

RAPPORT

# Vägens stöd till automatiserade fordon

Regeringsuppdrag om att möjliggöra användning  
av automatiserade fordon med förarstödjande teknik

**Trafikverket**

Postadress: Trafikverket, Röda vägen 1, 781 89 Borlänge

E-post: trafikverket@trafikverket.se

Telefon: 0771-921 921

Dokumenttitel: Vägens stöd till automatiserade fordon - Regeringsuppdrag om att möjliggöra användning av automatiserade fordon med förarstödjande teknik

Författare: Bäckström Jonna, Dolleris Kenny, Holmström Magnus, Selander Åsa, Söderberg Ulf, Wells Lina, m.fl.

Dokumentdatum: 2022-06-27

Ärendenummer: TRV 2021/126938

Version: 1.0

Kontaktperson: Dolleris Kenny, PLnptn

Publikationsnummer: 2022:087

ISBN 978-91-8045-043-0

Foto: Mikael Svensson, Michael Erhardsson, Roland Magnusson, Göran Fält, Bildarkivet.se, Håkan Larsson, Kasper Dudzik, Ulf Palme.

# Sammanfattning

Regeringen gav i oktober 2021 Trafikverket i uppdrag att redogöra för vilka krav som ska ställas på den statliga väginfrastrukturens tillstånd samt bedöma och redogöra för behov av åtgärder för att möjliggöra användning av automatiserade fordon med förarstödande teknik.

Trafikverket ska:

- redovisa hur stor del av den statliga väginfrastrukturen som bedöms hålla en sådan standard att det medger möjlighet till användning av uppkopplade och automatiserade körsystem i fordon
- redogöra för vilka åtgärder som behöver vidtas för att säkerställa att befintlig väginfrastruktur ska kunna användas av automatiserade fordon
- ta fram en underhållsstrategi för vägmarkeringar och annan viktig utrustning (vägutrustning inom vägområdet) i syfte att främja och stödja automatiserade fordon
- redogöra för om det finns alternativa tekniska lösningar som kan komplettera eller ersätta delar av dagens väginfrastruktur för att öka tillgängligheten och säkerheten vid framförandet av automatiserade fordon med förarstödande teknik.

Större delen (88 %) av det nationella stamvägnätet har vägmarkeringar som är av tillräckligt bra kvalitet för maskinavläsning vid torrt väglag, däremot är andelen väg med god kvalitet vid vått väglag betydligt lägre (34 %). Vägmarkeringar som är synliga för det mänskliga ögat är tillräckligt bra även för förarstödssystem vilket innebär att Trafikverket strävar efter att tillhandahålla vägmarkeringar med retroreflektion  $>100 \text{ mcd/lx/m}^2$ . I stort sett förekommer ingen större skillnad på vägmarkeringarnas synbarhet mellan det nationella stamvägnätet och övriga statliga vägnätet, men det finns skillnader mellan Trafikverkets olika regioner. Synbarheten är lägre på lågtrafikerade vägar (underhållstyp 5–6) där underhållet av vägmarkeringar prioriteras ner till förmån för de högtrafikerade vägarna.

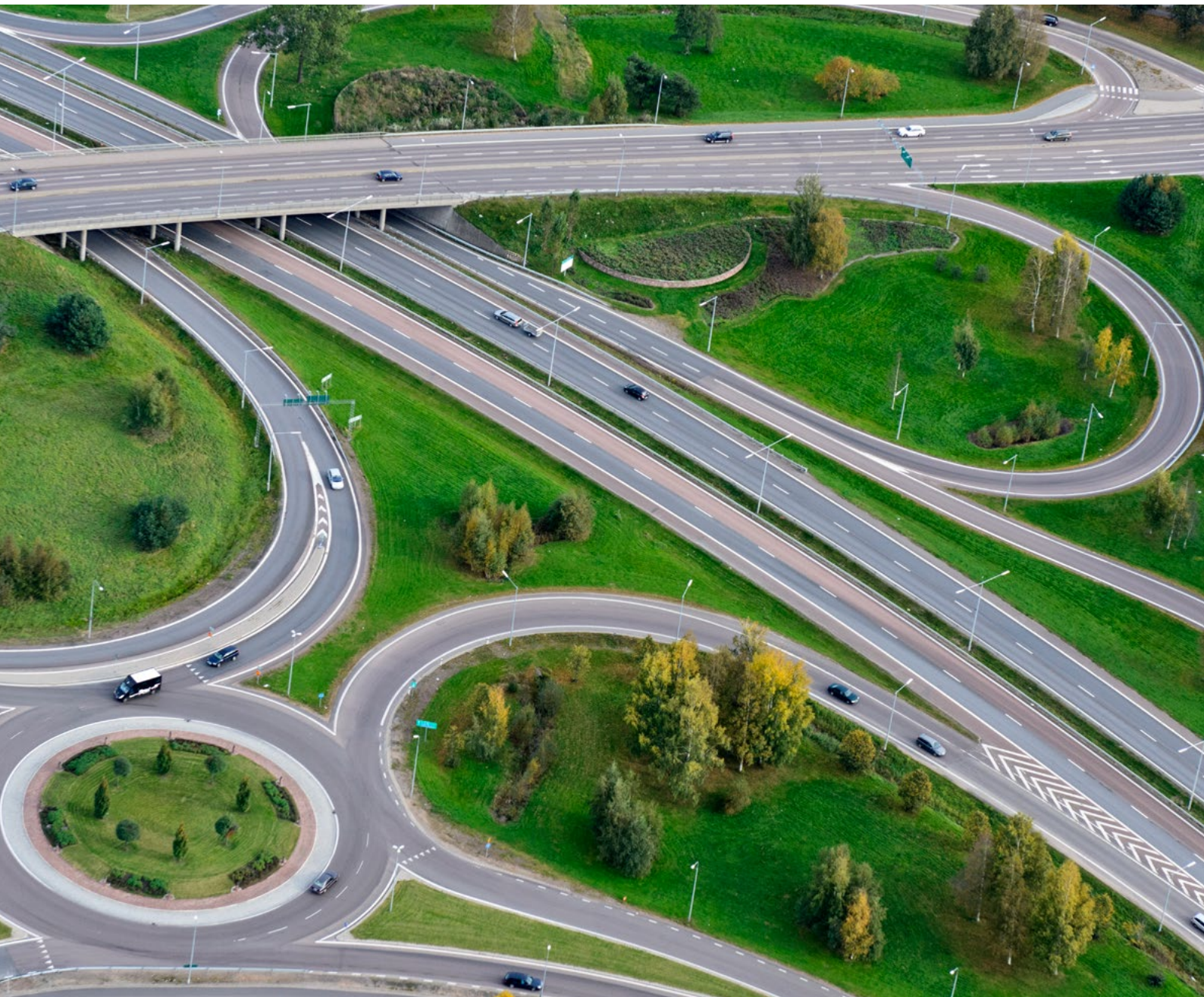
På det nationella stamvägnätet uppfyller nästan alla vägmärken kraven på synbarhet, tillståndet är sämre på övriga statliga vägnätet.

Under 2021 beslutade Trafikverket ett antal ställningstaganden avseende digitalisering av vägtransporter som speglar Trafikverkets rådande kunskapsläge och inriktning för den fortsatta utvecklingen av uppkopplade och automatiserade vägtransporter.

Behovet av digital information och tjänster som kan komplettera den fysiska väginfrastrukturen för att öka tillgängligheten och säkerheten vid framförandet av automatiserade fordon kommer att öka i framtiden. Vilken roll för tillhandahållande av digital information och tjänster för automatiserade fordon som Trafikverket och övriga aktörer ska ha i framtiden behöver utredas vidare.

Arbetet med att ta fram gemensamma specifikationer och standardisering för vägutrustning har påbörjats på europeisk nivå.

Rapporten innehåller beskrivning av olika ekonomiska ramar för underhållet av vägmärkingar. Det är inte möjligt att prioritera om till högre nivåer inom den ekonomiska ram som Trafikverket har idag, för det skulle det krävas mer medel till drift och underhåll. Omprioritering inom dagens ram skulle leda till ökad underhållsskuld eller sänkta standardnivåer inom andra angelägna områden. En ökad satsning på underhåll av vägutrustning bedöms ge positiv trafiksäkerhetseffekt även för fordon utan förarstödsystem.



# Innehåll

Sammanfattning .....	3
Ordlista .....	6
1 Inledning .....	9
1.1. Regeringens uppdrag till Trafikverket .....	9
1.2. Automatiseringsnivåer .....	9
1.3. Trafikverkets ställningstaganden avseende digitalisering av vägtransporter .....	10
1.4. Avgränsningar för uppdragets omfattning .....	12
1.5. Trafiksäkerhet .....	14
1.6. Bedömd utveckling av fordonsflottan .....	15
2 Automatiserade fordon och den fysiska väginfrastrukturen .....	18
2.1. Vägutformning .....	18
2.2. Vägutrustning (inklusive vägmarkeringar) .....	20
2.3. Slutsatser .....	22
3 Andel väginfrastruktur med tillräcklig standard .....	23
3.1. Utformning .....	23
3.2. Vägmarkeringar .....	23
3.3. Vägmärken .....	26
3.4. Slutsatser .....	27
4 Behov av åtgärder .....	28
4.1. Åtgärder vägmarkeringar .....	28
4.2. Åtgärder övrig vägutrustning .....	29
5 Kompletterande digitala lösningar .....	30
5.1. Data, digital information och tjänster .....	30
5.2. Framtida utveckling .....	33
5.3. Slutsatser .....	34
6 Underhållsstrategi .....	35
6.1. Bakgrund .....	35
6.2. Underhållsstrategi för vägmarkeringar .....	35
6.3. Underhållsstrategi för övrig vägutrustning .....	39
7 Referenser .....	40

# Ordlista

Begrepp	Innebörd
<b>Automatiserat fordon</b>	Fordon som har ett automatiserat körsystem som självständigt kan kontrollera och föra fordonet under hela eller en del av färden. <sup>1</sup>
<b>C-ITS</b>	Cooperative Intelligent Transport Systems, Samverkande intelligenta transportsystem – tjänster och teknik som möjliggör delning av data mellan inblandade aktörer (fordon, fordonstillverkare, infrastruktur, myndigheter m.fl.).
<b>Digital infrastruktur</b>	Digital infrastruktur kan delas upp i hård och mjuk infrastruktur. Den hårda är fysisk infrastruktur, till exempel master, kablar, datakommunikationsutrustning och sensorer. Det är dessa delar i systemet som rent fysiskt överför data. Den mjuka infrastrukturen handlar om datadelning och att data kan användas till att förbättra och skapa helt nya digitala tjänster och funktioner i transportsystemet. <sup>2</sup>
<b>Digitala tjänster</b>	Tjänster som tillhandahålls till förare och fordon med syfte att förbättra och förenkla körningen. Exempel på tjänster är karttjänster för navigering och information om trafiksituation.
<b>Förarstödssystem</b>	Fordon utrustat med teknik som stöder föraren. Förarstödssystemens funktion säkerställs på olika sätt, exempelvis genom att själva läsa in sin omgivning och/eller hantera digital information om infrastrukturen och trafiken för att automatiskt agera i olika situationer eller under vissa förutsättningar. Vissa förarstödssystem fungerar utan någon interaktion med infrastrukturen, medan andra interagerar med exempelvis vägmarkeringar för att upprätthålla funktionen. Vid körning av fordon utrustade med förarstödssystem är föraren ansvarig för och övervakar körningen, även då förarstödssystemen är aktiva.
<b>ITS</b>	Intelligenta transportsystem – system i vilka informations- och kommunikationsteknik tillämpas på vägtransportområdet, inklusive infrastruktur, fordon och användare, och för trafikledning och mobilitetshantering, samt för gränssnitt mot andra transportslag.
<b>LDW</b>	Lane departure warning, körfältsassistans – system som hjälper föraren att reducera risken att fordonet i vissa situationer oavsiktligt lämnar eget körfält

