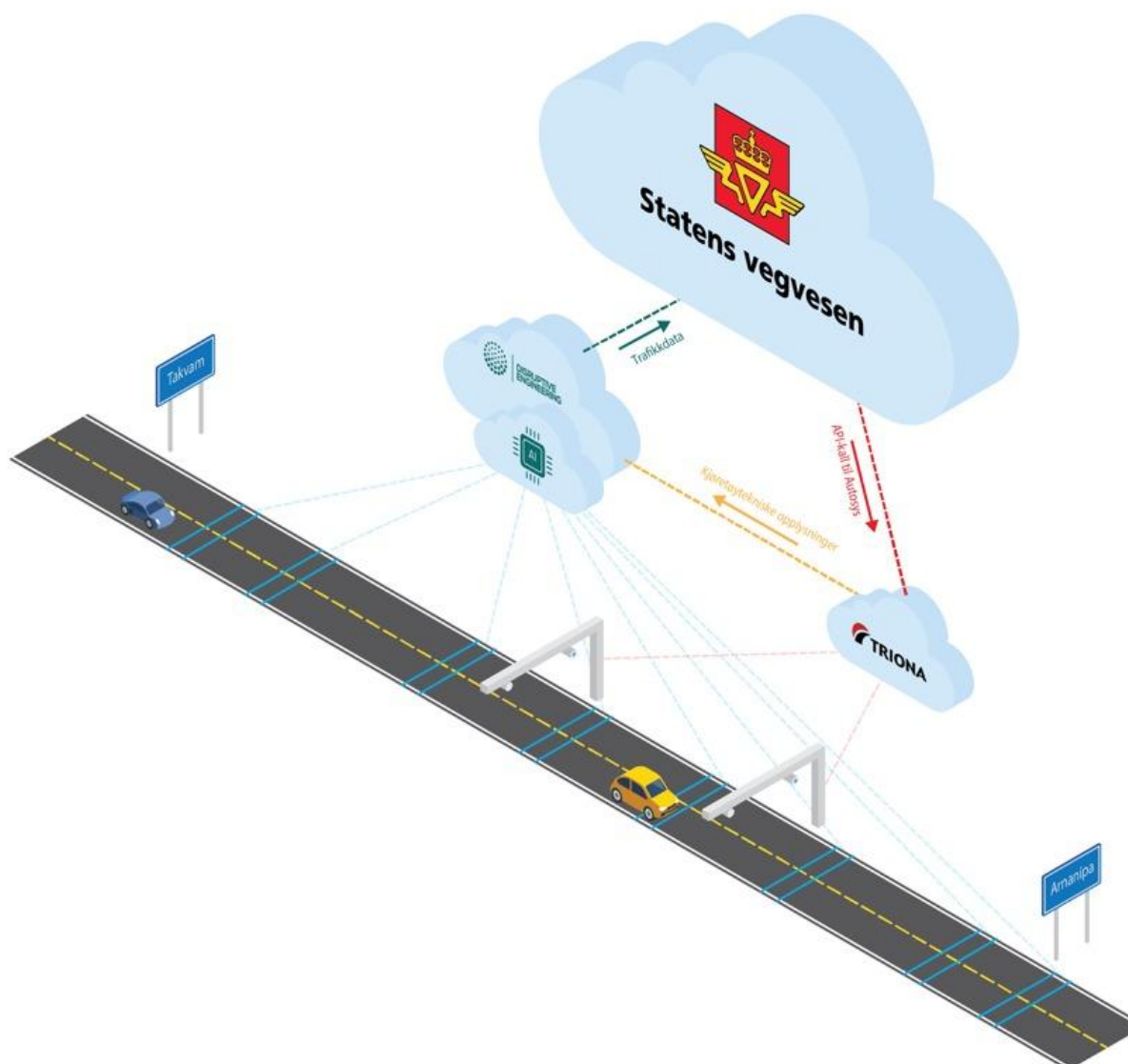


# Klassifisering av kjøretøy - ITS pilot

Identifisere teknologiske løsninger, datafangst og overvåking av trafikk i tunnel.

STATENS VEGVESENS RAPPORTER

Nr. 827



**Tittel**

Klassifisering av kjøretøy - ITS pilot

**Undertittel**

Identifisere teknologiske løsninger, datafangst og overvåkning av trafikk i tunnel.

**Forfatter**

Håvard Grundtvig Dahle Løvaas

**Avdeling**

Transportutvikling

**Seksjon**

ITS Teknologi

**Prosjektnummer**

D11392

**Rapportnummer**

827

**Prosjektleder**

Håvard Dahle Løvaas / Erlend Alvsåker

**Godkjent av**

Per Einar Pedersli

**Emneord**

ITS, magnetsensor, trafikkdeteksjon, tellepunkt, AI, maskinlæring

**Sammendrag**

I denne ITS-piloten har Statens Vegvesen sammen med Disruptive Engineering, Triona og Euroskilt lagt til rette for å utvikle et system for klassifisering av forbipasserende kjøretøy. I denne rapporten beskrives systemet nærmere og det presenteres resultater fra uttesting av systemets evne til å telle og klassifisere kjøretøy ihht. norsikt Nivå 3, 4 og 5 og på drivstoff.

