

PM

# Upphinnandeolyckor

Kunskapsunderlag Digitalisering av  
Vägtransportsystemet



**Trafikverket**

Postadress: Röda vägen 1, 781 70, Borlänge

E-post: [trafikverket@trafikverket.se](mailto:trafikverket@trafikverket.se)

Telefon: 0771-921 921, Texttelefon: 010-123 50 00

Konfidentialitetsnivå: 1 – Ej känslig

Dokumenttitel: Kunskapsunderlag upphinnandeolyckor digitalisering väg

Författare: Ludwig von Werder, AFRY, Fredric Aldelind, AFRY, Jonna Bäckström och Peter Smeds Trafikverket

Dokumentdatum: 2024-09-17

Kontaktperson: Jonna Bäckström, Trafikverket

# Innehåll

<b>Innehåll.....</b>	<b>3</b>
<b>Begreppsförklaringar .....</b>	<b>4</b>
<b>1 Inledning .....</b>	<b>5</b>
1.1 Bakgrund.....	5
1.2 Syfte.....	5
1.3 Hur kunskapsunderlaget ska tillämpas .....	5
<b>2 Vad är en upphinnandeolycka?.....</b>	<b>7</b>
2.1 När inträffar en upphinnandeolycka? .....	9
<b>3 Hur vägnära ITS kan motverka upphinnandeolyckor .....</b>	<b>12</b>
3.1 Vanligt förekommande vägnära ITS-åtgärder i motorvägsregleringssystem	13
<b>4 Hur avancerade förarstödsystem kan motverka upphinnandeolyckor .....</b>	<b>15</b>
4.1 Nödbromsning och kollisionssvarning.....	17
4.2 Kurshållningsstöd .....	20
4.3 Hastighetsstöd.....	23
<b>5 Hur digitala tjänster riktade mot uppkopplade fordon kan motverka upphinnandeolyckor .....</b>	<b>27</b>
5.1 Digital information till fordon .....	29
5.2 Fordon-till-fordon-kommunikation .....	30
<b>6 Att motverka upphinnandeolyckor med utgångspunkt i digitaliseringen av vägtransportsystemet – en bedömningsfråga .....</b>	<b>33</b>
6.1 Avancerade förarstödsystem .....	35
6.2 Digitala tjänster riktade mot uppkopplade fordon .....	36
6.3 Planera med ITS för att motverka upphinnandeolyckor i framtiden .....	37
<b>Referenser .....</b>	<b>39</b>

# Begreppsförklaringar

**ITS** – En förkortning för intelligenta transportsystem. Samlingsnamn för informationsteknik som används för att skapa ett förbättrat transportsystem.

Intelligenta transportsystem definieras i ITS-direktivet som ”system med informations- och kommunikationsteknik som tillämpas för transporter på väg, inbegripen infrastruktur, fordon och användare, trafikledning och mobilitetshantering, samt för gränssnitt mot andra transportslag” (Regeringskansliet, 2013).

**Vagnära ITS** – Vagnära ITS-åtgärder omfattar omställbara vägmärken, signaler och elektroniska system som syftar till att kommunicera information från väghållaren på ett dynamiskt vis, där budskapen anpassas efter situation och behov.

**Avancerade förarstödsystem** – Teknologiska funktioner som hjälper föraren att framföra fordonet på ett mer säkert och effektivt sätt. Automatisk nödbroms, hastighetsstöd och kurshållningsstöd är exempel på avancerade förarstödsystem.

**Digitala tjänster riktade mot uppkopplade fordon** – Tillhandahålls till förare och fordon med syfte att förbättra och förenkla körningen (Trafikverket, 2024). Navigationssystem är ett exempel på en digital tjänst som ger vägledning och informerar om exempelvis hinder på vägen eller hastighetsgränser.

**ITS-direktivet** – Det direktiv vars fullständiga namn är ”Europaparlamentets och rådets direktiv 2010/40/EU av den 7 juli 2010 om ett ramverk för införande av intelligenta transportsystem på vägtransportområdet och för gränssnitt mot andra transportslag”. Samt direktivets revidering som har ratificerats under 2023.

**Trafikverkets ställningstagande för digitalisering av vägtransportsystemet** – Beslut från 2021 om Trafikverkets ställningstagande för digitalisering av vägtransportsystemet i syfte att utgöra den externa kommunikationen och internt förtydliga kring Trafikverkets roll och inriktning i det digitala ekosystemet (Trafikverket, 2021).