---

1 [Förordning \(2017:309\) om försöksverksamhet med automatiserade fordon](#) Svensk författningssamling 2017:2017:309 t.o.m. SFS 2020:754 – Riksdagen

2 Regeringskansliet, 2018. Digital infrastruktur. Hämtad från: <https://www.regeringen.se/regeringens-politik/digitaliseringsstrategin/digital-infrastruktur/>

<b>LiDAR</b>	Light detection and ranging - ljusradar. Ett optiskt mät-instrument som mäter egenskaper hos reflekterat ljus för att finna avståndet till och/eller andra egenskaper hos ett avlägset föremål.
<b>LKA</b>	Lane keeping assistance - system som övervakar fordonets positionering inom körfältet och påkallar förarens uppmärksamhet när fordonet är på väg att lämna körfältet.
<b>Nationella stamvägnätet</b>	Utgörs av europavägar samt sex riksvägar.
<b>ODD</b>	Operational design domain (ODD) innebär att körsystemen endast kan köra under villkorade förhållanden, och kommer inte att genomföra körningen om villkoren inte är uppfyllda.
<b>Radar</b>	Teknik för upptäckt och avståndsbestämning med hjälp av radiovågor.
<b>SAE-nivåer</b>	Ett klassificeringssystem med sex nivåer framtaget av Society of Automotive Engineers. Innehåller taxonomi och definitioner för termer relaterade till drivande automationssystem för motorfordon på väg. Beskriver hur automatiserat ett fordon är.
<b>Underhållstyp väg</b>	Trafikverkets indelning Underhållstyp 1: Vägar i storstadsområden Underhållstyp 2: Vägar som bildar större sammanhängande stråk Underhållstyp 3: Vägar för dagliga resor och arbetspendling Underhållstyp 4 Övriga för näringslivet viktiga vägar Underhållstyp 5: Vägar som är viktiga för landsbygden Underhållstyp 6: Övriga vägar
<b>Vägmarkeringar</b>	Vägmarkeringar förekommer som längsgående (kant-, mitt- och körfältslinje) samt som tvärgående och övriga markeringar (pil, hastighet, övergångsställe, stopplinje, m.m.). Vägmarkeringar målas med vit färg (gul vid vägarbeten) på vägen och används för att reglera, varna eller vägleda trafiken.  Vägmarkeringar förekommer antingen separat eller tillsammans med vägmärken eller andra anordningar. Vägmarkeringar kan vara släta med 100 % täckning. De kallas typ I-markering. Vägmarkering kan vara profilerade med 60 % alternativt 100 % täckning. De kallas typ II-markering.
<b>Vägutrustning</b>	Vägutrustning är sådana väganordningar som är avsedda för skydd, belysning, trafikstyrning eller information. Till vägutrustning räknas till exempel vägräcken, vägmärken, belysningsanordningar, trafiksignaler, bullerskärmar, vägmarkeringar, kantstolpar och stängsel.



# 1 Inledning

Användningen av fordon med förarstödssystem och automatiserade fordon kan bidra till att uppnå de transportpolitiska målen (exempelvis genom ökad trafiksäkerhet) samt ge andra nyttor som ökad bekvämlighet.

Transportsystemet genomgår en förändring genom introduceringen av uppkopplade fordon som kan skicka och ta emot information. Moderna fordon har avancerade förarstödssystem som kan hjälpa föraren i vissa situationer. Inom en snar framtid (5-10 år) förväntas dessa system, i kombination med digitala kartsystem, kunna ta över körningen under vissa delar av resan så att fordonet blir självkörande. Ingen fordonstillverkare ställer idag krav på information eller tjänster från myndigheter eller väghållare. De förlitar sig på att fordonets egna sensorer och algoritmer ska räcka för att förarstödsystemen ska fungera oavsett tillgång till extern information.

## 1.1. Regeringens uppdrag till Trafikverket

Regeringen gav i oktober 2021 Trafikverket i uppdrag att redogöra för vilka krav som ska ställas på den statliga väginfrastrukturens tillstånd samt bedöma och redogöra för behov av åtgärder för att möjliggöra användning av automatiserade fordon med förarstödjande teknik.

Trafikverket ska redovisa hur stor del av den statliga väginfrastrukturen som bedöms hålla en sådan standard att det medger möjlighet till användning av uppkopplade och automatiserade körsystem i fordon.

Trafikverket ska redogöra för vilka åtgärder som behöver vidtas för att säkerställa att befintlig väginfrastruktur ska kunna användas av automatiserade fordon. Trafikverket ska vidare ta fram en underhållsstrategi för vägmarkeringar och annan viktig utrustning i syfte att främja och stödja automatiserade fordon. Dessutom ska Trafikverket redogöra för om det finns alternativa tekniska lösningar som kan komplettera eller ersätta delar av dagens väginfrastruktur för att öka tillgängligheten och säkerheten vid framförandet av automatiserade fordon med förarstödjande teknik.

## 1.2. Automatiseringsnivåer

Den varierande graden av förarstöd och automatisering beskrivs med hjälp av vedertagna SAE-nivåer. SAE International (Society of Automotive Engineers) publicerade klassificeringssystemet för sex olika automatiseringsnivåer år 2014.

## Automatiseringsnivåer

**Nivå 0:** Ingen automatisering

**Nivå 1:** Förarstöd exempelvis i form av ACC (Adaptive Cruise Control) för att hålla avstånd till framförvarande fordon eller LKA (Lane Keeping Assist) för att hålla fordonet inom ett körfält

**Nivå 2:** Förarstöd som kombinerar styrning, acceleration och inbromsning

**Nivå 3:** Fordonet kan ta över körningen under vissa förhållanden, exempelvis på valda vägsträckor vid vissa tidpunkter, men föraren ska alltid vara beredd att ta över fordonet. Föraren kan potentiellt finnas på annan plats och styra fordonet därifrån

**Nivå 4:** Fordonet är delvis självkörande och kan ta över körningen fullt ut under vissa förhållanden, exempelvis på valda vägsträckor vid vissa tidpunkter. Fordonet ska också klara av att stanna på ett säkert ställe om föraren inte tar över när fordonet indikerar att AD-körning inte längre är tillåten. Dessa fordon kan nyttja uppkoppling för att ge assist om det exempelvis är lämpligt att korsa en heldragen linje om vägen är blockerad

**Nivå 5:** Fordonet är helt självkörande och klarar körningen på alla vägsträckor och under alla förhållanden

### 1.3. Trafikverkets ställningstaganden avseende digitalisering av vägtransporter

Under 2021 beslutade Trafikverket ett antal ställningstaganden avseende digitalisering av vägtransporter som speglar Trafikverkets rådande kunskapsläge och inriktning för den fortsatta utvecklingen av uppkopplade och automatiserade vägtransporter. Ställningstagandena redovisas i Trafikverkets Färdplan för ett digitaliserat vägtransportsystem<sup>3</sup>. I samband med transportsystemets utveckling behöver kunskapen öka om hur Trafikverkets verksamhet och infrastruktur kan förbättras för att förstärka de positiva effekter som fordon med avancerade förarstödssystem kan ge i transportsystemet. För en effektiv samverkan krävs en samsyn hos involverade aktörer samt att varje aktör är tydlig med sin roll, ansvar och sättet att interagera med andra.

#### Fysisk väginfrastruktur

- Utgångspunkten är att intelligensen primärt finns i fordonen inte i väginfrastrukturen. Trafikverket har därmed en restriktiv hållning till att anpassningar av väginfrastrukturen görs för att stödja fordon med avancerade förarstödssystem, uppkoppling och automatiserade fordon.

3 Trafikverket, 2022. Färdplan - digitaliserat vägtransportsystem: version år 2022. Hämtad från: <https://trafikverket.diva-portal.org/smash/get/diva2:1651947/FULLTEXT01.pdf>

För att fordon som säljs på den Europeiska marknaden ska fungera i hela EU behöver fordonen kunna hantera olika trafikmiljöer och vägstandarder. Intelligensten bör därför primärt finnas i fordonen. Med hänvisning till de utredningar och forskningsprojekt som har genomförts samt dialoger inom EU, CEDR (Conference of European Directors of Roads) och CCAM (Connected, Cooperative & Automated Mobility) kring kunskapsläget, är bedömningen att fordonens förmågor ("intelligens") kommer att öka väsentligt de närmaste åren. Utgångspunkten är att Trafikverket inte ska genomföra större anpassningar av den fysiska väginfrastrukturens utformning för att stödja automatiserad körning. Vid tillämpningen kommer Trafikverkets ansvar inom totalförsvaret att beaktas vilket kan föranleda undantag från huvudprincipen. Anpassning av den fysiska infrastrukturen kan även behöva övervägas för att möta social inkludering av olika grupper.

#### **Kommunikationslösningar**

- Trafikverket ser kommersiella kommunikationslösningar från externa aktörer som den primära bäraren för datautbyte till och från fordon
- Trafikverket har tillsvidare inte för avsikt att etablera vägsidesutrustning för kommunikation direkt till fordon. Skulle sådana lösningar längre fram visa sig kostnadseffektiva på vissa vägsträckor kan det dock bli aktuellt då
- Trafikverket ska inom ramen för sitt uppdrag främja och underlätta utvecklingen av IT- och kommunikationsinfrastruktur längs statligt vägnät. Utvecklingen drivs företrädesvis av olika marknadsaktörer

Sverige är ett glesbefolkat land med stort vägnät där kostnaden för vägsidesutrustning blir stor. Kommunikation från vägsidesutrustning kan göras med olika tekniker. Idag finns det inga tydliga användningsfall och teknikval är inte tydliga. Trenden tycks gå mot mobilnätslösningar med integrerad kapacitet för korthållskommunikation. Tjänster i Trafikverkets fibernät kan endast erbjudas där det inte redan finns en fungerande marknad för elektronisk kommunikation. Trafikverket har inte ett uppdrag att tillhandahålla kommunikationskapacitet till marknaden. Huvudprincipen är att offentliga aktörer, med undantag för bolag, inte ska bedriva kommersiell verksamhet i konkurrens med privata aktörer. Trafikverkets ansvar inom ramen för totalförsvaret kan kräva förmågor utöver denna princip. Detta kommer då att beaktas.

#### **Vilka data ska Trafikverket tillhandahålla**

- Trafikverket ska tillhandahålla maskinläsbar data som beskriver trafikregler, egenskaper i den statliga infrastrukturen och aktuell status på platser eller sträckor i den infrastruktur som vi ansvarar för.

Trafikverket ska tillhandahålla de data som vi är källa till och ge externa aktörer så goda förutsättningar som möjligt för att etablera tjänster som stödjer trafikanter, resenärer och godstransporter. Trafikverket ska inte konkurrera med marknadens aktörer, inte snedvrیدا en fungerande mark-

nad och inte heller ta egna resurser i anspråk i onödan. Trafikverket behöver se över vilka data vi tillhandahåller idag och vilka data vi ska tillhandahålla på sikt samt belysa konsekvenser av att inte tillhandahålla vissa data. It-säkerhetsaspekter vid tillhandahållande av data behöver självfallet beaktas.

