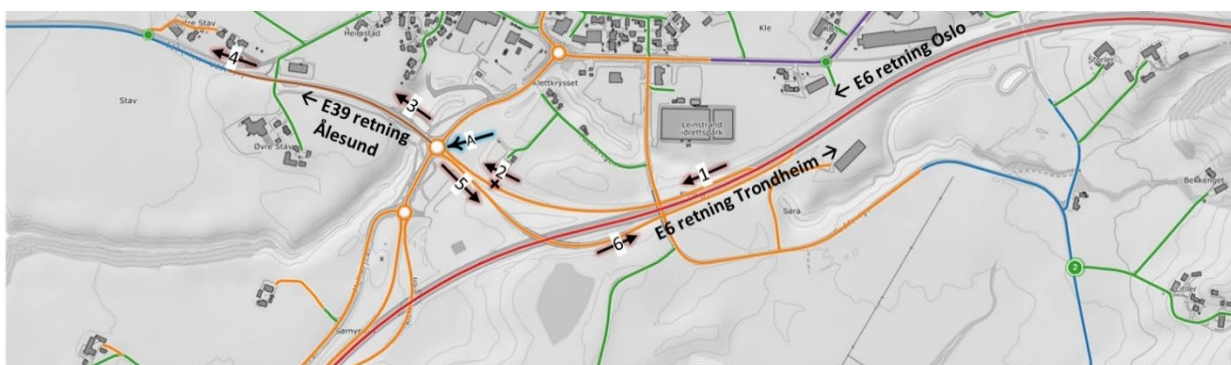
#### 10.1 Hvorfor disse avvikene er inkludert

De neste kapitlene inneholder eksempler forfatteren av dette notatet har erfart under kjøring med sin privatbil i Trondheimsområdet. Eksempelene er tatt med da de viser avvik på fartsgrenser som er relevante for dette prosjektets problemstilling relatert til ISA datakvalitet. Bilen var nyregistrert i august 2021 og kartbasen er oppdatert. Samme avvik har vist seg både før og etter kartoppdatering. Bilen som er utstyrt med ISA fra fabrikk har også kamera for lesing av skilt.



## 10.2 Situasjon i krysset E6/E39 på Klett i Trondheim

Et eksempel det det er et opplagt avvik i Vegkart er i krysset E6/E39 ved Klett sør for Trondheim, se Figur 10. Dersom man kjører E6 sørover og tar av på E39 retning Kristiansand, så er første feil allerede på avkjøringsrampen ved pil 1 på figuren. I Vegkart står det oppført fartsgrænse 50, men det korrekte er 100. Når man passerer pil 2 så står det i Vegkart fremdeles oppført fartsgrænse 50, men det korrekte er 60. Dersom gjør oppslag på skiltplate i Vegkart, så finner man at *skiltnummer 362.60 - Fartsgrænse 60 km/t* er plassert i krysset under pil 2 på figuren. Når man kjører ut fra rundkjøringen merket A på figuren, ved pil 3 så står det i Vegkart fartsgrænse 70, men korrekt fartsgrænse er fremdeles 60. Ved pil 4 på Figur 10 skifter fartsgrænse korrekt til 80, men plasseringen er feil, skifte skjer noe nærmere rundkjøring A. Dersom man kjører rundt rundkjøring A på figuren i retning pil 5 mot Trondheim, så er fartsgrænse i Vegkart fremdeles 50 mens det korrekte er 60. Når man passerer pil 6 er fartsgrænse i Vegkart fremdeles 50, mens det korrekte skal være 100.



Figur 10: Feil fartsgrænser i Vegkart i krysset E6/E39 Klett ved Trondheim

## 10.3 Feil visning på Omkjøringsvegen, Trondheim

Figur 11 viser en strekning merket med røde streker på ca. 2,3 km langs E6 Omkjøringsvegen i Trondheim, fra rundkjøring nord for Mattsjøkrysset på Tunga (pil 1 på figuren) opp påkjøringsrampen og inn på E6, altså i retning Oslo. Her har samme bil kjørt flere ganger og hastigheten bilen fanger opp er 50 km/t. Like før Moholt-krysset (pil 1) fanger bilen opp fartsgrænse skilt 70 som er korrekt.



Figur 11: Bilen kjører fra rundkjøringen ved pil 1 og viser feil fartsgrænse 50 i 80-sonen

Bildet er hentet fra Vegkart, og her er fartsgrænse langs strekningen 80, noe som er korrekt. En sjekk på Here Map Creator viser samme korrekte fartsgrænse. Men bilen benytter en kartdatabase som er levert av Here. Her må OEM-en ha gjort sine egne tilpasninger, som i dette tilfellet gir et stort avvik. Det har aldri vært fartsgrænse 50 langs denne strekningen, og det er heller ingen parallelle vegger med fartsgrænse 50.