**Fyrstegsprincipen** – Trafikverket arbetsstrategi för att säkerställa en god resurshållning. Utgår från stegen: 1. Tänk om, 2. Optimera, 3. Bygg om och 4. Bygg nytt.

# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

Detta dokument är en del av flera kunskapsunderlag om hur den digitala utvecklingen av vägtransportsystemet påverkar planeringen av åtgärder inom Trafikverkets organisation, i syfte att bidra till förbättring av vägtransportsystemet.

I takt med att utvecklingen och marknadspenetrationen av avancerade förarstödsystem och digitala tjänster ökar förändras användandet av vägtransportsystemet. Uppskattningsvis är 64% av alla nya sålda personbilar idag uppkopplade, och 2031 uppskattas 100% av alla nya sålda personbilar vara uppkopplade<sup>1</sup>. Enligt Trafikanalys (2020) kommer i princip samtliga fordon vara uppkopplade 2050. I och med EU-förordning 2019/2155<sup>2</sup> kommer ett flertal avancerade förarstödsystem vara ett krav vid alla nybilsförsäljningar inom EU från juli 2024, vilket påskyndar införandet av dessa system.

Avancerade förarstödsystem och digitala tjänster riktade mot uppkopplade fordon förväntas fortsatt bidra positivt till de transportpolitiska målen. Genom att stötta och dra nytta av de avancerade förarstödsystem och digitala tjänster som finns i allt fler fordon kan de komma att komplettera, och på sikt även ersätta behovet av vissa traditionella åtgärder som hanterar olika brister i vägtransportsystemet idag.

## 1.2 Syfte

Denna PM syftar till att öka kunskapen om hur utvecklingen av avancerade förarstödsystem och digitala tjänster riktade mot uppkopplade fordon påverkar förekomsten av upphinnandeolyckor. Kunskapsunderlaget ska ge läsaren möjlighet att ta digitaliseringen av vägtransportsystemet i beaktning i sin egen analys av nuvarande och framtida tillstånd, brister samt vid olika åtgärdsförslag i vägtransportsystemet.

## 1.3 Hur kunskapsunderlaget ska tillämpas

Digitaliseringen av vägtransportsystemet påverkar såväl nulägesbeskrivningen som analysen av ett brist- eller problemområde och val av potentiella åtgärder. När ett brist- eller problemområde analyseras kan detta kunskapsunderlag användas för att ge förståelse för om det är troligt att potentiella lösningsalternativ påverkas helt,

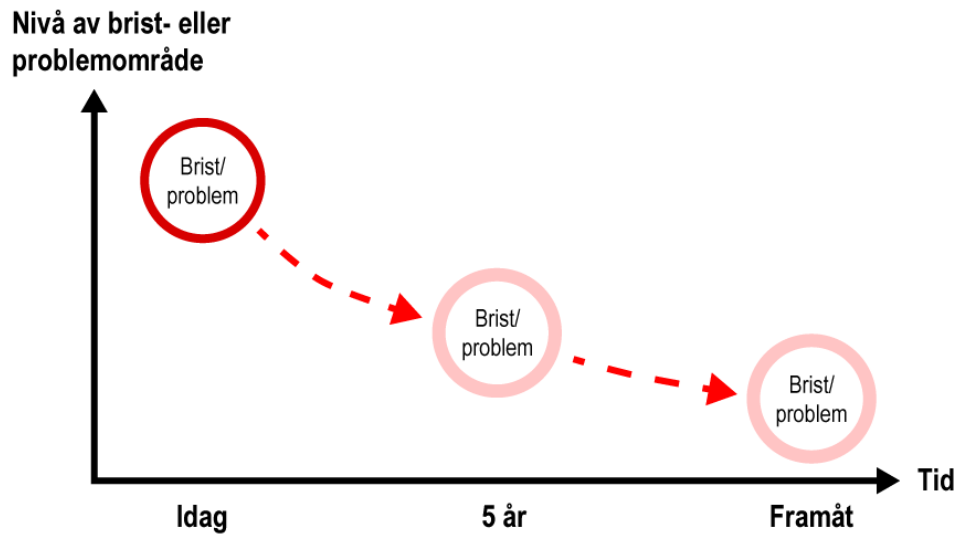
---

<sup>1</sup> Fordonsflottans utveckling – Avancerade förarstödsystem och digitala tjänster. 2024. Trafikverket

<sup>2</sup> EU Förordning 2019/2144, (2019). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R2144>

delvis eller inte alls, av avancerade förarstödsystem och digitala tjänster riktade mot uppkopplade fordon inom planeringshorisonten för den aktuella planprocessen.