**Title**

Vehicle classification - ITS pilot

**Subtitle****Author**

Håvard Grundtvig Dahle Løvaas

**Department**

Transport Development

**Section**

ITS Technology

**Project number**

D11392

**Report number**

827

**Project manager**

Håvard Dahle Løvaas / Erlend Alvsåker

**Approved by**

Per Einar Pedersli

**Key words****Summary**

## Sammendrag

I dette ITS-prosjektet har Statens Vegvesen (SVV) sammen med Disruptive Engineering, Triona og Euroskilt lagt til rette for å utvikle et system for klassifisering av forbipasserende kjøretøy. Piloten startet med søkelys på ITS og tunnelsikkerhet, og underveis ble piloten mer spisset mot klassifisering og registrering av trafikk på veg. I denne rapporten beskrives systemet nærmere og det presenteres resultater fra uttesting av systemets evne til å telle kjøretøy, klassifisere på drivstoff og Norsikt nivå 3, 4 og 5. Ett av målene var å kunne gi informasjon om drivstoff for kjøretøyene og her ser vi gode resultater for gruppene fossil, hybrid og diesel med estimert treffsikkerhet på over 99% for de tre gruppene. Systemet skiller også mellom diesel og bensin, men noe lavere treffsikkerhet for bensin (80.5 – 84.4 %). Resultatene for telling av kjøretøy er også estimert til å være over 99 %. Resultatene for klassifisering i tråd med Norsikt nivå 4 er noe varierende og her er det for få passeringer i klassen MC/MP, LB og HB til å konkludere på treffsikkerhet i disse klassene. Klassifisering av PC/LGV har en estimert treffsikkerhet på over 98.4 % og 79.8% for HGV/RT. Prosjektet har bidratt i utviklingen et produkt som kan telle og klassifisere kjøretøy på blant annet drivstoff. Piloten har også bidratt i uttesting og videre utvikling av Triona sin ITS-plattform for 24/7 overvåking av vegkantutstyr og utveksling av data. Samlet kan systemet gi en bedre og mer detaljert informasjon om kjøretøy på veg og i tunnel.

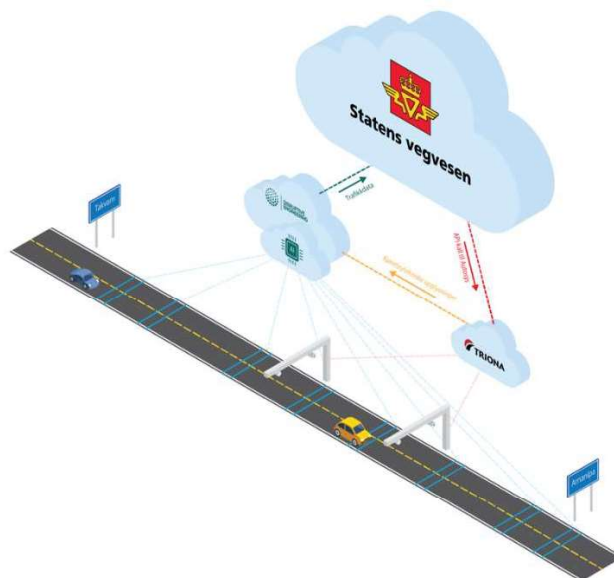
## Innhold

Sammendrag .....	2
Introduksjon .....	4
Metode .....	5
Forhold under test.....	5
Statistisk modell .....	5
Estimat konfidensintervall.....	5
Treffsikkerhet, sensitivitet, presisjon og F-mål .....	6
Resultater .....	7
Telling av kjøretøy .....	7
Resultat telling:.....	7
Klassifisering av drivstoff.....	8
Diesel .....	8
Bensin .....	8
Hybrid .....	8
Elektrisk .....	8
Fossil (Diesel & Bensin).....	9
Norsikt nivå 4.....	9
MC/MP .....	9
PC/LGV .....	10
HGV/RT .....	10
LB .....	10
HB .....	10
Norsikt 3, 4 og 5.....	11
Diskusjon/Konklusjon .....	11
Betydning for vegvesenet.....	11
Mulighet for industrialisering.....	12
Utfordringer.....	12
Anbefaling .....	12
Pilot til produkt.....	12
Referanser .....	12
Appendix.....	13
Appendix A .....	13