## 11 utfordringer rundt Variable Message Signs (VMS) og NVDB

### 11.1 NVDB og fritt valgt fartsgrensevarsling

NVDB inneholder informasjon knyttet til både trafikkskilt og fartsgrenser som uavhengige objekter. Et fartsgrenseskilt er dog vanligvis knyttet til kun en fartsgrense. VMS skilt kan som tidligere nevnt inneholde *Fritt valgt fartsgrensevarsling*, altså muligheten til å vise to eller flere ulike fartsgrenser. utfordringen da er hvordan bilen skal kunne hente ut riktig fartsgrensen dersom den ikke kan lese skiltet med kamera. Bilens kartdatabase har kun en fartsgrense tilgjengelig. Løsningen ligger i at kjøretøyet må være oppkoblet. Dette vil etter hvert komme når [6] CCAM er tilgjengelig både i alle kjøretøy og som en integrert del av både den fysiske og digitale veginfrastrukturen.

### 11.2 Håndbok V321 variable trafikkskilt

Variable Message Signs, eller variable trafikkskilt deles inn i flere typer i [3] Håndbok V321:

1. Fullgrafiske skilt
2. Billedpunktsskilt
3. Mekanisk variable skilt
4. 2-posisjonsskilt
5. Klappskilt

Av disse 5 typene vil vi her fokusere på 1. og 2. Dette er teknologi der det enkelte billedpunkt kan slås av og på. Dette har tidligere vært gjort mekanisk, eller ved hjelp av tradisjonelle glødepærer. Nye skilt benytter i dag primært LED-teknologi.

### 11.3 utfordringene med LED i variable trafikkskilt

For å drive skilt som benytter LED-teknologi, så benyttes to prinsipper for å tegne opp eller lage det grafiske innholdet (bilde):

- a) Direktdrevet: Det vil si at hvert enkelt LED-segment er direkte drevet styringselektronikken. Hele bildet lages ved at de aktuelle LED-segmentene slås på og med korrekt farge samtidig.
- b) Multiplekset: Det vil si at hvert enkelt LED-segment slås på i sekvens for å danne et bilde.

Av disse 2 er i utgangspunktet a) den enkleste typen skilt å lese for et kamera. Dette fordi alle bilde-segmentene i prinsippet er synlige samtidig, og gjør det enklere for et kamera å registrere. I tillegg til det å lage bildet, så er det et eget system for å bestemme LED-skiltets lysintensitet. På dagtid kan lysstyrken økes for å bedre lesbarheten. Nattestid dempes intensiteten for å unngå blinding av bilførere. Teknologien som oftest benyttes til dette er kalles pulsbreddemodulasjon (Pulse-Width-Modulation, PWM). Det betyr at strømmen blir slått av og med en frekvens på fra noen 10-talls 50 Hz og oppover til noen tusen Hz. Fordelingen mellom LED av og på kalles duty-cycle. Ved en duty-cycle på 50 % vil LED-en være på 50 % av tiden. På denne måten vil man kunne regulere lysintensiteten. Fordelen med å gjøre det på denne måten er at det er veldig energieffektivt. Ulempen er at en LED i løpet av en duty-cycle også vil være slått av. I tillegg er frekvensen på LED av/på ikke standardisert. Dette er en av årsakene til at VMS-skilt med denne typen teknologi er vanskelig å lese.

Kamera for lesing av trafikkskilt opererer med en frame-rate, for eksempel 60 Hz. Dersom frekvensen LED styres med i et VMS skilt ikke er tilpasset dette, vil resultatet kunne bli at LED-segmenter ikke blir registrert av kameraet og bildet blir dermed ufullstendig og vanskelig å lese/gjenkjenne. Resultatet kan kalles "LED-flimring". I tillegg til flimring, kan VMS-skiltets lysintensitet av og til være for høy til at et kamera kan lese



innholdet. Dette har å gjøre med evnen kameraets har til å dekke et stort område av lysintensitet samtidig. Dette kalles også kameraets dynamiske område. I lange vegtunneler kommer man til en sentralsone der vegbelysningen er dempet. Dersom man samtidig har et VMS med LED som har for høy intensitet, vil dette kunne føre til at kameraets dynamiske område ikke er stort nok og at den delen av det kameraet ser dermed går i metning.