Det som bedöms vara en brist eller ett problem idag, kan inom ett par år endast delvis vara en brist för att sedan övergå till att inte vara en brist längre fram i tiden. Denna utveckling, som i vissa fall kan antas vara sannolik illustreras med en graf i Figur 1.

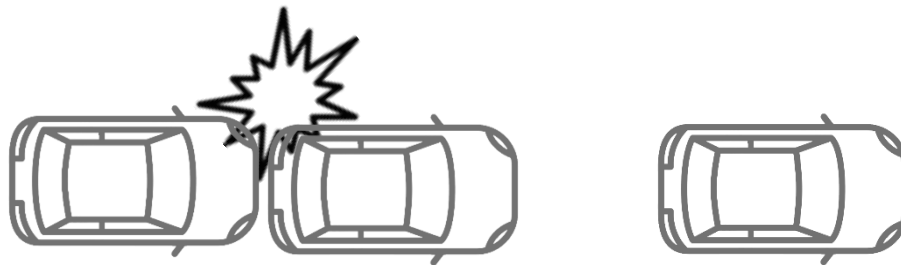


Figur 1. Schematisk beskrivning av hur omfattningen av ett brist- eller problemområde kan minska över tid till följd av digitalisering av vägtransportssystemet

## 2 Vad är en upphinnandeolycka?

En upphinnandeolycka är en trafikolycka som uppstår när ett fordon kör in i ett annat fordon bakifrån, se Figur 2. Anledningen till att detta inträffar kan bero på flera orsaker. En generell beskrivning är att det bakomvarande fordonet inte hinner anpassa sin hastighet på grund av att det håller för hög hastighet, har för kort avstånd till det framförvarande fordonet eller har för lång stoppsträcka.

Upphinnandeolyckor kan även uppstå om något plötsligt fel uppstår hos det framförvarande fordonet eller om detta framförs på ett osäkert sätt i samband med exempelvis filbyten på en motorväg.



Figur 2. Principskiss som visar en upphinnandeolycka ovanifrån

Eftersom energin i krocken avgör hur svår skadan blir för trafikanterna ska åtgärder mot upphinnandeolyckor fokusera på att få den relativa hastigheten i krockögonblicket att bli så låg som möjligt. Skador som uppstår i samband med upphinnandeolyckor är allvarigare för trafikanterna i det framförvarande fordonet. Majoriteten av upphinnandeolyckor sker vid låga hastigheter och följaktligen med låga relativa hastigheter ( $dV$ ), under 10 km/h. Långvariga whiplash-symtom uppstår vanligast hos trafikanterna i det påkörda fordonet när den relativa hastigheten överstiger 15 km/h.

Upphinnandeolyckor är återkommande en av de vanligaste typerna av trafikolyckor i Sverige enligt den officiella statistiken i databasen STRADA (Swedish Traffic Accident Data Acquisition) (2024). Framförallt inom kategorin *lindriga skador* är upphinnandeolyckor en vanligt förekommande olyckstyp. År 2023 orsakade upphinnandeolyckor lindriga skador hos 2 301 personer vilket är 18% av det totala antalet inrapporterade lindriga skador. I **Textruta 1** redovisas mer statistik om upphinnandeolyckor i Sverige år 2023.