## Introduksjon

I dette ITS-prosjektet har Statens Vegvesen (SVV) sammen med Disruptive Engineering, Triona og Euroskilt lagt til rette for å utvikle et system for klassifisering av forbi-passerende kjøretøy. Formålet med denne ITS-piloten var å identifisere teknologiske løsninger, datafangst og overvåking av trafikk som kunne bidra til å redusere risiko og konsekvens av brann og andre alvorlige hendelser i tunnel. Løsningen skal gi informasjon om antall kjøretøy i tunnelen, hvilken sone de befinner seg i og drivlinje for kjøretøyene. Denne informasjonen skulle sammenstilles og videreformidles ved alvorlige hendelser og brann i tunnelen. Dette skulle videre kunne benyttes som beslutningsgrunnlag for VTS og utrykningskjøretøy med tanke på vifteretning, slukkeprosedyre og et detaljert bilde av omfanget. For å få oversikten over kjøretøy var det viktig å riktig klassifisere passerende kjøretøy. Underveis i piloten ble det økt fokus på klassifiseringen av kjøretøy, fremfor å spisse det spesifikt mot tunnelsikkerhet. Dette ble gjort da løsningen har flere anvendelsesområder som alle bygger på klassifisering.

Samarbeidskonsortium består av Euroskilt (Prosjektleder og ansvar for infrastruktur), Triona (Utvikling av ITS-plattform og datafangst) og Disruptive Engineering (DE). Sammen har prosjektdeltagerne og Statens Vegvesen lagt til rette for å utvikle et system for klassifisering av forbi-passerende kjøretøy uten bruk av kamera. Ved hjelp av denne metoden er hensikten å demonstrere et «state-of-the-art»-system, innen deteksjon og klassifisering av kjøretøy, uten å benytte data som blir omfattet av GDPR-direktivet. Sensorene som DE leverer strekker seg over begge kjørefelt i trekkerør under kjørebanelen. De ligger under slitelaget og er derfor ikke utsatt for skader ved reasfaltering. Et komplett sensorsystem krever 2 sensorstriper i hvert sitt trekkerør med om lag en meter avstand mellom stripene. Sensorene danner en magnetsignatur for hvert kjøretøy som passerer og benytter signaturen for å klassifisere kjøretøyene.



Figur 1: Illustrasjon av dataflyt Triona, DE og SVV.

Figur 1 viser en konseptuell dataflyt for maskinlæringen og klassifiseringsmetoden som har blitt benyttet. Kjøretøysignaturer blir formidlet til Disruptive Engineerings sky-løsning som benytter maskinlæring for å klassifisere kjøretøyene. Triona sin ITS-plattform behandler data fra ANPR og sørger for at persondata slettes og overvåker status på utstyret ved teststrekningen. Kjøretøyteknisk informasjon (uten personopplysninger) blir så tilgjengeliggjort for DE gjennom et webgrensesnitt. I prosjektet har det blitt installert magnetsensorer fra Disruptive Engineering (DE) under veibanen som leser magnetsignaturen til kjøretøy som passerer sensoren. Det er også opprettet et API for formidling av data fra sensorløsningen til ITS plattformen.

## Metode

Testene av systemet ble gjennomført ved eksperiment hvor det utviklede systemet klassifiserte kjøretøy som passerte sensoren. Statens vegvesen samlet samtidig data fra ANPR-kamera som sammen med en referanse ble brukt som fasit og sammenligning. På opplæringsstrekningen finnes det flere sensorer, men kun en var oppkoblet under test. Data fra ANPR-kamera ble logget lokalt og var ikke tilgjengelig for andre en Statens Vegvesen under testene. Resultatene inkluderer ikke resultater fra tidligere tester da systemet har blitt videreutviklet og endret fra tidligere tester.

## Forhold under test

Veistrekningen hvor sensoren er installert har fartsgrense på 70 km/t med 2 motgående felt. Testene ble gjennomført i normal trafikk og gjennom ettermiddagsrushet i begge kjøreretninger. Trafikken er spredt, og det kommer tidvis større grupper med biler. Sensorene registrerer for begge felt og det er tilsvarende trafikkmengde i motsatt kjørebane.

## Statistisk modell

For å kunne beregne treffprosent til systemet ser vi blant annet på andelen korrekte klassifiserte kjøretøy. Vi beregner videre et konfidensintervall for treffprosenten. Tabell 1 angir nedre grense i 95% konfidensintervall for antall passerte kjøretøy og prosent korrekt klassifisert [1]. Under test må systemet for eksempel kunne korrekt klassifisere 98 av 100 passerende kjøretøy for å kunne angi at systemet har en treffprosent på minst 93.0 prosent.