#### **Hur ska Trafikverket tillhandahålla data**

- Trafikverket ska sträva efter att tillhandahålla data på de sätt och i de kanaler där detta ger störst samhällsnyttoeffekter (social och ekonomisk hållbarhet, trafiksäkerhet, framkomlighet och miljö)

Trafikverket ska ge externa aktörer så goda förutsättningar som möjligt för att etablera tjänster som stödjer trafikanter, resenärer och godstransporter. Här kan till exempel nämnas den förstudie för en grunddatadomän för transportområdet som Trafikverket genomför tillsammans med Myndigheten för digital förvaltning, Transportstyrelsen, Sjöfartsverket, Luftfartsverket, Trafikanalys och VTI som syftar till att tillgängliggöra data med stor nytta för samhället. Trafikverket ska samarbeta med kommersiella aktörer och tillhandahålla data i de kanaler som når flest antal förare och fordon. Denna information bör redan nu utformas så den kan användas av fordon. Trafikverket bidrar på så sätt med att påskynda marknadspenetrationen av förarstödssystem.

För att säkerställa att den direkta mottagaren av Trafikverkets data vet att den kommer från Trafikverket så behövs en säker kanal för att tillhandahålla data och att dess autenticitet kan säkerställas.

Trafikverket ska inte tillhandahålla realtidsdata direkt till fordonen utan via andra aktörers molntjänster.

#### **Vägmarkeringar**

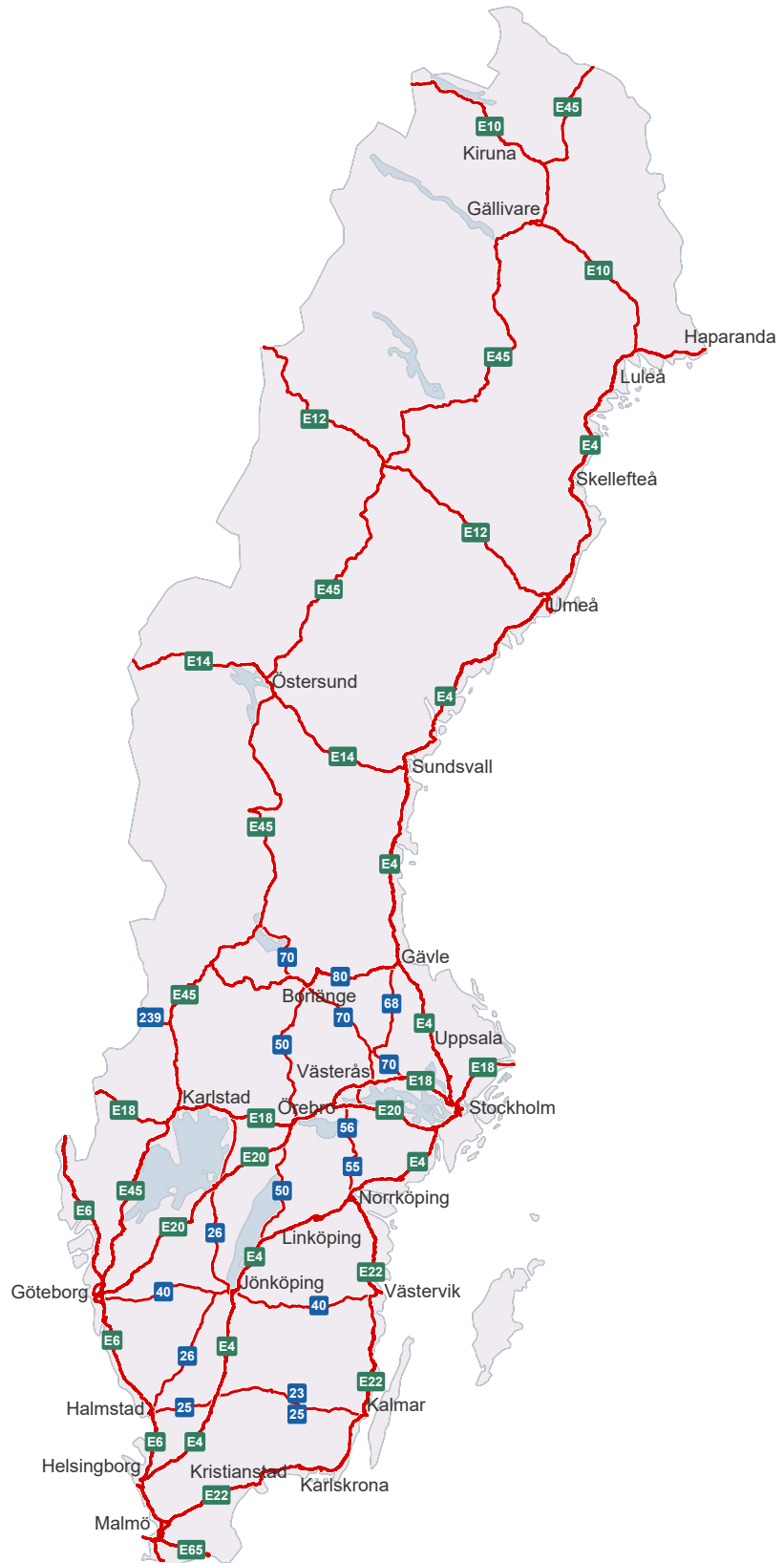
- Trafikverket eftersträvar en standard på fysiska vägmarkeringar som även beaktar de positiva trafiksäkerhetseffekter som fordon med avancerade förarstödssystem kan ge.

## **1.4. Avgränsningar för uppdragets omfattning**

Trafikverket har avgränsat detta uppdrag på följande sätt:

### **1.4.1. Vägnät**

Innehållet i rapporten delas in i det nationella stamvägnätet och övriga statliga vägnätet. Det nationella stamvägnätet utgörs av Europavägarna och sex större riksvägar. Tiden som Trafikverket tilldelats för att genomföra regeringsuppdraget ger inte utrymme för att göra en fullständig analys av det övriga statliga vägnätet utifrån de behov som fordon med förarstödssystem och automatiserade fordon har.



# SVERIGE

Datum: 2022-06-10

Skala (A4): 1:6 500 000

Konfidentialitetsnivå: 1 Ej känslig

0 50 100 150 200 km

© Lantmäteriet, Geodatasamverkan

— Nationellt stamvägnät

Figur 1 Det nationella stamvägnätet

Det nationella stamvägnätet utgör 8 % av det statliga vägnätet och 50 % av allt trafikarbete sker där.

Vägnät	Antal km
Statliga vägar	98 500
Belagda statliga vägar	78 500
Nationella stamvägnätet	8 200

Tabell Statliga vägar i Sverige

## 1.4.2. Klimatologiska förutsättningar i Sverige

Uppdraget avgränsas till att omfatta förutsättningar för synbarhet för igenkänning av t ex vägmärken och detekteringsmöjligheter för t ex vägmarkeringar vid så kallade barmarksförhållande.

Att under vinterförhållanden kunna garantera optimal synbarhet och detekterbarhet av olika delar i väginfrastrukturen skulle kräva omotiverat stora investeringar i vägnära utrustning samt stora satsningar i drift- och underhållsverksamheten.

## 1.5. Trafiksäkerhet

Utvecklingen och införandet av automatiserade förarstödsystem bidrar till höjd trafiksäkerhet. Förarstödsystemen i dagens fordon hjälper föraren i kritiska situationer med syfte att undvika olyckor. Cirka  $\frac{1}{3}$  av de personer som omkommer i vägtrafiken färdas på det nationella stamvägnätet och  $\frac{2}{3}$  på det övriga statliga vägnätet. Hur stor del av olyckorna som skulle kunna undvikas med hjälp av förarstödsystem och/eller automatiserade fordon är svårt att identifiera. Studier har visat att fordon utrustade med förarstödsystem för kurshållningsassistans kan minska personskadeolyckor (mötes- och singelolyckor) med ca 30 % i befintliga förhållanden. Effekterna av LDW och LKA är beräknade på trafikarbetet som sker med personbilar, vilket är ca 80 % av det totala trafikarbetet. Effekten om tunga fordon utrustades med LDW och LKA är inte inkluderad i beräkningen.<sup>4</sup>

Samtliga nya fordon med mer eller mindre avancerade förarstödsystem använder information från kameror, radar och sensorer för att stödja eller genomföra olika köruppgifter. De allra mest avancerade fordonen idag är även utrustade med LiDAR som standard vilken inhämtar detaljerad information om fordonets omgivning och har en längre räckvidd än kamera och radar. Adaptiv farthållare (ACC) i fordonen är en teknik som använder information om hinder från radar och hjälper föraren att hålla ett säkert avstånd till framförande fordon. Kameran i fordonen har bland annat till uppgift att detektera vägmarkeringar och därmed ge förutsättningar för kurshållnings-

---

4 Traffic Safety Potential and Effectiveness of Lane Keeping Support. Doktorsavhandling av Simon Sternlund (2020).



assistans. Kurshållningsassistans kan varna föraren och även styra om fordonet till sin rätta kurs. LiDAR, kameror, radar och andra sensorer har till uppgift att samla in information som bearbetas av fordonets dator för att säkert föra fram fordonet. Genom att använda information mellan olika datakällor skapas nödvändig redundans i systemen.

Internationella och nationella studier visar på stora trafiksäkerhetshöjande effekter kopplat till tekniken kurshållningsassistans där vägmarkeringar fyller en viktig förutsättningsskapande funktion när de är detekterbara.

## 1.6. Bedömd utveckling av fordonsflottan

Det finns fordon med automatiseringsnivå (SAE-nivå) 1 och 2 i trafik i Sverige redan nu. Trafikverket har gjort en bedömning av fordonsflottans utveckling och en grov uppskattning är att cirka 30 % av trafikarbetet i Sverige utförs med fordon utrustade med kurshållningssystem.<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> Bedömning av fordonsflottans utveckling är baserat på information om antal sålda bilar via Mobility Sweden (fd. Bilsweden, <https://mobilitysweden.se/>) samt information om förarstödssystem via Euroncap (<https://www.euroncap.com/sv>)

Ett flertal förarstödssystem kommer att införas som standard i och med EU:s skärpta säkerhetskrav på fordon<sup>6</sup>. De flesta systemen införs i alla nya fordons-typer med start från och med den 6 juli 2022 och övriga system blir standard från den 7 juli 2024. Systemen införs eftersom användningen av dem har stor påverkan på att minska antalet omkomna och allvarligt skadade i vägtrafiken. Exempel på system som ska finnas som standard är intelligent stöd för anpassning av hastighet (ISA). För personbilar och lätta lastbilar kommer även automatisk nödbroms och kurshållningssystem att finnas som standard.

Det pågår även tester med högre automatiseringsnivåer, dock på avgränsade sträckor eller i låga hastigheter.

Med hänsyn till utvecklingen i omvärlden bedömer Trafikverket att det högst troligen kommer att finnas kommersiella fordon med automatiseringsnivå 4 i trafik i Sverige inom en tioårsperiod, åtminstone i begränsad skala och främst inom yrkestrafiken.

Det finns i dagsläget ett flertal förarstödssystem (automatiseringsnivå 1 och 2) tillgängliga i nyare fordon och fler kommer att tillkomma under de närmsta åren. Fordon med förarstödssystem kommer att utgöra en betydande del av trafikarbetet på tio års sikt. Andelen fordon med automatiseringsnivå 3 och 4 kommer bero på bl.a. utveckling av de juridiska förutsättningarna, utrustning i nya fordon, implementeringstakt i försäljning och penetrations-takt i trafikarbetet.