---

## Textruta 1. Statistik över upphinnandeolyckor i Sverige år 2023

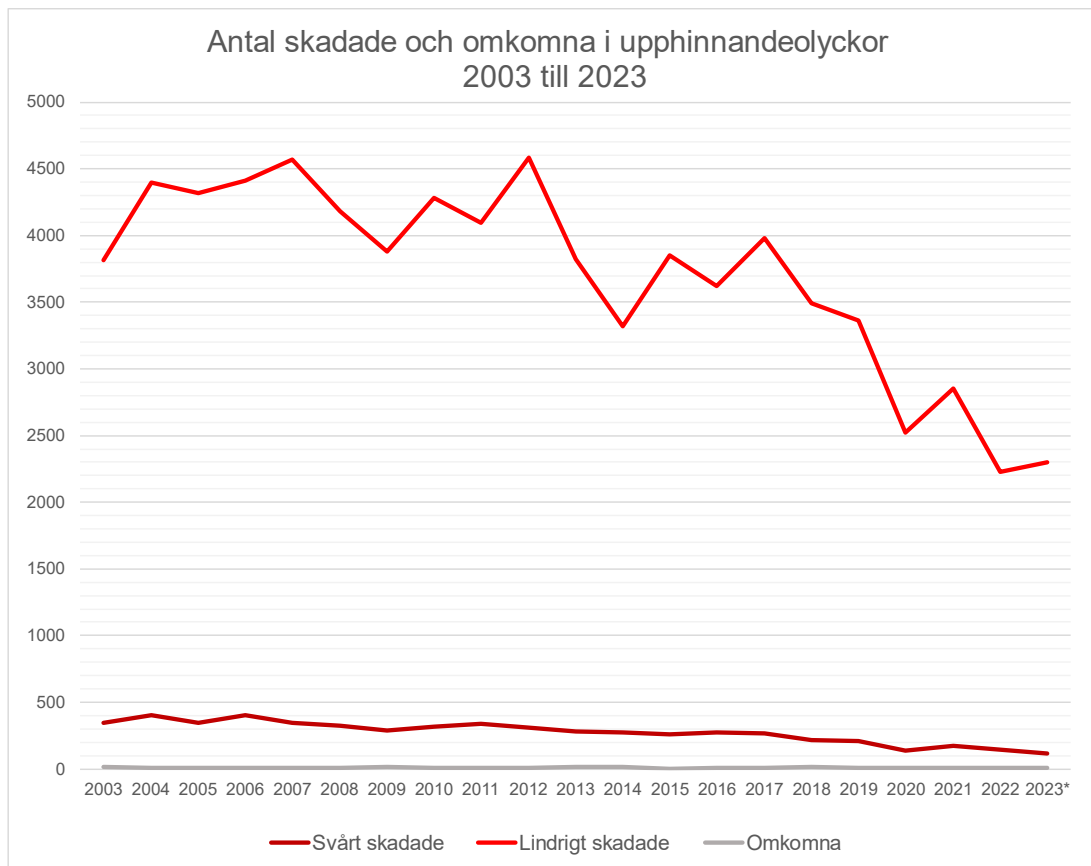
År 2023 var:

- **18%** av de lindrigt skadade i trafikolyckor orsakade av upphinnandeolyckor (2 301 personer)
- **6,6%** av de svårt skadade i trafikolyckor orsakade av upphinnandeolyckor (119 personer)
- **16,6%** av de skadade i trafikolyckor orsakade av upphinnandeolyckor (2 420 personer)
- **4%** av omkomna i trafikolyckor orsakade av upphinnandeolyckor (10 personer)
- **95%** av de resulterande skadorna från upphinnandeolyckor var lindriga
- År 2023 var upphinnandeolyckor den **tredje vanligaste olyckstypen** efter singelolyckor och cykel-moped-olyckor.

---

I STRADA (2024) framkommer det att antalet skadade i upphinnandeolyckor har minskat mellan 2003 och 2023. Mellan 2012 och 2023 har antalet lindrigt skadade i upphinnandeolyckor per år minskat med cirka 50%. Antalet svårt skadade per år har mellan 2003 och 2023 minskat med nästan 70%. Minskningen kan delvis antas bero på introduktionen av autonoma nödbroms i nya fordon. För antalet omkomna syns inte samma utveckling, då antalet omkomna är i princip oförändrat. Det omkommer i snitt 9 personer per år i upphinnandeolyckor och år 2023 omkom 10 personer i denna olyckstyp. Nästan 95% av upphinnandeolyckorna 2023 resulterade i lindriga skador. Även lindriga skador från upphinnandeolyckor kan dock ge långvariga och invalidiserande men i form av whiplashskador.





Figur 3. Utveckling av antal skadade och omkomna i upphinnandeolyckor från 2003 till 2023. \*2023 års siffror är preliminära (STRADA, 2024).

## 2.1 När inträffar en upphinnandeolycka?

I vissa situationer är upphinnandeolyckor mer sannolika att inträffa. Risken för upphinnandeolyckor ökar i trafikmiljöer där avstånden mellan fordon är små, som exempelvis i samband med ett trafiksammanbrott eller i en stadsmiljö med hög densitet av fordon. Åtgärder som motverkar kapacitetsbrist och köproblem har således en positiv inverkan på risken för upphinnandeolyckor. Samtidigt har förhindrandet av upphinnandeolyckor en positiv effekt på framkomligheten längs en sträcka eftersom trafikolyckor innebär tillfälliga flaskhalsar och reduktioner i kapacitet. För mer information om hur köproblem motverkas hänvisas läsaren till dokumentet Köproblem - Kunskapsunderlag digitalisering av vägtransportssystemet.