Tabell 1: Nedre grense av 95% konfidensintervall for antall biler og prosent korrekt klassifisert [1]

# kjøretøy	Prosent korrekt klassifisert						
	50%	75%	85%	90%	95%	98%	100%
50	35,5	61,8	70,9	78,2	86,3	89,4	92,9
100	39,8	65,3	76,5	82,4	88,7	93,0	96,4
200	42,9	68,4	79,3	85,0	91,0	95	98,2
300	44,2	69,7	80,4	86,0	92,4	95,7	98,8
400	45,0	70,5	81,1	86,6	92,4	96,1	99,1
500	45,5	71,0	81,6	87,0	92,7	96,4	99,3
1000	46,9	72,2	82,6	88,0	93,5	96,9	99,6

## Estimat konfidensintervall

For å estimere konfidensintervall for testresultater som ikke samsvarer med tabell 1 benyttes formler for beregning av binomisk andel konfidensintervall [2]. I formelen er  $p$  gjennomsnittet, og  $n$  er antall registrerte i testen.  $Z$  er en koeffisient som benyttes for å avgjøre grensene på konfidensintervallet. Med en  $z$  på 1.96 benyttes et 95%-konfidensintervall.

$$p \pm z \times \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \quad [1]$$

Ved bare suksess benyttes formelen fra [2] for å angi et estimat for nedre grense i 95% konfidensintervall.

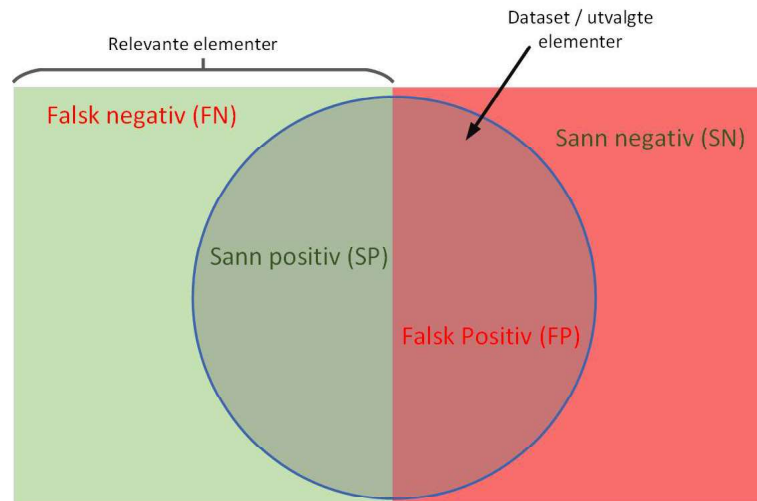
$$p = 100\% \times \left(1 - \frac{3}{n}\right) \quad [2]$$

Ved ingen avvik benyttes formelen under til å estimere en øvre grense for 95% konfidensintervall for sannsynlighet for avvik. [3]

$$p = 100\% \times \frac{3}{n} \quad [3]$$

## Treffsikkerhet, sensitivitet, presisjon og F-mål

For å angi systemets evne til å telle og klassifisere kjøretøy kan det være nyttig å se på forholdet mellom sann positiv (SP), sann negativ (SN), falsk negativ (FN) og falsk positiv (FP). Dette er størrelser som kommer direkte fra testen og gir et bilde av hvor godt modellen fungerer. For et klassifiseringssystem vil målet være å detektere alle elementene skravert i grønt i figuren under uten å feilaktig angi de røde elementene som positiv deteksjon. [5]



Figur 2: Illustrasjon av utfall for et datasett

Ut fra SP, SN, FN og FP kan vi beregne størrelsene treffsikkerhet, sensitivitet, presisjon og F1-score. Treffsikkerhet er en størrelse som evaluerer både sann positiv og sann negativ for hele testgrunlaget.

$$\text{Treffsikkerhet} = \frac{SP + SN}{SP + SN + FP + FN}$$

Sensitivitet ser på forholdet mellom riktige detekterte (SP) og alle tilfellene som skulle vært detektert positivt. Dette er et mål for hvor mange av de relevante elementene som ble korrekt detektert.

$$\text{Sensitivitet} = \frac{SP}{SP + FN}$$

Presisjon angir forholdet mellom korrekte detekterte og alle deteksjoner som vist i formelen under. Dette er et mål for hvor mange av de utvalgte/detekterte elementene som er relevant.

$$\text{Presisjon} = \frac{SP}{SP + FP}$$

F1-score er et mål som ofte benyttes for å evaluere systemer og metoder som benytter maskinlæring. F1-score er også et mål på nøyaktighet, og kan være nyttig om datasettet er ujevnt fordelt.

$$F1\_score = \frac{2 \times \text{Presisjon} \times \text{Sensitivitet}}{\text{Presisjon} + \text{Sensitivitet}} = \frac{2 \times SP}{2 \times SP + FP + FN}$$

## Resultater

I dette kapitlet presenteres resultater fra test av systemet. Data i de tre forskjellige testene er frembrakt fra samme datasett. I første test evalueres systemets evne til å telle forbipasserende kjøretøy, test to evaluerer systemets evne til å klassifisere drivstoff og den siste testen sammenligner systemets klassifisering mot Norsikt nivå 3, 4 og 5. Estimert for treffsikkerhet angir systemets evne til å detektere korrekt en passering innen en gruppe, mens estimert for avvik angir sannsynlighet for feilaktig deteksjon innen gruppen/klassen. For eksempel ved telling av bensin-biler representerer treffsikkerhet sannsynligheten for å korrekt detektere en passerende bensin-bil, mens avvik angir sannsynligheten for at systemet gir bensinbil som svar for diesel-, elektrisk- og hybrid-biler. Grunnet at datasettet er ujevnt fordelt mellom Norsikt- og drivstoff-gruppen benytter vi F1-score til å angi treffsikkerhet.