Fordon med automatiseringsnivå 4 ställer inte andra synbarhetskrav eller krav på framkomlighet än vad fordon med automatiseringsnivå 3 gör.

Trafikverket bedömer att det tar cirka tjugo år att byta ut större delen av den svenska fordonsparken. I dagsläget är det inte tillåtet med automatiserade fordon med automatiseringsnivå 3 i Sverige och det är därför svårt att säga hur stor del av fordonsflottan som kan komma att utgöras av fordon med automatiseringsnivå 3 och 4 om tio år (men det finns olika scenarier framtagna, se avsnitt 1.6.1).

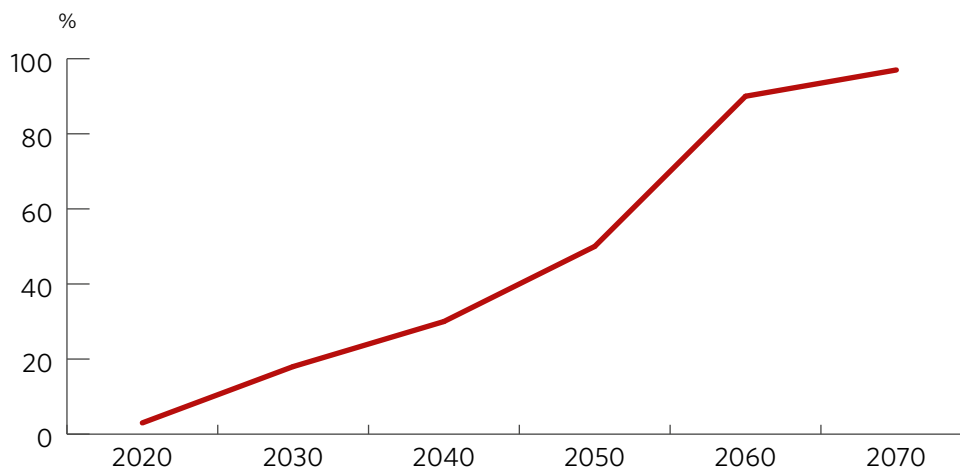
Tekniken för automatiserade fordon kan utvecklas snabbt. Men för att möjliggöra användande av de tekniska lösningarna krävs komplettering med regelverk kring bland annat ansvarsfrågan. Det som skiljer ett fordon med automatiseringsnivå 2 från ett fordon med automatiseringsnivå 3 är i stora delar administrativa och juridiska aspekter snarare än tekniska.

---

6 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R2144&qid=1646054121087&from=SV>

### 1.6.1. Olika scenarier

Utvecklingen är osäker, men det finns en S-kurvteori som används som förutsägelse av andelen automatiserade fordon (Figur 2. Liu, Tight, et al. 2019)<sup>7</sup> globalt. Förutsägelsen visar att andelen automatiserade fordon kommer att utgöra 20 % på 2030-talet för att öka till 50 % på 2050-talet.



Figur 2 Förutsägelse för implementering av automatiserade fordon. Bild från Liu, Tight, et al. (2019).

En rapport av KPMG<sup>8</sup> (2017) förutspår att de automatiserade fordonen utgör 25 % av fordonsparken år 2035 och över 50 % år 2050.

I en rapport av Aigner et al.<sup>9</sup> (2019) är fordonen indelade i flera olika kategorier. Andelen automatiserade fraktfordon bedöms uppgå till 90 % redan år 2040 (högt scenario). Bedömningen i samma rapport är att nya personbilar med automatiseringsnivå 3-4 som säljs år 2040 kommer att utgöra 20 % (lågt scenario) till 80 % (högt scenario).

En utökad strategi för underhåll (se kapitel 6) bedöms ge positiv trafiksäkerhetseffekt även för fordon utan förarstödssystem eftersom synbarheten på vägutrustningen ökas.

7 Liu, Y., Tight, M., Sun, Q. och Kang, R. 2019. A systematic review: Road infrastructure requirement for Connected and Autonomous Vehicles (CAVs). In Proceedings of the Journal of Physics: Conference Series, 2019. IOP Publishing. 042073.

8 KPMG. 2017. Impact of Autonomous Vehicles on Public Transport Sector.

9 Aigner, W., Kulmala, R. och Ulrich, S. 2019. D2.1 Vehicle fleet penetrations and ODD coverage of NRArelevant automation functions up to 2040. MANTRA project, CEDR Transnational Road Research Programme.

## 2 Automatiserade fordon och den fysiska väginfrastrukturen

På lång sikt är det möjligt att delar av den fysiska väginfrastrukturen kompletteras eller ersätts med digital infrastruktur, men det är inte troligt att några större förändringar sker i närtid. I det kortare perspektivet måste den fysiska infrastrukturen utformas så att den kan användas av både mänskliga förare och av automatiserade fordon.

Automatiserade fordon använder sig av flera källor för att samla in, läsa och tolka sin omgivning (alltså inte enbart den fysiska vägutrustningen). Till exempel kan fordonet nyttja en kartering av vägnätet, det vill säga att en högupplöst digital kopia av världen. Om det sker ändringar av vägmiljön som avviker från kartan behöver fordonet få information om detta.

Det pågår flera initiativ internationellt och på EU-nivå för att bestämma specifikationer för den fysiska infrastrukturen (exempelvis vägmarkeringar) samt för att harmonisera och främja utvecklingen av digital infrastruktur och digital information. Trafikverket följer utvecklingen samt deltar i arbetet på flera sätt.

Krav och riktlinjer för utformning av statliga vägar regleras inom exempelvis:

- Convention on Road Signs and Signals, ECE år 1968
- EU-förordningar, Europastandarder (EN) samt olika former av överenskommelser inom EU
- Vägmärkesförordningen SFS 2007:90
- TSFS 2014:30, 2014 Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd om trafiksignaler
- TSFS 2010:171, 2010, TSFS 2019:74, 2019 Transportstyrelsens föreskrifter om vägmarkering, vägmärken och andra anordningar
- VGU (Vägars och gators utformning) publ.nr 2022:001 resp. 2022:002. Som komplement till VGU finns ett antal handböcker och andra dokument som ger råd, exempel på utformningar och mer detaljerade anvisningar.

### 2.1. Vägutformning

Det finns förhållandevis lite litteratur som tar upp hur och om vägutformningen behöver anpassas till fordon med förarstödssystem och automatiserade fordon. En anledning kan vara att det av kostnadsskäl helt enkelt inte är rimligt att genomföra några större förändringar i den befintliga väginfrastrukturen och då blir det inte heller ett alternativ för fordonstillverkarna att göra sig beroende av att vägarna ska vara utformade på ett visst sätt.

Den enda konkreta och potentiella förändring av vägutformningen som diskuteras i litteraturen är dedikerade körfält för automatiserade fordon. Det finns studier som pekar på förbättrad kapacitet och framkomlighet under vissa förutsättningar, men det är svårt att dra några generella slutsatser. I litteraturen finns inga färdiga lösningar på hur dedikerade körfält ska utformas och det saknas till stor del kunskap om hur det påverkar körbeteendet hos förare av manuellt körda fordon. Utifrån det underlag som finns går det inte att ge några rekommendationer om huruvida dedikerade körfält ska användas.

Vad gäller väggeometri (kurvatur, siktsträckor, körfältsbredder etc.) så är forskningen begränsad, men de studier som finns talar för att det är de manuellt körda fordonen som kommer att vara dimensionerande så länge fordonsflottan består av en blandning av manuellt körda fordon och automatiserade fordon. Ingen litteratur har hittats om fysisk utformning av korsningar och vävningsituationer för automatiserade fordon, däremot finns en stor mängd studier som handlar om styrning i korsningar och liknande via digital funktionalitet.

Ett automatiserat fordon har behov av att kunna stanna säkert i händelse av att det är på väg att hamna i omständigheter som det inte är designat eller validerat för. Utifrån den begränsade litteratur som har hittats går det inte att dra några slutsatser om huruvida dagens utformning av till exempel vägrenar, nöduppställningsplatser och sidoområden är tillräcklig för att kunna hantera de nödsituationer som kan uppstå.





## 2.2. Vägutrustning (inklusive vägmarkeringar)

Vägmarkeringar är mycket viktiga för fordon med förarstödsystem och automatiserade fordon, men även annan vägutrustning kan ha stor betydelse för framförandet av dessa fordon, exempelvis vägräcken, kantstolpar, belysning, trafiksignaler, vägmärken och variabla skyltar.

Avläsning av den fysiska väginfrastrukturen förväntas utgöra en av komponenterna i fordon med förarstödsystem (exempelvis kurshållningsstöd) och automatiserade fordons positionering. En grundprincip för automatiserade fordon är att de behöver ha redundans i sin informationsinhämtning, det vill säga de behöver av säkerhetsskäl inhämta information om till exempel sin position från mer än en sensor och källa. Det innebär att enskilda komponenter i vägmiljön aldrig kan vara avgörande för automatiserade fordons

funktionalitet. Fordonen måste kunna hantera ett bortfall eller förändring (t.ex. vid vägarbete) av den information som inhämtas från avläsning av vägmarkeringar. För att skapa redundans kan den fysiska väginfrastrukturen kompletteras med digital infrastruktur och digitala tjänster som möjliggör, stödjer eller effektiviserar den automatiserade trafiken. Vägmarkens placering, när två vägar ligger nära intill varandra, kan behöva ses över för att undvika att fordonen registrerar information från fel vägmärke.

Den forskning som gjorts<sup>10</sup> visar att nybyggnadskraven på vägmarkeringar i befintliga regelverk ( $150 \text{ mcd/lx/m}^2$ ) uppfyller fordonens krav på synbarhet och att vägmarkeringarna då är maskinläsbara. De mest moderna förarstödsystemen är lika bra som det mänskliga ögat på att detektera vägutrustning. Det innebär att även med slitage är vägutrustningen detekterbar<sup>11</sup>. Systemen ska därmed kunna hantera vägmarkeringar med retroreflektion  $>100 \text{ mcd/lx/m}^2$  vilket är den nivå som Trafikverket strävar efter att tillhandahålla.

Våtsynbara linjer ökar synbarheten för människor, men det saknas studier om hur maskinläsbarheten påverkas. En stor utmaning för att bibehålla läsbarheten av vägmarkeringar är att hålla dem rena från smuts, snö och is.

Överlag uppfylls kraven på synbarhet för vägmarkeringar, men det finns partier där markeringar inte är synbara för ögat. Detta är oftast i kurvor samt där antalet körfält ökar/minskar. På dessa platser med mycket trafik slits vägmarkeringarna väldigt snabbt, främst på grund av personbilarnas dubbdäck. På vissa stråk skulle därför behövas åtgärder upp till två gånger per år. Utöver detta slitage förekommer även längre sträckor (och hela vägsträckor) där vägmarkeringarna inte är synbara. Variationerna är stora i landet och även mellan olika vägtyper. Omfattningen är svår att uppskatta eftersom Trafikverket saknar system för att verifiera och kontrollera detta.