Upphinnandeolyckor kan uppstå av flera olika orsaker. En kategorisering av *förutsägbara* kontra *oförutsägbara upphinnandeolyckor* görs av Rizzi et al. (2023). Skillnaden mellan en förutsägbar och en oförutsägbar upphinnandeolycka är hastighetsrelationen mellan det framförvarande fordonet och det efterföljande fordonet. Då ett efterföljande fordon krockar med ett framförvarande fordon som har lägre hastighet (i samma riktning) är olyckan en förutsägbar upphinnandeolycka. Oförutsägbara upphinnandeolyckor uppstår när det efterföljande fordonet har samma hastighet som det framförvarande fordonet och

där det framförvarande fordonet gör en oförutsägbar inbromsning som det efterföljande fordonet inte hinner anpassa sig efter (se textruta 2, nedan). Förutsägbara upphinnandeolyckor är vanligare än oförutsägbara upphinnandeolyckor (Rizzi et al., 2023).

För att motverka upphinnandeolyckor behövs en tydligare förståelse för vad som är den bakomliggande orsaken till olyckan. I Tabell 1 listas exempel på händelser som kan orsaka förutsägbara respektive oförutsägbara upphinnandeolyckor

Tabell 1. Orsaker till olika typer av upphinnandeolyckor

<b>Förutsägbara upphinnandeolyckor</b>	<b>Oförutsägbara upphinnandeolyckor</b>
Bristande avstånd till framförvarande fordon	Vilt på vägen
För hög hastighet hos bakomvarande fordon	Trafikolycka (följdkollision)
Händelse utanför fordon som leder till tittköer/bristande uppmärksamhet	Oväntad reaktion på omställning av trafiksignaler
Vägarbete som tillfälligt sänker vägens kapacitet	Bristande körning hos antingen framför- eller bakomvarande fordon på grund av förardistraktion som exempelvis rattsurfnig, GPS eller radio eller till följd av alkohol, droger eller trötthet
Generell köbildning och flaskhalsar, vävningssituationer	Framförvarande fordon har något fel och inbromsar oväntat
Framförvarande fordon byter oväntat fil	

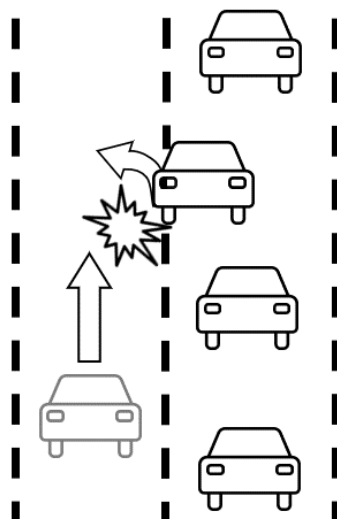
De underliggande faktorer hos det bakomvarande fordonet som kan påverkas för att motverka upphinnandeolyckor är fordonets hastighet, stoppsträcka och avstånd till framförvarande fordon. Minskar någon av dessa faktorer, kan de två resterande höjas. Lägre hastighet tillåter längre stoppsträcka och kortare avstånd mellan fordon på samma sätt som förlängt avstånd tillåter högre hastigheter och längre stoppsträcka.

De flesta förutsägbara upphinnandeolyckor kan motverkas genom att det bakomvarande fordonet anpassar sin hastighet och sitt avstånd till det framförvarande fordonets körning alternativt genom att minska stoppsträckan hos det bakomvarande fordonet. Olika tekniska system som beskrivs i detta dokument bemöter dessa faktorer på olika sätt.

En fjärde faktor som kan hanteras för att motverka upphinnandeolyckor är körbeteendet hos det framförvarande fordonet. Exempelvis trafikfarligt körbeteende hos föraren i framförvarande fordonet i form av oväntade filbyten eller annat bristande agerande kan leda till både förutsägbara och oförutsägbara upphinnandeolyckor. De tre faktorerna: relativ hastighet, avstånd och stoppsträcka påverkar omfattningen av eventuella skador som uppstår till följd av trafikfarligt

körbeteende hos framförvarande fordon även om förutsättningarna inte medger att olyckan undviks helt.

Ett exempel på en upphinnandeolycka är den typ som orsakas av att det framförvarande fordonet genomför trafikfarliga filbyten på en flerfilig väg. I Figur 4 visualiseras hur en sådan olycka kan gå till. Situationen kan också resultera i en svepolycka beroende på hur det framförvarande och efterföljande fordonet kolliderar. En svepolycka inträffar när det efterföljande fordonet kommit längre fram i sin körfil och befinner sig i parallellt läge med det filbytande fordonet. Upphinnandeolyckor (och svepolyckor) orsakade av felaktiga filbyten motverkas genom att korrigera körbeteendet hos föraren i det framförvarande fordonet.