### Telling av kjøretøy

Denne testen ser utelukkende på systemets evne til å telle passerende kjøretøy i begge kjøreretninger. I denne testen benyttes ANPR-data og video som fasit og sammenlignes med data frembrakt fra sensoren og maskinlæringsalgoritmen.

Tabell 2: Resultater fra telling

Sensor \ Fasit	Fasit	
	Kjøretøy	Ikke kjøretøy
Kjøretøy	1494	3
Ikke kjøretøy	0	0

Resultat telling:

Utfra resultatene i Tabell 2 kan vi estimere treffsikkerhet, sannsynlighet for avvik, F1-score, sensitivitet og presisjon som vist i Tabell 3.

Tabell 3: Utrechnet resultater for telling

Estimert treffsikkerhet 95%-konfidensintervall	Avvik 95%-konf	F1-score	Treffsikkerhet	Sensitivitet	Presisjon
99.75 – 100 %	0 - 0.43 %	99.9%	99.8%	100%	99.8%



## Klassifisering av drivstoff

I denne testen har data fra sensoren blitt sammenlignet med uthentet teknisk kjøretøysdata for passerende kjøretøy. Ved avvik på ANPR har videreføring blitt benyttet for å avdekke riktig drivstoff. Grunnet ujevnt datasett med ujevn fordeling mellom de forskjellige gruppene benyttes F1-score til å estimere treffsikkerheten til sensoren som testes. Resultatene fra test av systemets evne til å klassifisere kjøretøyenes drivstoff er vist i Tabell 4.

Tabell 4: Klassifisering av drivstoff

Sensor \ Fasit	Diesel	Bensin	Hybrid	Elektrisk
Diesel	828	46	0	1
Bensin	33	190	1	1
Hybrid	0	0	127	0
Elektrisk	1	0	0	250

### Diesel

Kategorien diesel var den kategorien med flest passerende kjøretøy. I Tabell 5 vises resultatene for testen av systemets evne til å klassifisere diesel-kjøretøy.

Tabell 5: Resultater for klassifisering av Diesel

Estimert treffsikkerhet 95%-konfidensintervall	Avvik 95%-konf.	F1-score	Treffsikkerhet	Sensitivitet	Presisjon
94.3- 96.4 %	4.1 – 6.3 %	95.3 %	94.5 %	96.1 %	94.6 %

### Bensin

I Tabell 6 vises resultatene for systemets evne til klassifisering av bensinbiler. Avvikene som i størst grad påvirker treffsikkerheten i negativ retning er tilfellene hvor bensinbilene feilaktig blir klassifisert som diesel og motsatt. I underkapittelet Fossil (Diesel & Bensin) lengre ned beregnes treffsikkerheten for de to kategoriene sammenslått.

Tabell 6: Resultater for klassifisering av Bensin

Estimert treffsikkerhet 95%-konfidensintervall	Avvik 95%-konf.	F1-score	Treffsikkerhet	Sensitivitet	Presisjon
80.5 – 84.4 %	3.5 – 5.6 %	82.4 %	94.5 %	80.5 %	84.4 %

### Hybrid

I Tabell 7 vises resultatene fra testen av systemets evne til klassifisering av passerende hybridbiler.

Tabell 7: Resultater for klassifisering av Hybrid

Estimert treffsikkerhet 95%-konfidensintervall	Avvik 95%-konf.	F1-score	Treffsikkerhet	Sensitivitet	Presisjon
99.3 – 99.9 %	0 – 0.2 %	99.6 %	99.9 %	99.2 %	100 %

### Elektrisk

I Tabell 8 vises resultatene fra testen av systemets evne til klassifisering av passerende elektriske biler.

Tabell 8: Resultater for klassifisering av Elektrisk

Estimert treffsikkerhet 95%-konfidensintervall	Avvik 95%-konf.	F1-score	Treffsikkerhet	Sensitivitet	Presisjon
99 – 99.8 %	0 – 0.4 %	99.4 %	99.8 %	99.2 %	99.6 %

#### Fossil (Diesel & Bensin)

I denne testen blir resultatene for diesel og bensin slått sammen for å angi systemets evne til å klassifisere passerende fossil-biler. I noen sammenhenger er det muligens mindre interessant å skille de to klassene. Resultatene presenteres i Tabell 9.