De befintliga funktionskraven på vägmärken och trafiksignaler kan behöva kompletteras med krav för maskinläsbarhet. I praktiken förväntas det inte ge några större konsekvenser för den vägutrustning som finns på vägarna idag. För vägmärken och trafiksignaler saknas litteratur om funktionskrav, vilket möjligen kan tolkas som att funktionen hos dessa i allmänhet är tillräckligt god för maskinläsning. Arbeten med att ta fram förslag till krav och riktlinjer för maskinläsbarhet pågår inom flera europeiska projekt och initiativ. Radarreflektorer installerade i vägmiljön kan möjligen komma att efterfrågas för att stödja positioneringen på vissa platser eller under vissa betingelser.

På vägar utanför tätorter kan de flesta vägmärken förväntas vara väl synliga eftersom sådana vägar omges av en säkerhetszon där fasta föremål som inte är nödvändig vägutrustning inte får finnas. Det finns därför inget som talar för att placering av vägmärken behöver förändras på något väsentligt sätt på det avgränsade vägnätet. På det lågtrafikerade vägnätet är Trafikverkets krav

---

10 Maskinläsning av vägmarkering, VTI 2022/0018-8.4.

11 Lane Departure Warning System - LDW Samband mellan LDW:s och vägmarkeringars funktion. VTI-notat 15-2010.

på synbarhet på vägmärken lägre och konsekvenserna av detta för fordon med förarstödssystem och automatiserade fordon är inte utredda.

Trafikverket kan behöva förbättra riktlinjer för hur vägmärken kan och/eller får användas (i dagsläget kan vägmärken användas på sätt som gör informationen svårtolkad för systemen i fordonen)

Det saknas kunskap om huruvida kraven på vägbelysning behöver förändras med införandet av automatiserade fordon.

Nedfrästa vägmarkeringar (linjen skyddas av att den ligger lägre än vägytan) används till exempel i Norge. Att fräsa ner linjerna ökar kostnaderna men kan vara samhällsekonomiskt effektivt över tid eftersom det minskar behovet av underhåll eftersom slitaget minskar. Dock kan det medföra en viss ökning av kostnader för beläggningsskador.

Minsta bredd på kant- och mittlinjer i Sverige är 100 mm på övriga statliga vägnätet, men bredare markeringar skulle kunna öka trafiksäkerheten för fordon med förarstödssystem och automatiserade fordon. Studier pågår både i Sverige och internationellt.

Enhetliga geometriska utformningar av vägmarkeringar utifrån synbarhet, slitagetålighet och buller är viktigt att fastslå. Vidare bör utredas om 60 % täckta vägmarkeringar är godkända för att användas på tvåfältsvägar.

Det kan finnas behov av att använda till exempel vägmarkeringar och/eller vägmärken för att ge anvisningar om var automatiserade fordon får eller ska köra.

## 2.3. Slutsatser

- Kraven i de lagar, förordningar och regelverk som redovisas i inledningen av kapitel 2 bedöms vara tillräckliga för att fordon med förarstödssystem och automatiserade fordon ska kunna framföras på det statliga vägnätet
- Det finns inget som talar för att i närtid göra några förändringar i gällande regelverk och riktlinjer för vägutformning. Men det är viktigt att följa forskningen och utvecklingen, eftersom kunskapsläget kan komma att förändras i takt med att allt fler studier och tester genomförs med automatiserade fordon på allmän väg
- Ombyggnad är inte nödvändig eller motiverad eftersom Trafikverket utgår från att tekniken i fordonen utformas för att kunna trafikera hela det statliga vägnätet
- Vägmarkeringar som är synliga för det mänskliga ögat är tillräckligt bra vilket innebär att Trafikverket strävar efter att tillhandahålla vägmarkeringar med retroreflektion  $>100 \text{ mcd/lx/m}^2$
- Det är troligtvis lämpligt att använda våtsynbara (typ II-markeringar) vägmarkeringar i en större omfattning. Sådana vägmarkeringar finns redan på de flesta större vägar och utgör ett utökat krav i VGU sedan 2020

## 3 Andel väginfrastruktur med tillräcklig standard

### 3.1. Utformning

Utifrån den kunskap som finns bedömer Trafikverket att utformningen av de statliga vägarna håller sådan standard att de medger användning av fordon med förarstödssystem och automatiserade fordon.

### 3.2. Vägmarkeringar

Sverige har, till skillnad från flera andra länder, tolkat att Wienkonventionen från 1968 (*Convention on Road Signs and Signals, UNECE*) tillåter användning av intermittenta kantlinjer istället för heldragna kantlinjer. Skälet är troligen att möjliggöra för trafikanter att kunna använda vägrenen, exempelvis vid möte, utan att begå ett lagbrott. Heldragen kantlinje är i Sverige vanligast på motorväg och på 2+1-vägar, oftast i kombination med räfflad vägren. I många andra länder är kantlinjen vanligen heldragen och mer sällan streckad.

Det är troligt att heldragna linjer ger ökad synbarhet och därmed ökar trafiksäkerheten. Å andra sidan finns det tester som visar på att heldragna linjer leder till att trafikanterna ökar hastigheten vilket är negativt för trafiksäkerheten.

På vägar där vägbredden är mindre än 6 m finns det inte utrymme för mittlinjer. Detta kan de moderna förarstödssystemen hantera eftersom det räcker att det finns synliga kantlinjer för att fordonen ska kunna positionera sig.

#### 3.2.1. Bakgrund

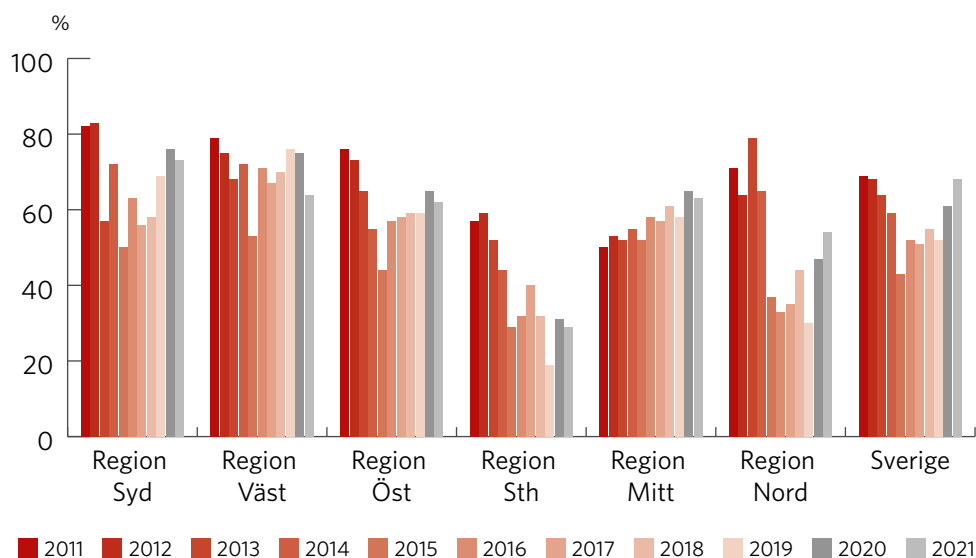
Trafikverket genomför årligen tillståndsmätningar på långsgående vägmarkeringar. De tvärgående vägmarkeringarnas tillstånd mäts inte.

Som underlag för utvärdering av tillståndet på Sveriges vägmarkeringar slumpas 456 unika objekt (vägsträckor) av Trafikverket för mätning. Objekten är cirka 10 km långa och jämnt fördelade över landet. För samtliga objekt registreras retroreflexion för torra vägmarkeringar tillsammans med luminanskoefficient, friktion och täckningsgrad.

Över tid har tillståndet varierat uppåt och nedåt, men trenden är sjunkande. År 2011 uppfyllde ca 70 % av det statliga vägnätet nybyggnadskraven för synbarhet på torr vägbana och år 2021 var måluppfyllelsen 56 % (svarta staplar i diagrammet nedan).

Entreprenadkostnaderna för vägmarkeringar har ökat med ca 40 % under perioden 2017–2021. Ökade priser och en nästan oförändrad ekonomisk ram har inneburit att volymen utförda vägmarkeringar minskat över tid.

I rapporten Tillståndsmätningar av vägmarkeringarnas funktion (2021) finns flera parametrar beskrivna kopplat till de krav som gäller för nylagda vägmarkeringar. Kravgränserna är samma som Trafikverkets gällande nationella riktlinjer för krav i upphandling av vägmarkering. Kraven tillämpas som nybyggnads- och garantikrav.



Figur 3 Andel väg där vägmarkeringarna har retroreflektion 150 mcd/lx/m<sup>2</sup> eller mer (hela statliga vägnätet)

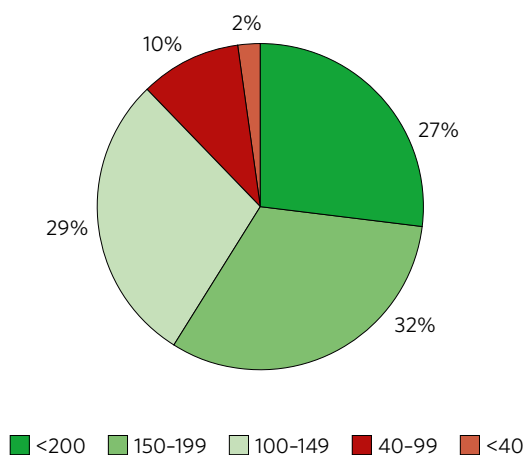
Släta vägmarkeringar syns på torr vägbanan, men för att synas i våta måste vägmarkeringarna vara profilerade.

I stort sett förekommer ingen större skillnad på vägmarkeringarnas synbarhet mellan det nationella stamvägnätet och övriga vägnätet utifrån tillståndsmätningarna, men det finns skillnader mellan Trafikverkets olika regioner. Slitage är störst på det nationella stamvägnätet men eftersom vägmarkeringarna där till stor del är heldragna och breda kompenseras det delvis och de uppfattas ändå som tillräckliga. Synbarheten är lägre på vägar av underhållstyp 5-6 där underhållet av vägmarkeringar prioriteras ner till förmån för de högtrafikerade vägarna.

### 3.2.2. Synbarhet på torr vägbanan på det nationella stamvägnätet

2019 infördes krav om prestandadeklarerat material för vägmarkeringar i Trafikverkets entreprenadkontrakt. Kravet innebär att vägmarkeringsmaterialiet skall klara nybyggnadskraven (150 mcd/lx/m<sup>2</sup>) under slitage samt att det delas in i olika slitageklasser. Detta ger förbättrad slitagetålighet och livslängd hos vägmarkeringarna.

På 88 % av det nationella stamvägnätet (gröna fält i diagrammet) är vägmarkeringarna av sådan kvalitet att de är synliga för mänskligt ögat och förarstödssystem på torr vägbanan (retroreflektion >100 mcd/lx/m<sup>2</sup>). På 12 % av det nationella stamvägnätet (röda fält i diagrammet) är vägmarkeringarna inte synliga.



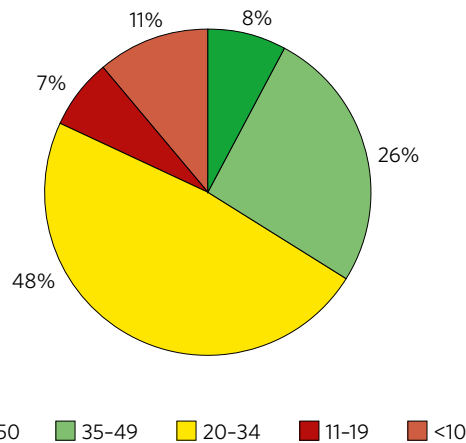
Figur 4 Andel av det nationella stamvägnätet som har vägmarkeringar som är synliga (grön) samt inte synliga (röd) uttryckt i nivå på retroreflektion (mcd/lx/m<sup>2</sup>) vid torrt väglag.