Figur 4. Principskiss som beskriver hur upphinnandeolycka kan orsakas till följd av trafikfarligt filbyte

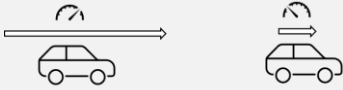
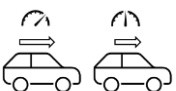
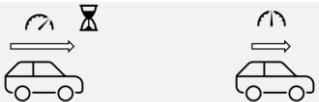

### 3 Hur vägnära ITS kan motverka upphinnandeolyckor

Vägnära ITS-åtgärder omfattar omställbara vägmärken (variabla meddelandeskyltar, VMS), signaler och system som syftar till att dynamiskt kommunicera information från väghållaren genom att anpassa budskapen efter situation och behov. Det finns olika avancerade vägnära ITS-åtgärder som kräver olika omfattande investeringar och undersystem. De kräver ofta tillgång till elektricitet och uppkoppling mot styrsystem. Vissa vägnära ITS-åtgärder förutsätter att det finns system för mätning av trafikflödet genom att fordonens hastighet registreras vid olika punkter på vägen. Kontexten avgör vilken typ av vägnära ITS-åtgärd som kan vara lämplig för hantering av ett visst brist- eller problemområde.

Genom att varna förare om kommande köer eller incidenter kan vägnära ITS-åtgärder motverka förutsägbara upphinnandeolyckor som uppstår när det efterföljande fordonet inte hinner anpassa sin hastighet till det framförvarande fordonet. Oförutsägbara upphinnandeolyckor som orsakas av trafikfarliga filbyten kan motverkas med vägnära ITS-åtgärder som syftar till att jämna ut hastigheterna i trafikflödet. Andra vägnära ITS-åtgärder som syftar till att motverka köproblem har också positiv effekt på upphinnandeolyckor men beskrivs mer ingående i det fördjupade kunskapsunderlaget som handlar om köproblem.

Vägnära ITS-åtgärder har inte möjlighet att kontrollera hur fordon framförs utan kan endast stötta förare i att anpassa sin körning efter rådande trafikförhållanden. Således kan inte vägnära ITS ha någon inverkan på stoppsträckan i förhindrandet av en upphinnandeolycka. I Tabell 2 beskrivs vilka vägnära ITS-åtgärder som har inverkan på de olika faktorerna som kan förhindra en upphinnandeolycka. De system som finns i tabellens högra kolumn beskrivs mer ingående i detta avsnitt.

Tabell 2. Faktorer som påverkar upphinnandeolyckor och vägnära ITS-åtgärd

Faktor som påverkar upphinnandeolyckor	Vägnära ITS-åtgärd
Relativ hastighet 	Variabla hastigheter Incidentvarningssystem
Avstånd 	Variabla hastigheter Incidentvarningssystem
Stoppsträcka 	
Trafikfarligt körbeteende hos framförvarande fordon 	Variabla föreskrivna hastigheter

### 3.1 Vanligt förekommande vägnära ITS-åtgärder i motorvägsregleringssystem

Motorvägsregleringssystem (MCS) syftar till att förbättra trafiksäkerheten, minska och varna om köer samt upprätthålla god framkomlighet. Genom MCS kan bland annat körfält stängas av, varningar för exempelvis kö meddelas och hastigheter varieras.

#### Variabla hastigheter

Variabla hastigheter kan informeras via MCS-system och skyltas genom fristående vägmärken vid vägsidan eller via körfältssignaler ovanför varje körfält. Det finns två olika vägnära ITS-åtgärder som tillämpar variabla hastighetsgränser (Trafikverket, 2022). Den ena är en föreskriven variabel hastighetsgräns längs en sträcka, vilket kräver en lokal trafikföreskrift. Den andra är en rekommenderad högsta hastighet som inte kräver en lokal trafikföreskrift. De två variabla hastigheterna uppfyller olika syften och skyltas olika (Grumert et al., 2023).



Figur 5. Till vänster visas variabel föreskriven hastighet och till höger rekommenderad högsta hastighet

Variabla hastighetsgränser gör att trafikanter bättre anpassar hastigheten till trafiksituationen än vid traditionell utmärkning med plåtskyltar. På de sträckor där variabla hastighetsgränser har implementerats har olycksrisken minskat, tempot blivit lugnare, och framkomligheten förbättrats något (Trafikverket, 2022).