Tabell 9: Resultater for klassifisering av Fossil

Estimert treffsikkerhet 95%-konfidensintervall	Avvik 95%-konf.	F1-score	Treffsikkerhet	Sensitivitet	Presisjon
99.6 - 100 %	0 – 0.4 %	99.82 %	99.7 %	99.7 %	99.9 %

#### Norsikt nivå 4

Når kjøretøy klassifiseres benyttes ofte norsikt-nivåene til å angi detaljeringsnivået. Det er totalt 6 nivåer hvor nivå 1 behandler alle kjøretøy som en gruppe og nivå 6 deler kjøretøyene inn i 12 grupper. På Norsikt nivå 4 er kjøretøyene delt inn i 5 grupper og i denne testen evalueres systemets evne til å korrekt klassifisere kjøretøyene i disse 5 gruppene. I Tabell 10 vises resultatene for testen og klassene er markert med fargekodene i øverste rad. Oppdelingen innad i klassene er i tråd med Norsikt nivå 5 for å vise mer detaljerte resultater. I Tabell 15 vises løsningsens resultater for klassifisering på Norsikt nivå 3, 4 og 5.

Tabell 10: Resultater for Norsikt nivå 4

Sensor \ Fasit	Fasit						
	MC/MP	PC	LGV	HGV	RT	LB	HB
MC/MP	9	0	0	0	0	0	0
PC	0	1092	29	0	11	0	0
LGV	0	22	207	1	13	2	0
HGV	0	1	1	2	0	0	0
RT	0	0	0	0	82	0	1
LB	0	0	0	0	0	1	0
HB	0	0	0	0	10	0	8

#### MC/MP

Klassen MC/MP inkluderer moped, lett- og tungmotorsyssel, motorsyssel og motorsyssel med 3 hjul eller sidevogn. Fra klassene i autosys inkluderer dette L1e til L5e, MCM, MCL og MCT.

Tabell 11: Resultater for klassifisering av MC/MP

Estimert treffsikkerhet 95%-konfidensintervall	Avvik 95%-konf.	F1-score	Treffsikkerhet	Sensitivitet	Presisjon
99.8 - 100 %	0 – 0.2 %	100 %	100 %	100 %	100 %

Under test var det bare 9 kjøretøy i klassen MC/MP som passerte sensorsystemet. Alle 9 ble korrekt klassifisert, og resterende kjøretøy ble korrekt ikke klassifisert som MC/MP.

### PC/LGV

Klassen PC/LGV er klassen vi hadde flest registreringer av under testen med totalt 1352 passeringer. Klassen inkluderer personbiler og varebiler i autosys-klassene M1, N1, M1G og N1G. Resultatene fra testen vises i Tabell 12 under.

Tabell 12: Resultater for klassifisering av PC/LGV

Estimert treffsikkerhet 95%-konfidensintervall	Avvik 95%-konf.	F1-score	Treffsikkerhet	Sensitivitet	Presisjon
98.4 – 99.5 %	1.2 – 2.6 %	98.9 %	98.1 %	98.0 %	99.9 %

### HGV/RT

Klassen HGV/RT inkluderer lastebiler, vogntog i autosys-klassen N2 og N3. Dette er tyngre kjøretøy som også kan ha tilhenger i klassen O3 og O4. Under test var det totalt 119 kjøretøy i denne klassen som passerte og 84 av disse ble korrekt klassifisert.

Tabell 13: Resultater for klassifisering av HGV/RT

Estimert treffsikkerhet 95%-konfidensintervall	Avvik 95%-konf.	F1-score	Treffsikkerhet	Sensitivitet	Presisjon
79.6 – 83.5 %	1.7 – 3.3 %	81.6 %	97.5 %	70.6 %	96.6 %

### LB

LB eller «lett buss» er en kjøretøygruppe som det kun var en passering under test. Dette gir et lite grunnlag for å beregne treffsikkerhet og andre parametere. Klassen omfatter biler i kjøretøygruppe M2, som er et kjøretøy med over 8 sitteplasser og tillatt totalvekt under 5000 kg. Det er observert at systemet har et høyt antall «sann negativ» for denne klassen under testen

### HB

HB eller «tung buss» er kjøretøy for persontransport med over 8 sitteplasser og tillatt totalvekt over 5000 kg. Antall busser som passerte teststrekningen var 9, hvor 8 ble korrekt klassifisert. Resultatene for HB vises i Tabell 14 under. Det var totalt 10 falsk positiv som gir negativt utslag på presisjon og estimert treffsikkerhet.