Viktigt att notera i sammanhanget är att på de delar av vägnätet där vägmarkeringarna är synliga kan det förekomma enskilda platser, främst kantlinjer i kurvor, där några få vägmarkeringar är så pass slitna att de inte syns. Vid intermittenta linjer innebär det att avsaknaden av linjer kan uppgå till 30–60 meter vilket kan innebära problem för fordon med förarstödssystem och automatiserade fordon. Dagens förarstödjande teknik kan hantera ett visst bortfall av synbara linjer, men litteraturen anger inga faktiska längder och det varierar mellan tillverkarna. Trafikverket förutsätter att tekniken kan hantera ett visst slitage och även kortare bortfall av synlig vägmarkering.

### 3.2.3. Synbarhet på våt vägbanan på det nationella stamvägnätet

Vägmarkeringar görs synbara i vått tillstånd genom att de ges en profilerad form som gör att de sticker upp genom vattenytan. Synbarheten är inte lika bra som i torrt tillstånd, men tillräckligt för att ge vägledning.

På 34 % av det nationella stamvägnätet (gröna fält i diagrammet) är vägmarkeringarna av sådan kvalitet att de är synliga för mänskligt öga och förarstödssystem på våt vägbanan. På 48 % av det nationella stamvägnätet (gult fält i diagrammet) är vägmarkeringarna delvis våtsynbara. På 18 % av det nationella stamvägnätet (röda fält i diagrammet) är vägmarkeringarna inte våtsynbara.



Figur 5 Andel av stamvägnätet som har vägmarkeringar som är synliga (grön), delvis synliga (gul) samt inte synliga (röd) uttryckt i nivå på retroreflektion (mcd/lx/m<sup>2</sup>) vid vått väglag

De våtsynbara vägmarkeringar som är profilerade (strukturerade) från början blir släta med tiden pga. slitage och förlorar då sin våtsynbarhet. Profilerade vägmarkeringar slits hårdare än släta vägmarkeringar. Vidare så är smuts ett stort problem eftersom det försämrar synbarheten i både torr och våt väderlek.

### 3.2.4. Synbarhet på övriga statliga vägnätet

Trafikverket har i dagsläget inga data som visar statusen för vägmarkeringarna på övriga statliga vägnätet eftersom vägmarkeringarna delas in enligt en egen klassificering av vägnätet.

En bedömning är att retroreflektionen vid torrt väglag är ungefär samma som på det nationella stamvägnätet, men det är inte säkert. Trafikverket har inget krav på våtsynbarhet för vägmarkeringar på övriga statliga vägnätet.

## 3.3. Vägmärken

Trafikverket genomför inte riktade tillståndsmätningar av vägmärken. Där- emot genomförs okulära inspektioner i samband med väginspektioner och vägmärken som bedöms vara för dåliga byts då ut.

Bedömningen är att i stort sett samtliga vägmärken på det nationella stam- vägnätet uppfyller de krav på läsbarhet som fordon med förarstödssystem och automatiserade fordon har.

På det övriga statliga vägnätet är det en stor variation mellan de olika väg- klasserna (sämst är uppfyllnad på det mest lågtrafikerade vägnätet och bättre vid högre vägklass). Många av hastighetsskyltarna har bytts ut när hastighetsgränser har förändrats. Av dessa uppskattas att över 90 % uppfyller kraven. Hos andra vägmärken är andelen som uppfyller synbarhetskraven lägre.

Det finns även vägmärken som är placerade på ett sätt som gör att det kan vara svårt för automatiserade fordon att tolka vilken väg de tillhör. Vägmärken kan även vara felplacerade i förhållande till gällande trafikföreskrifter.

### 3.4. Slutsatser

- Utformningen av de statliga vägarna behöver inte ändras baserat på de krav som fordon med förarstödssystem och automatiserade fordon har
- 88 % av det nationella stamvägnätet har vägmarkeringar som uppfyller krav på läsbarhet vid torrt väder och 34 % av vägnätet har vägmarkeringar uppfyller krav på läsbarhet vid vått väder
- Större delen av vägmärkena på det nationella stamvägnätet uppfyller de krav på maskinläsbarhet som fordon med förarstödssystem och automatiserade fordon har.



## 4 Behov av åtgärder

Trafikverket prioriterar åtgärder utifrån de resurser som finns tillgängliga och måste ha kunskap om vad som ger mest effekt för att kunna prioritera rätt. Efterhand som tekniken utvecklas kan andra typer av åtgärder och kombinationer av åtgärder vara mer effektiva än de som används idag.

För att möjliggöra trafikering med fordon med automatiseringsnivå 3 och högre måste nuvarande trafiklagstiftning ändras. Detta arbete är redan påbörjat av Transportstyrelsen och i dagsläget ges tillstånd för testverksamhet med denna typ av fordon.

### 4.1. Åtgärder vägmarkeringar

Det är svårt att optimera underhållet av vägmarkeringar vilket innebär att det inte går att precisera exakt var och när åtgärder ska genomföras. Oavsett insatser så kommer det alltid att finnas platser där vägmarkeringar inte är synbara för mänskliga ögat eftersom trafiken sliter på vägmarkeringarna från den stund de läggs på vägen. Dessutom finns det beläggningar som är i så dåligt skick att de inte medger tillräcklig vidhäftning för vägmarkeringar. Vidhäftning är en grundförutsättning för att vägmarkeringarna ska hålla över tid. Dessutom blir ibland kontrasten mellan beläggning och vägmarkering sämre när beläggningen åldras och blir ljusare i färg.

Trafikverket saknar ett samlat system för att följa utförda vägmarkeringsåtgärder och vägmarkeringarnas tillstånd och brister, istället beslutas åtgärder baserat på okulära besiktningar. Ambitionen är att informationen ska samlas in på annat sätt framöver, kanske genom att använda fordonsgenererad data som beskriver var kameror kan läsa respektive inte kan läsa vägmarkeringar.

Arbetet med att uppdatera och utveckla regelverk för utformning och utförandet av vägmarkeringar kommer att fortskrida.

Det saknas tillräcklig kunskap om hur kantlinjer bör utformas ur trafik-säkerhetssynpunkt för fordon med förarstödssystem och automatiserade fordon. Heldragna kantlinjer ger antagligen positiva effekter för automatiserade fordon eftersom synbarheten ökar och slitagekänsligheten minskar. Men det skulle kunna vara så att avståndet mellan två efterföljande markeringar kan ökas eftersom fordonens kameror klarar av att projicera en linje där emellan.

Slitagetåligheten är större på de vägmarkeringar som inte är våtsynbara vilket innebär att de är billigare att använda eftersom de inte behöver ersättas lika ofta. Vägmarkeringar som inte är våtsynbara är synliga vid vått väglag om det finns vägbelysning på sträckan. Det saknas kunskap om detta gäller även för fordon med förarstödssystem och automatiserade fordon.



## 4.2. Åtgärder övrig vägutrustning

Till skillnad från vägmarkering utsätts vägmärken för förhållandevis lite slitage. Istället lyfts andra faktorer som kan påverka maskinläsbarheten såsom felaktig placering av skyltarna eller skrymmande föremål. Detta behöver studeras för att, vid behov, genomföra förändringar.

Vägmärkenas placering och budskap stämmer inte alltid överens med trafikföreskriftens utbredning och budskap. Detta behöver åtgärdas, lämpligen med hjälp av en databas där vägmärken digitalt kan jämföras med trafikföreskrifterna.

Riktlinjerna för hur vägmärken kan och/eller får användas behöver förbättras. I dagsläget kan vägmärken användas på sätt som gör informationen svårtolkad.

Utformning och underhåll av övrig vägutrustning (exempelvis belysning) baserat på de behov som fordon med förarstödssystem och automatiserade fordon har behöver utredas.

## 5 Kompletterande digitala lösningar

I detta kapitel beskrivs den data, digitala information och tjänster som kan komplettera och i framtiden eventuellt ersätta delar av dagens väginfrastruktur för att öka tillgängligheten och säkerheten vid framförandet av fordon utrustade med förarstödssystem samt automatiserade fordon.

Data och digitala tjänster har potential att förbättra transportsystemet i alla skeden från planering av åtgärder till byggande och användning av transportsystemet. För att utveckla och tillhandahålla tjänster inom vägtrafikområdet behövs väg- och trafikdata av god kvalitet.

Många av de tjänster och utvecklingsmöjligheter som digitaliseringen innebär kräver EU-gemensamma lösningar. Tillgången till och utbytet av information inom bland annat transportsystemet är idag en prioriterad fråga hos såväl EU-kommissionen som Sveriges regering.

### 5.1. Data, digital information och tjänster

De flesta digitala tjänster och förarstödssystem som erbjuds i fordon idag kräver inte uppkoppling i realtid, men det ger mervärden<sup>12</sup>. Automatiserade fordon inom gods- och kollektivtrafik som kan köras och övervakas på distans, till exempel från ett kontrolltorn, kräver däremot uppkoppling i realtid. Automatiserade fordon använder sig av flera källor för att samla in, läsa och tolka sin omgivning, primärt data från fordonets egna sensorer. Informationen kan kompletteras med data från externa källor innan den bearbetas av algoritmer och artificiell intelligens för att besluta om hur fordonet ska agera.

#### 5.1.1. Uppkopplade och samverkande system samt tjänster

Uppkopplade och samverkande system samt tjänster för automatiserade fordon baseras på information som ges och uppdateras i realtid, och kan exempelvis möjliggöra att förare och fordon får information om vägarbeten, svåra väderförhållanden samt prioritet vid trafiksignaler. Tjänster för väg- och trafikinformation förutsätter vanligen att fordonen är uppkopplade för att informationen ska kunna uppdateras och nå föraren eller fordonet i realtid. Automatiserade fordon ska däremot kunna fungera på ett trafiksäkert sätt utan uppkoppling så att inte farliga situationer uppstår om uppkopplingen försvinner. Uppkoppling kan förhöja funktionaliteten i och med att informationsutbyte mellan fordon, infrastruktur och omgivningen möjliggör eller förbättrar vissa förarstödssystem och automatiserade fordon. Genom uppkoppling kan mer information om trafikmiljön samlas in och delas,

---

<sup>12</sup> Trafikverket, 2022, s.27 Färdplan - digitaliserat vägtransportsystem: version år 2022. Hämtad från: <https://trafikverket.diva-portal.org/smash/get/diva2:1651947/FULLTEXT01.pdf>



samtidigt som det skapar förutsättningar för att kunna förmedla information från väghållarna. Exempel på information som kan vara relevant att förmedla till fordon är avstängning av körfält, trafiksignalstatus, omledning av trafiken och hastighetsbegränsningar.