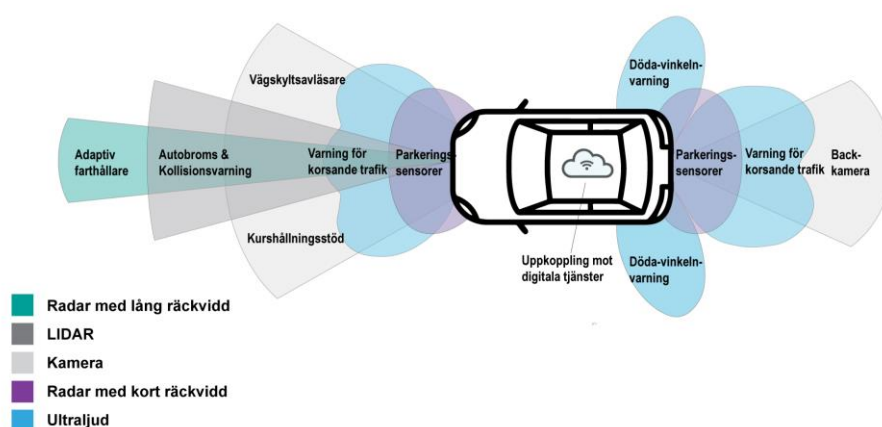
Variabla föreskrivna hastigheter kan implementeras med en strategi för att homogenisera, fordonens hastigheter, där styrningen aktiveras vid närmande kritiska trafikförhållanden för att förebygga ett trafiksammanbrott (Grumert et al., 2023). Hastighetsgränsen sänks tillräckligt för att homogenisera hastigheterna, underlätta vävning och undvika onödiga omkörningar vid en identifierad flaskhals.

Rekommenderade hastigheter aktiveras vid incidenter såsom trafikolyckor eller kö (Grumert et al., 2023). Målet med systemet är att förhindra olyckor till följd av en redan inträffad händelse. Blinkande ljus kombineras ofta med en variabel rekommenderad hastighet och motivationsskyltar som varnar för incident nedströms, exempelvis med varning för kö. Olika rekommenderade hastigheter kan vid samma tidpunkt förekomma i olika körfält, exempelvis där det finns avfartskörfält.

## 4 Hur avancerade förarstödsystem kan motverka upphinnandeolyckor

Avancerade förarstödsystem är teknologiska fordonsfunktioner som hjälper föraren att framföra fordonet på ett mer säkert och effektivt sätt. Inom fordonsindustrin läggs stora resurser på utvecklingen av avancerade förarstödsystem. Systemens funktion säkerställs på olika sätt, exempelvis genom att 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 system fungerar utan någon interaktion med infrastrukturen, medan andra interagerar med exempelvis vägmarkeringar för att upprätthålla funktionen. Tillgång till digitala trafikregler som publicerats av infrastrukturhållaren ökar pålitligheten hos vissa system. Vid körning av fordon utrustade med avancerade förarstödsystem är föraren idag ansvarig för och övervakar körningen, även då de avancerade förarstödsystemen är aktiva.

Fordon med avancerade förarstödsystem samlar in information via olika sensorer i fordonet, som kameror, radar och lidar samt genom navigationstjänster, molnplattformar och HD-kartor, se Figur 6. Många avancerade förarstödsystem läser i dagsläget av och tolkar information från vägmärken, trafiksignaler och vägmarkeringar. Även digitala trafikregler och digital information om vägens skick, utformning samt data kopplat till geografin används av avancerade förarstödsystem. Flera av de avancerade förarstödsystemen som använder exempelvis kamera eller radar för att samla in information kräver inte uppkoppling, medan information i realtid via molnplattformar, navigationstjänster och HD-kartor kräver att fordonet är uppkopplat.


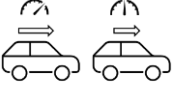
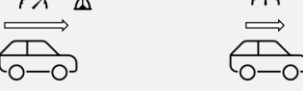



Figur 6. Några olika typer av avancerade förarstödsystem och vilka informationsinsamlingsmetoder de tillämpar

Redan idag påverkar ett antal avancerade förarstödsystem hur förare framför fordon och penetrationsgraden av avancerade förarstödsystem i fordonsflottan ökar stadigt. Sedan 2010 har avancerade förarstödsystem varit en del i Euro NCAPs bedömningssystem (Euro NCAP, 2024). Detta är en av anledningarna till den växande penetrationsgraden av avancerade förarstödsystem. Från juli 2024 kommer utrustning med ett flertal avancerade förarstödsystem vara ett krav vid försäljning av nya fordon inom EU. Ett av dessa kravställda avancerade förarstödsystem är autonom nödbromsning (Autonomous emergency braking (AEB)) som bidrar till att minska risken för upphinnandeolyckor (se vidare beskrivning i avsnitt 4.1).