Tabell 14: Resultater for klassifisering av HB

Estimert treffsikkerhet 95%-konfidensintervall	Avvik 95%-konf.	F1-score	Treffsikkerhet	Sensitivitet	Presisjon
56.7 – 61.8 %	0.3 – 1.2 %	59.3	99.3 %	88.9 %	44.4 %

## Norsikt 3, 4 og 5

Under i Tabell 15 oppsummeres resultatene for Norsikt nivå 3, 4 og 5. Treffsikkerhet er beregnet med F1-score og det er oppgitt med et 95% konfidensintervall. For klassene LB og EMS var det for få passerende kjøretøy for å konkludere på treffsikkerhet. Det skal også nevnes at det er få passeringer for MC/MP og HB, men det beregnes likevel en treffsikkerhet da sensoren korrekt angir de få passeringene som er registrert og korrekt unngår å benytte klassen for andre kjøretøy utenfor klassen.

Tabell 15: Resultater for Norsikt nivå 3, 4 og 5.

	Nivå 3	Nivå 4	Nivå 5
MC & MP	99.8 - 100 %	99.8 - 100 %	99.8 - 100 %
PC & LGV	98.5 - 99.5 %	98.4 – 99.5 %	98.4 – 99.5 %
LB		-	-
HB		56.7 – 61.8 %	56.7 – 61.8 %
HGV	86.8 - 90.0 %		54.6 - 59.7 %
RT		79.6 – 83.5 %	80.5 - 84.3 %
EMS			-

## Diskusjon/Konklusjon

Piloten startet med å sette søkelys på ITS og tunnelsikkerhet, men underveis ble piloten mer spisset mot klassifisering og registrering av kjøretøy. Ett av målene var å kunne gi informasjon om drivstoff for kjøretøyene og her ser vi gode resultater for gruppene fossil, hybrid og diesel med estimert treffsikkerhet på over 99% for de tre gruppene. Systemet skiller også mellom diesel og bensin, men noe lavere treffsikkerhet for bensin (80.5 – 84.4 %). Resultatene for telling av kjøretøy er også estimert til å være over 99 %. Resultatene for klassifisering i tråd med Norsikt nivå 4 er noe varierende og her er det for få passeringer i klassen MC/MP, LB og HB til å konkludere på treffsikkerhet i disse klassene. Klassifisering av PC/LGV har en estimert treffsikkerhet på over 98.4 % og 79.8% for HGV/RT.

## Betydning for vegvesenet

Piloten hadde som mål å redusere risiko og konsekvenser av alvorlige hendelser og brann i tunnel gjennom å få bedre oversikt over kjøretøy i tunnelen. Teknologien og løsningen som er utviklet vil kunne gi bedre oversikt over kjøretøy og detaljer om kjøretøygruppe og drivstoff for kjøretøyene. Dette kan bidra til bedre oversikt og riktig respons ved hendelser i tunneler. Løsningen vil derimot ikke hindre hendelser fra å oppstå og har derfor noe begrenset innvirkning på å bedre sikkerheten i norske tunneler. Et potensial som systemet gir er å kunne angi et risikobilde utfra antall kjøretøy i tunnelen og potensial for energi gjennom drivstoff, last og batteripakker. Løsningen gir også hastighet, retning og felt.

Underveis i piloten ble fokuset rettet mot trafikkregistrering og klassifisering. Dette var også et av delmålene i piloten siden data om trafikken på vegene er viktig for vegvesenet. I tillegg til å klassifisere i henhold til Norsikt nivåene, som angitt i resultatene, kan løsningen gi informasjon om drivstoff. Løsningen har også potensial for å klassifisere helt ned på merke og modell og angi teknisk kjøretøysdata for passerende kjøretøy. Klassifisering av merke og modell ble testet tidligere i piloten og konseptet ble bevist og her finnes det et potensial for videre utvikling. Løsningen vil kreve videre opplæring gjennom å motta gode treningsdata for å bedre treffsikkerhet og for å sikre at løsningen er opplært på nyere kjøretøy. Systemene og sensorene har blitt testet i et utfordrende miljø både i tunnel og områder med mye vann og nedbør uten at det har ført til noen problemer.

## Mulighet for industrialisering

Løsningene som er testet ut i piloten har potensial for industrialisering både i Norge og utland. Data om trafikk på vegene gir viktig innsikt som kan benyttes i planlegging, drift, vedlikehold og utbygging. Mer detaljert data åpner også for nye anvendelser innen statistikk og analyser, men også nye applikasjonsområder som for eksempel miljøovervåkning. Løsningen viser stor nøyaktighet på telling og kan derfor også benyttes til triggering av andre systemer. ITS plattformen har potensial til å gi oversikt og tilgang på data fra vegkantutstyr og data om vegkantutstyret. Dette kan bidra til mer detaljert tilstandsovervåkning og mer målrettet drift og vedlikehold av utstyr langs veg. Det er viktig at det benyttes standardiserte meldingsformater, der det er tilgjengelig, slik at data enkelt kan deles med andre systemer/plattformer for økt verdi og nytte av innsamlet data. Samlet kan løsningen også benyttes til eksempelvis køvarsling og beslutningsstøtte for dynamisk hastighet.