Fordon som är uppkopplade samt utrustade med system för att läsa in sin omgivning skulle potentiellt kunna möjliggöra att fordonet kan rapportera in information om vägens status direkt till väghållaren.<sup>13</sup>

### **5.1.2. Digital information från väghållare**

Användningen och funktionaliteten av förarstödssystem och automatiserade fordon kan förbättras om data och digital information om trafikregler, väginfrastruktur och vägnätets tillstånd tillhandahålls. Data som beskriver infrastrukturen och vägnätets tillstånd kan komplettera den information som förarstödssystem och automatiserade fordon samlar in via sina sensorer för att förbättra funktionaliteten i systemen samt öka redundansen genom flera indatakällor. Exempelvis kan väghållaren genom att tillhandahålla data som beskriver gällande hastighetsgräns bidra till en förbättrad funktionalitet för

---

13 Sjögren et al. Infrastruktur för bilar med automatiserade funktioner. Statens väg- och transportforskningsinstitut, 2022. <http://vti.diva-portal.org/smash/get/diva2:1643287/FULLTEXT01.pdf> (Hämtad 2022-04-20)

förarstödssystemet intelligent hastighetsanpassning (ISA) som utöver att läsa trafikskyltar även kan få information om gällande hastighet via digitala kartor. Idag finns brister gällande samstämmigheten mellan trafikföreskriften och vägmärket samt det trafikregeldata som tillhandahålls, brister som skulle kunna avhjälpas med hjälp av data om vägmärkens placering.

Trafikverket och andra väghållare tillhandahåller idag en stor mängd digital information som dels avspeglar det som finns fysiskt längs vägen och dels beskriver läget i trafiken. Det kan exempelvis vara information om vägens egenskaper (bredd, antal körfält, vägklass), vägarbeten, avstängd väg och information om vägmärken. Enligt de ställningstaganden som beslutades i december 2021 ska Trafikverket tillhandahålla de data som myndigheten är källa till och ge externa aktörer så goda förutsättningar som möjligt för att etablera tjänster som stödjer trafikanter, resenärer och godstransporter. Informationen behöver ha en god kvalitet, samt att mottagaren behöver veta vilken kvalitet som kan förväntas på de data som Trafikverket tillhandahåller.

Den 7 juli 2010 antogs Europaparlamentets och rådets direktiv 2010/40/EU om ett ramverk för införande av intelligenta transportsystem på vägtransportområdet och för gränssnitt mot andra trafikslag, det så kallade ITS-direktivet<sup>14</sup>. Syftet med ITS-direktivet är att bidra till ett samordnat och enhetligt införande och användning av ITS-tillämpningar och tjänster på vägtransportområdet inom EU. I och med ITS-direktivet har EU-kommissionen fått bemyndigande att skapa delegerade akter inom ett antal utpekade och prioriterade områden. Den delegerade akten B (EU2015/962) beskriver tillhandahållande av EU-omfattande Realtids-trafikinformationstjänster och att dessa datatyper (om de finns tillgängliga) ska tillhandahållas digitalt av någon aktör i samtliga medlemsstater. Den information som omfattas är uppdelad i 4 datakategorier, och viss information inom kategori 2 och 3 utpekade som kritisk data:

1. Infrastruktur (tex vägbredd och antal körfält)
2. Regleringar och begränsningar inklusive dynamiska trafikregleringar (tex tillträdesvillkor för broar, hastighetsbegränsningar, höjd- och vikt-begränsningar)
3. Vägnätets tillstånd (tex vägarbeten, olyckor och tillbud, avspärrade vägar och broar)
4. Realtidsanvändning (tex restider, pris för laddning/tankning, väntetid vid gränsövergång)

I delegerad akt C beskrivs och regleras trafiksäkerhetsrelaterade tjänster (EU886-2013). Den delegerade akten syftar främst till att skapa möjlighet att utveckla nya och befintliga trafikinformationstjänster till trafikanter och nya förarstödssystem.

---

<sup>14</sup> Europaparlamentets och rådets direktiv 2010/40/EU om ett ramverk för införande av intelligenta transportsystem på vägtransportområdet och för gränssnitt mot andra trafikslag, 2010. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/?uri=celex-%3A32010L0040> (Hämtad 2022-05-04)

### **5.1.3. Kommersiella aktörer och digitala tjänster**

Idag tillhandahålls en mängd digitala tjänster utvecklade för trafikanter, förare, resenärer, förarstödssystem, ägare av fordonsflottor etc. De flesta tjänster tillhandahålls av kommersiella aktörer liksom den information som tjänsterna baseras på. Hur tjänsterna fungerar beror på flera faktorer, exempelvis hur tjänsten är finansierad och vilken information den baseras på. Många tjänster drar också nytta av den information som väghållarna tillhandahåller. Fordonstillverkare utvecklar ständigt sitt tjänsteutbud och integrerar med andra, exempelvis kan användargränssnitt utvecklat för applikationer i mobiltelefoner också erbjudas integrerat i fordonen och nyttja befintliga högtalare och displayer.

Digitala karttjänster används redan idag för navigering. Användningen av samt kraven på karttjänsterna kommer att öka i och med automatiserade fordon. Digitala karttjänster kan delas in i kategorierna grundläggande digitala kartor, utökade digitala kartor och HD-kartor (High definition, hög-upplösta kartor i tre dimensioner). Genom att tillhandahålla mer noggrann information via kartorna kan fordonen, i kombination med den information som insamlas från fordonets sensorer, förbättra lokaliseringen. Tjänstleverantören som tillhandahåller digitala karttjänster till fordon samlar in data från olika källor, exempelvis väghållare.

Ingen fordonstillverkare ställer idag krav på information eller tjänster från myndigheter eller väghållare. De förlitar sig på att fordonets egna sensorer och algoritmer ska räcka för att förarstödssystemen ska fungera oavsett tillgång till extern information. Som beskrivits ovan kan dock tillgång till ytterligare information erbjuda mervärden på olika sätt.

Data- och informationshantering samt tjänsteutbud i vägtrafikområdet utgör ett omfattande system där kommersiella aktörer och hållbara affärsmodeller spelar en avgörande roll. Det är därför viktigt att Trafikverket samverkar med dessa aktörer och löpande har samförstånd om begrepp, datautbytesformat, tekniska gränssnitt och säkerhetsprotokoll.

## **5.2. Framtida utveckling**

### **5.2.1. Digitala lösningar som ersätter fysisk väginfrastruktur**

Digitalisering av vägtrafiken kan ställa nya krav på väghållare, men det kan även bidra till olika typer av effektiviseringar och nya arbetsätt.

Fordonens allt mer avancerade sensorer fångar in information som tidigare har samlats in på annat sätt eller inte hanterats alls. Denna information kan bidra till att bland annat väghållare kan effektivisera sin verksamhet genom att använda data som samlas in av fordon. Detta görs redan till viss del idag, exempelvis inom projektet Digital Vinter, där fordon samlar in information om friktion som hjälper entreprenörer att planera underhållsåtgärder och väghållaren att följa upp vinterunderhåll. I takt med att allt fler fordon utrustas med system och sensorer som kan samla in information om vägmiljön, exempelvis incidenter, vägskador, dåliga vägmarkeringar, skadade

mitträcken, restider etc. så ökar möjligheterna för fler verksamheter att dra nytta av informationen. Det kan på sikt ersätta vissa nuvarande metoder på ett mer kostnadseffektivt sätt.

Vägmärkens position och budskap skulle kunna samlas in av fordonens sensorer och nyttjas av väghållare för att säkerställa att informationen stämmer överens med den digitala trafikföreskriften. Trasig belysning längs med väginfrastrukturen skulle på samma sätt kunna detekteras för att jämföras med interna system och information om de platser där Trafikverket har krav på belysning. Ett annat exempel är väghållarens egna sensorer som styr trafiksignaler och som skulle kunna ersättas med motsvarande fordonsgenererad information. I framtiden kan digitala lösningar även komma att ersätta delar av den fysiska vägutrustningen. Exempelvis skulle vägvisningsskyltar kunna ersättas av navigationssystem som informerar förare och fordon.

Data som fångas av fordonens sensorer har därmed potential att generera nytta för flera verksamheter hos bland annat Trafikverket som vägtrafikledning, vägunderhåll, planering samt för att höja kvaliteten på Trafikverkets egna data.

### 5.3. Slutsatser

Sammanfattande slutsatser om digital information och tjänster som kan komplettera väginfrastrukturen för att öka tillgängligheten och säkerheten vid framförandet av automatiserade fordon.

- Trafikverket och andra väghållare kan genom att tillhandahålla digital information och data bidra till ökad nytta och funktionalitet för fordon med förarstödssystem samt automatiserade fordon
- Fordon med förarstödssystem och automatiserade fordon ska fungera på ett trafiksäkert sätt utan uppkoppling, dock förbättras vissa funktioner med uppkoppling och tillgång till flera datakällor. Optimalt fungerar dessa om fordonen dessutom kan samverka och dela information med varandra
- Trafikverket ska fortsatt bevaka utvecklingen av automatiserade fordon samt vilka effekter dessa ger på enskilda transporter samt på transportsystemet i sin helhet
- Behovet av digital information och tjänster som kan komplettera väginfrastrukturen för att öka tillgängligheten och säkerheten vid framförandet av automatiserade fordon kommer att öka i framtiden. Trafikverket, andra väghållare och kommersiella aktörer, som kartindustrin och fordonsindustrin, ingår i ett omfattande system där hållbara affärsmodeller kommer att spela en avgörande roll
- Hur Trafikverket ska samspela med övriga aktörer är idag inte tydligt. Vilken roll Trafikverket och övriga aktörer ska ha i framtiden för tillhandahållande av digital information och tjänster för automatiserade fordon behöver utredas vidare

## 6 Underhållsstrategi

Det är angeläget med tydliga prioriteringsgrunder och bedömningar av vad effekterna blir av ökade/minskade resurser. Förändringar eller krav inom ett område som leder till omfördelningar av resurser påverkar därmed också helt andra åtgärder inom t.ex. beläggning, broar, tunnlar, belysning, sidoområden eller basunderhåll på sommar och vinter.

### 6.1. Bakgrund

När behovet av underhållsåtgärder på vägnätet ökar tvingas Trafikverket att fokusera på kortsiktiga åtgärder kopplat till vägnätets funktion. Allt fler vägar, med stora delar av vägnätet byggt före 1970, har nått och kommer att nå sin tekniska livslängd de närmsta åren. Parallellt har slitaget på vägarna ökat med fler fordon och tyngre transporter. Många vägkroppar är därför idag till stor del uttjänta. För att öka framkomlighet och trafiksäkerhet i vägnätet byggs 2-fälts vägar om till mötesseparerade vägar. Detta medför att kostnaderna för vidmakthållandet av vägmarkeringarna ökar med ca 700 % på motsvarande sträcka eftersom mängden vägmarkering ökar avsevärt. Vidare medför smalare samt flera körfält att större andel trafik korsar och sliter på vägmarkeringarna. Därtill har tillkommande tekniskt avancerade system för vägar och tunnlar resulterat i att underhållsbehoven ökat.

Sammantaget har gapet mellan vägunderhållsbehov och tilldelade medel ökat. Som en följd behöver Trafikverket prioritera att vidmakthålla vägnätets funktion på kort sikt, samtidigt som allt fler underhållsåtgärder måste avvägas mot varandra. Framkomligheten på vägarna kommer att upprätthållas men standarden kommer att försämrans under planperioden 2022–2033. Trafikanterna kommer därigenom att uppleva en successiv försämring på grund av fler avvikelser mot beslutad underhållsstandard som också leder till fler funktionsbrister. Generellt kan sägas att det inte finns möjlighet att åtgärda vägarna i den takt de bryts ned, vilket innebär att det eftersläpande underhållet på väg fortsätter att öka inom flertalet teknikområden, bl.a. inom belagd väg och vägmarkering.