#### 11.4 Tilrettelegging for automatisert kjøring og arbeid i IEEE

Dagens veginfrastruktur inkludert trafikkskilt er tilpasset mennesket og manuell kjøring. Med tanke på en fremtidig automatisert kjøring, og kanskje spesielt i overgangen mellom manuell og automatisk kjøring, så må trafikkskilt også kunne leses av automatiserte kjøretøy. Her vil arbeidet som gjøres i IEEE Standards Association [5] kunne få stor betydning. I tillegg må plassering av skilt gjøres slik at menneske kan lese å forstå samtidig med at automatiserte kjøretøy ikke leser skilt som ikke er relevant for kjøringen, og dermed for eksempel registrerer feil fartsgrense. Den digitale infrastrukturen må også videreutvikles og tilpasses automatisert kjøring. Det er viktig med rask og sikker tilgang på oppdatert og relevant informasjon for å kunne lykkes.

#### 11.5 Arbeid i Australia rundt LED-flimring og automatisert kjøring

Raj et. al [4] beskriver arbeidet som gjøres i Australia og New Zealand rundt utfordringer som bilens kamerasystem har med å kunne lese variable trafikkskilt. Her beskrives "LED-flimring" som et av hovedproblemene. Hovedmotivasjonen er å håndtere dette problemet i forhold til automatisert kjøring. Rapporten refererer til internasjonalt samarbeide om dette i IEEE Standards Association [5].

### 12 Forslag til videre arbeid

Basert på det som er beskrevet i notatet kan SINTEF komme med noen forslag til videre arbeid:

1. Det er behov for å gjennomføre et nytt feltforsøk, gjerne med flere biler og som kan levere data slik det ble beskrevet i kapittel 5. Dette for å finne mer ut av hvordan ISA-systemene fungerer under variert kjøring, varierende vær- og føreforhold og hva som bør forbedres. Det er viktig å kunne identifisere kilden til fartsgrensen. Er det fra kamera eller fra kartdatabase?
2. Det er behov for å se på datakvalitet på fartsgrenser i NVDB. Både geografisk plassering og verdi. Hva kan gjøres for å sikre tilstrekkelig kvalitet? Som vist på Figur 10 i kapittel 10.2, så er fartsgrensen feil i Vegkart, men riktig skiltnummer og -lokasjon er registrert. Dette kan blant annet benyttes til å kvalitetssikre fartsgrenser.
3. Det er behov for en gjennomgang av implisitte fartsgrenser i NVDB og hvordan OEM-ene benytter denne informasjonen. Noen kamera har problemer med "særskilt fartsgrense opphører" type skilt. Hva kan gjøres for å løse problemet?
4. Hvordan er produksjonen fra rå kartdata til et ferdig kartdatasett som OEM-en installerer i bilen? Benyttes for eksempel NVDB for rå kartdata, og i så fall varsler OEM-en eller dens underleverandør produsenten av rå kartdata om feil som blir funnet?
5. Finne ut hvilke krav OEM-ene har til repetering av fartsgrenseskilt (avstand mellom skilt) og hvordan dette kan løses i praksis. Må man sette opp flere skilt?
6. Finne mer ut av hvordan datakvalitet på fartsgrenser påvirker ytelsen til automatiserte kjøretøy, spesielt med tanke på sikkerhet. Og hva kan gjøres?



SINTEF

7. Finne ut mer om mulighetene til å formidle dynamiske fartsgrenser til kjøretøy. Spesielt viktig i forhold til automatiserte kjøretøy. Hvordan kan CCAM bidra på kort og lang sikt?
8. Finne ut hva som gjøres i Norge i forhold til VMS og problemstillingene blant annet rundt LED-flimring og -blending og det som gjøres i IEEE [5]. Håndbok V321 bør ta inn krav og anbefalinger rundt dette.



### 13 Referanser

[1]	Regulation (EU) 2019/2144 of the European Parliament and of the Council 1 mandates motor vehicles of categories M and N to be equipped with intelligent speed assistance (ISA) systems from 6 July 2022 for new vehicle types and from 7 July 2024 for all new vehicles. <a href="https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=pi_com:C(2021)4455">https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=pi_com:C(2021)4455</a>
[2]	Technical requirements and test procedure for approval of intelligent speed assistance (ISA). <a href="https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/PIN/?uri=PI_COM:Ares(2021)2243084">https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/PIN/?uri=PI_COM:Ares(2021)2243084</a>
[3]	Håndbok V321 variable trafikkskilt, Statens vegvesen juni 2014, ISBN: 978-82-7207-658-9
[4]	A. C. Raj, A. Sozio, M. v. d. Velden, Guidance and Readability Criteria for Traffic Sign Recognition Systems Reading Electronic Signs. Austroads Research Report AP-R627-20, August 2020, ISBN 978-1-922382-08-5
[5]	IEEE Standards Association. P2020- Automotive Image Quality Working Group. <a href="https://site.ieee.org/sagroups-2020/">https://site.ieee.org/sagroups-2020/</a>
[6]	CCAM, Cooperative, connected and automated mobility. <a href="https://www.ccam.eu/">https://www.ccam.eu/</a>