## Utfordringer

Det har vært utfordrende å sikre gode treningsdata gjennom ANPR-løsningen da skiltgjenkjenning avhenger av faktorer utfor prosjektets kontroll som blant annet lys, skit og vær. ANPR kan også få en rekke falske lesinger fra taxi-skilt, tekst på kjøretøy og andre forstyrrende objekter. Dette har ført til at DE har måtte forkaste en del data grunnet usikkerheten dette medfører. En annen utfordring som er relatert til treningsdata er at teknisk kjøretøysdata er varierende i kvalitet og utforming i autosys. Blant annet kan samme merke og modell være registrert forskjellig både med tanke på navn og klasse. En opprydding av data i autosys ville vært en stor fordel for prosjektet og mulige fremtidige prosjekter som benytter data fra autosys.

## Anbefaling

Om systemet blir tatt i bruk innen trafikkregistrering må videre opplæring av systemet gjenopprettes. Teststrekningen benyttet i piloten er rigget for opplæring av systemet, men videre opplæring krever en gjennomgang på personvern. Opplæring av systemet er avhengig av treningsdata fra ANPR og behandler kjennemerke som er omfattet av GDPR. ANPR gir en rekke feil som krever at datasettet vaskes for å sikre at løsningen får høyest mulig treffsikkerhet.

## Pilot til produkt

Under prosjektet har vi opplevd interesse internt, fra andre vegeiere og andre etater. Konseptet er bevist å kunne registrere kjøretøy, klassifisere på drivstoff og har potensial til å sortere i tråd med Norsikt tabellen i Appendix A. Som alle produkter vil det være behov for videre utvikling og opplæring og piloten har vært med på å utvikle et produkt som kan telle og klassifisere kjøretøy på blant annet drivstoff. Piloten har også bidratt i uttesting og videre utvikling av Triona sin ITS-plattform for 24/7 overvåking av systemer og utveksling av data. Samlet kan systemet gi en bedre og mer detaljert informasjon om kjøretøy på veg og i tunnel.

## Referanser

- [1] Norsikt IP – «Evaluation of the accuracy of traffic counting devices»
- [2] Agresti, Alan; Coull, Brent A. (1998). "Approximate is better than 'exact' for interval estimation of binomial proportions". *The American Statistician*. 52 (2): 119–126.
- [3] Steve Simon, "Confidence interval with zero events", The Children's Mercy Hospital, Kansas City
- [4] Automatisk Hendelsesdetektering - en teknologisammenligning, Statens vegvesen, 2013
- [5] Evaluation: From Precision, Recall and F-Factor to ROC, Informedness, Markedness & Correlation, David M W Powers, 2007

# Appendix

## Appendix A

Norsikt														
Road motor vehicle classification														
Level														
1	1 opt	2	2 opt	3	3 opt	4	4 opt	5	5 opt	6	6 opt			
Motor vehicle (MV)	MV with coupled vehicle (MV + WC)	Light motor vehicle (LMV)	+ WC	MC & MP	+ WC	MC & MP	+ WC	MC & MP	+ WC	Moped "MP"				
					+ WOC		+ WOC		Motorcycle "MC"	+ WC				
				+ WOC	PC, LGV & LB	+ WC	PC & LGV	+ WC	PC & LGV	+ WC	PC	+ WC		
						+ WOC		+ WOC		Small LGV	+ WOC			
				+ WOC	+ WOC	+ WOC	+ WOC	+ WOC	+ WOC	+ WOC	+ WOC	+ WOC	+ WOC	
														Big LGV
				+ WOC	+ WOC	+ WOC	+ WOC	+ WOC	+ WOC	+ WOC	+ WOC	+ WOC	+ WOC	+ WOC
	LB	+ WOC												
	MV without coup vehicle (MV + WOC)	Heavy motor vehicle (HMV)	+ WC	+ WOC	HMV (HB, HGV, RT & EMS)	+ WC	HB	+ WC	HB	+ WC	HB	+ WC		
						+ WOC		+ WOC		+ WOC		+ WOC		
				+ WOC	+ WOC	+ WOC	+ WOC	+ WOC	+ WOC	+ WOC	+ WOC	+ WOC	+ WOC	+ WOC
				+ WOC	+ WOC	+ WOC	+ WOC	+ WOC	+ WOC	+ WOC	+ WOC	+ WOC	+ WOC	+ WOC
+ WOC				+ WOC	+ WOC	+ WOC	+ WOC	+ WOC	+ WOC	+ WOC	+ WOC	+ WOC	+ WOC	
	EMS	EMS												
Other motor vehicle (OMV)														



Statens vegvesen  
Pb. 1010 Nordre Ål  
2605 Lillehammer

Tlf: (+47) 22 07 30 00

[firmapost@vegvesen.no](mailto:firmapost@vegvesen.no)

ISSN: 1893-1162

[vegvesen.no](http://vegvesen.no)

**Tryggere, enklere og grønnere reisehverdag**