### 6.2. Underhållsstrategi för vägmarkeringar

#### 6.2.1. Bakgrund

Trafikverkets nuvarande inriktning för vägmarkeringar innebär att vägmarkeringar i så stor utsträckning som möjligt ska vara synliga för det mänskliga ögat och därmed också för fordon med förarstödssystem. Vägmarkeringar har kort livslängd, ca 1-4 år, på grund av slitage av dubbdäck och vinterunderhåll. Vägmarkeringar har stor betydelse för ledning och styrning av trafiken, så att en trafiksäker och komfortabel färd kan fullföljas. Vägmarkeringar används även som förstärkning och ökad synbarhet för beslut enligt Vägmarkesförordningen genom skyltning.

Den totala årskostnaden för underhåll och vidmakthållande av vägmarkeringar är cirka 350 miljoner kronor. Inräknat i dessa kostnader är cirka 20 miljoner kronor för byggledning samt drygt 10 miljoner kronor för återräffling årligen.

Inom ramen för vägmarkeringar ingår även de vägmarkeringar som målas vid ny vägbeläggning (ingår i underhållsplanerna för beläggning). Eftersom underhållet av vägmarkeringar är direkt kopplat till belägningsunderhållet kan standarden skilja mycket i olika delar av landet och över tid.

Trafikverkets regelverk för utförandet av vägmarkeringar har varit föremål för revideringar under de senaste åren, främst gällande vägmarkeringens synbarhet i väta för vilka kraven har höjts. Det tar cirka 10 år innan ett sådant krav får fullt genomslag på tillståndet i anläggningen eftersom kravet först måste arbetas in i upphandlingar och det kan dröja några år innan en ny upphandling görs. Dessutom måste åtgärden följa belägningsplanen, vilket innebär att åtgärder med det nya materialet kommer att ske vid ny beläggning av sträcka. De nya kraven är svårare att uppnå än de krav som de ersätter.

Inventering av behov och planering av åtgärder utförs på våren, främst genom okulär besiktning av vägarna. Till stor del vilar planeringen av åtgärder på subjektiva bedömningar och åtgärder prioriteras på de sträckor som saknar vägmarkeringar till följd av slitage från bland annat fordon och vinterväghållning. Detta följer den grundläggande principen att vägmarkeringarnas tillstånd bedöms utifrån det mänskliga ögats förmåga att se dem.



Högtrafikerade vägar (underhållstyp väg 1-3) och vägar med höga hastighetsgränser prioriteras före lågtrafikerade vägar och vägar med låga hastighetsgränser. Körfältslinjer prioriteras före kantlinjer. Denna prioritering stämmer väl med avgränsningen i regeringsuppdraget och även med de europeiska avgränsningar som görs i det primära arbetet mot en infrastruktur som stödjer olika typer av förarstödssystem. Dock finns det underhållsåtgärder som är obligatoriska att genomföra på det lågtrafikerade vägnätet, som ett resultat av författningar och förordningar (exempelvis stopplinjer, lämna-företräde-linjer och övergångsställen).

Huvudsaklig prioriteringsordning:

1. Ny vägmarkering på nya slitlager samt återräffling prioriteras i första hand
2. Vid komplettering ska vägar med underhållstyp väg 1, 2 och 3 prioriteras före 4, 5 och 6
3. Vid komplettering ska mittlinjer prioriteras före kantlinjer

### **6.2.2. Möjliga förbättringar av underhåll av vägmarkeringar**

Generellt gäller att hög synbarhet på vägmarkeringar ger sämre slitageegenskaper och tvärtom. Möjligen skulle vägmarkeringar med lägre krav på synbarhet (och därmed högre slitagetålighet) kunna användas på vägar med belysning. Detta bör utredas och utvecklas vidare.

Trafikverket och de nordiska väghållarna har infört nya kvalitetskrav på materialet för vägmarkeringar. Detta har skett succesivt i nya upphandlingar med entreprenadstart år 2019 i Sverige. De nya kvalitetskraven finns idag (år 2022) införda i 80 procent av Trafikverkets underhållskontrakt för vägmarkeringar. Dessa materialkrav bidrar till längre livslängd och förbättrad funktion på vägmarkeringarna. Men för att vända den negativa trenden med försämrat tillstånd i anläggningen, så behövs mer medel för vägmarkeringar (se kap 6.1.3).

Arbetet med gemensamma specifikationer och standardisering kopplat till stödssystemen har knappt startat på europeisk nivå. Här kommer ett arbete att pågå under något år med ambitionen att ta fram gemensamma specifikationer för material, funktionskrav och geometriskt utseende på vägmarkeringarna vilket kommer att leda till en förbättrad harmonisering av regelverk samt ett mer likartat utseende på vägmarkeringarna i Europa vilket underlättar för stödssystemen. Pågående studier ger indikationer på att bredden av vägmarkeringar har lika stor och kanske större effekt än måttet på synbarhet.

Samspelet mellan regelverksskrivare, beställare, konsulter och entreprenörer som utför vägmarkeringsarbeten kan utvecklas och bli ännu bättre. För att uppnå önskat resultat krävs stort engagemang och troligen förändrade arbetssätt i samtliga led så att alla tar ett större ansvar för att bidra till säker infrastruktur. Detta berör prioritering och planering, beställning, utförande på arbetsplatsen samt kvalitet på utförandet för att uppnå önskade effekter på resultatet.

Data från förarstödssystem skulle kunna användas för utveckling och säkerställandet av vägmarkeringars funktion. Samverkan med systemen och möjligheten att använda maskinell insamling via fordon eller scanning för att optimera och effektivisera planeringen av underhållet.

### **6.2.3. Möjliga strategier för underhållet av vägmarkeringar**

Alternativ 0 innebär att behålla nuvarande fördelning av medel för underhåll av vägmarkeringar vilket sammantaget kommer att resultera i försämrade tillståndsnivå eftersom det årliga slitaget är större än vad de ekonomiska förutsättningarna för vidmakthållande är. Försämringen kommer att bli störst på vägar av underhållstyp 4-6, men även på nationella stamvägnätet kommer tillståndet att bli sämre.

Denna nivå innebär alltså att vägmarkeringar inte kommer att vara synliga för mänskliga ögat överallt.

Kostnad: 320–350 miljoner kr/år (för hela statliga vägnätet)

I sammanhanget kan nämnas att kvaliteten på vägmarkeringar är direkt beroende av vilka övriga underhållsåtgärder som genomförs.

Med ökade medel för underhåll och större fördelning till vägmarkeringar skulle Trafikverket kunna utveckla underhållsstrategin för vägmarkeringar:

Alternativ 1 innebär att vägmarkeringarna är synliga för mänskliga ögat på större delen av det nationella stamvägnätet och ger ökad synbarhet på det övriga statliga vägnätet. Med alternativ 1 erhålls bibehållet och möjligen förbättrat tillstånd eftersom vägmarkeringarna kan åtgärdas i motsvarande omfattning som slitaget ger årligen. Med detta alternativ ökar inte underhållsskulden. Tillståndet kommer troligen att stagnera på ca 65–75 % av nybyggnadskravens nivå inom ca 4–5 år.

Kostnad: 470–620 miljoner kr/år (för hela statliga vägnätet)

Alternativ 2 innebär en avsevärd förändring. Antagligen är detta alternativ inte motiverat med dagens geometriska utformning av vägmarkeringar eftersom nyttan inte är tillräckligt stor. Utveckling och implementering av material för storstad/högratikerade vägar kommer att kunna införas för att motverka det enormt stora slitaget som återfinns där. Upprätthållandet av nybyggnadskrav avseende synbarhet i torr och våt vägbana ökar till omkring 75–85 % på hela vägnätet på 7–10 år.

Kostnad: 620–720 miljoner kr/år (för hela statliga vägnätet)

Dessa ansatser utgår från att dagens regelverk är oförändrade. Vid förändrade regelverk påverkas ansatserna och även kostnaderna förändras, men det tar vanligtvis upp mot 10 år innan nya krav i regelverk har fått fullt genomslag på vägnätet.

Med en effektiv tillgångsförvaltning av vägmarkeringar är alternativ 1 det alternativ som ger mest ur ett kostnadsperspektiv och där standarden på vägmarkeringarna hålls på en tillräckligt hög nivå, baserat på det slitage som trafiken genererar. Alternativ 2 innebär orimligt höga kostnader eftersom det bara ger en marginellt ökad nytta.

Det är inte möjligt att prioritera om till högre nivåer inom de ekonomiska ramar som Trafikverket har idag, för det krävs mer medel till drift och underhåll. Omprioritering inom dagens ramar kommer att leda till ökad underhållsskuld eller sänkta standardnivåer inom andra angelägna områden.

Utveckling av mer slitagetåligt material för vägmarkeringar skulle kunna bidra till att vända den negativa trenden med försämrat tillstånd i anläggningen.

### **6.3. Underhållsstrategi för övrig vägutrustning**

Vägmärken är viktiga för vägledning och styrning av trafik. På det statliga vägnätet finns uppskattningsvis mellan 800 000–1 000 000 vägmärken. Livslängden för ett vägmärke varierar kraftigt beroende på utsatthet för UV-ljus, men mellan 10–30 år är normalt. Kostnaden för att upprätthålla standarden på vägmärken uppgår till ca 80 miljoner kr/år. Under senare år har underhållsbudgeten inte varit tillräckligt stor vilket lett till att standarden på framförallt det lågtrafikerade vägnätet har försämrats.

Tillståndet på vägmärken inspekteras regelbundet genom okulära besiktningsningar, på det högtrafikerade vägnätet varannan dag till en gång per vecka. Vägmärken som bedöms som underkända ska bytas ut kontinuerligt.

Vägmärkens placering i förhållande till vägen och vridning är också viktigt och kontrolleras i samband med inspektion. Vägmärkens placering i förhållande till den gällande trafikföreskriften kontrolleras med riktade insatser och brister ska åtgärdas. Brister förekommer ändå eftersom kontroll av vägmärkens placering sker med stickprov.

Det är viktigt att vägmärken är enhetliga över hela Europa och det pågår ett arbete med att likställa krav på både material och utformning (gäller även tilläggstavlor).

## 7 Referenser

Aigner, W., Kulmala, R. och Ulrich, S. 2019. D2.1 Vehicle fleet penetrations and ODD coverage of NRArelevant automation functions up to 2040. MANTRA project, CEDR Transnational Road Research Programme

Berne Nielsen, Ramböll RST. 2022. Tillståndsmätningar av vägmarkeringarnas funktion 2021 Sverige v2 220220

Förordning (2017:309) om försöksverksamhet med automatiserade fordon. Svensk författningssamling 2017:309 t.o.m. SFS 2020:754. Riksdagen

KPMG. 2017. Impact of Autonomous Vehicles on Public Transport Sector.

Liu, Y., Tight, M., Sun, Q. och Kang, R. 2019. A systematic review: Road infrastructure requirement for Connected and Autonomous Vehicles (CAVs). In Proceedings of the Journal of Physics: Conference Series, 2019. IOP Publishing. 042073.

Louise Olsson, Johannes Berg, Johnny Svedlund, Jonna Bäckström, Magnus Palm, Per Olof Svensk, Viktor Lennholm, m.fl. 2022. Färdplan – digitaliserat vägtransportsystem. Version 2022. Trafikverket. Publikationsnummer: 2022:030

Sara Nygårdhs, Carina Fors, Anna Vadeby, VTI. 2022. Maskinläsning av vägmarkering, sammanfattning av kunskapsläget

Simon Sternlund. 2020. Traffic Safety Potential and Effectiveness of Lane Keeping Support. Doktorsavhandling Chalmers

Sjögren et al. Infrastruktur för bilar med automatiserade funktioner. Statens väg- och transportforskningsinstitut, 2022