De avancerade förarstödsystem som bedöms ha störst förväntad effekt på upphinnandeolyckor är olika typer av nödbromssystem, kollisionvarningssystem, hastighetsstöd och förarövervakning. Det finns även andra system som har mer eller mindre positiv inverkan på upphinnandeolyckor, men som inte redovisas i detta dokument. Olika avancerade förarstödsystem påverkar olika faktorer som kan förhindra upphinnandeolyckor, vilket redogörs för i Tabell 3 nedan. Till skillnad från vägnära ITS kan de avancerade förarstödsystemen ingripa i körningen och på så vis kan den relativa hastigheten och avstånd mellan fordon regleras av fordonet. Genom system utformade för att förhindra upphinnandeolyckor som autonom nödbroms och kollisionvarning kan dessutom stoppsträckan förbättras. De avancerade förarstödsystemen bidrar till att fordon generellt framförs säkrare vilket har en positiv inverkan på förekomsten av både förutsägbara och oförutsägbara upphinnandeolyckor.

Tabell 3. Vilka faktorer som är verksamma i en upphinnandeolycka som påverkas av avancerade förarstödsystem

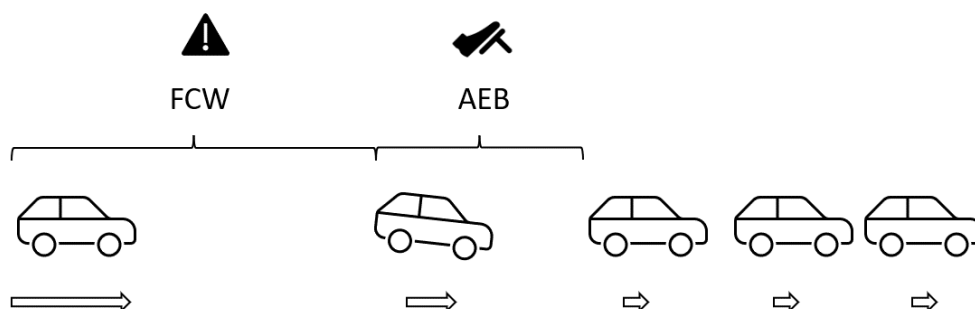
Underliggande faktor som påverkar upphinnandeolyckor	Avancerat förarstödsystem
Relativ hastighet 	Intelligent hastighetsstöd Adaptiv farthållare Prediktiv farthållare
Avstånd 	Adaptiv farthållare Prediktiv farthållare Kollisionvarning
Stoppsträcka 	Autonom nödbromsning Kollisionvarning
Trafikfarligt körbeteende hos framförvarande fordon 	Döda-vinkeln-varning Körfältsvarnare Kurshållningsassistans Nödkurshållning



Vissa förutsättningar påverkar effekten av de avancerade förarstödsystemen. Hur väl de avancerade förarstödsystemen inverkar på upphinnandeolyckor beror bland annat på väderförhållanden (Masello m.fl, 2022 & Östling et al., 2019). Nederbörd påverkar hur väl fordonets system läser av omgivningen och har en negativ inverkan på väglaget. Även ljusförhållanden begränsar kamerabaserade systems förmåga att uppfatta kringliggande fordon och vägmarkeringar. Östling et al. (2019) belyser trots det de avancerade förarstödsens potential att minska allvarlighetsgraden av de skador som inte hindras.

## 4.1 Nödbromsning och kollisionssvarning

Avancerade förarstödsystem för autonom nödbromsning och kollisionssvarning motverkar upphinnandeolyckor genom att minska det bakomvarande fordonets stoppsträcka och därmed hindra det från att kollidera med det framförvarande fordonet. Kollisionssvarningssystem (FCW, Forward Collision Warning) varnar föraren att en inbromsning är nödvändig för att undvika kollision. Autonom nödbromsning (Autonomous emergency braking (AEB)) innebär att fordonet bromsar av sig själv för att undvika samt reducera skadorna av en upphinnandeolycka. I Figur 7 förklaras när FCW och AEB aktiveras för att motverka upphinnandeolyckor.

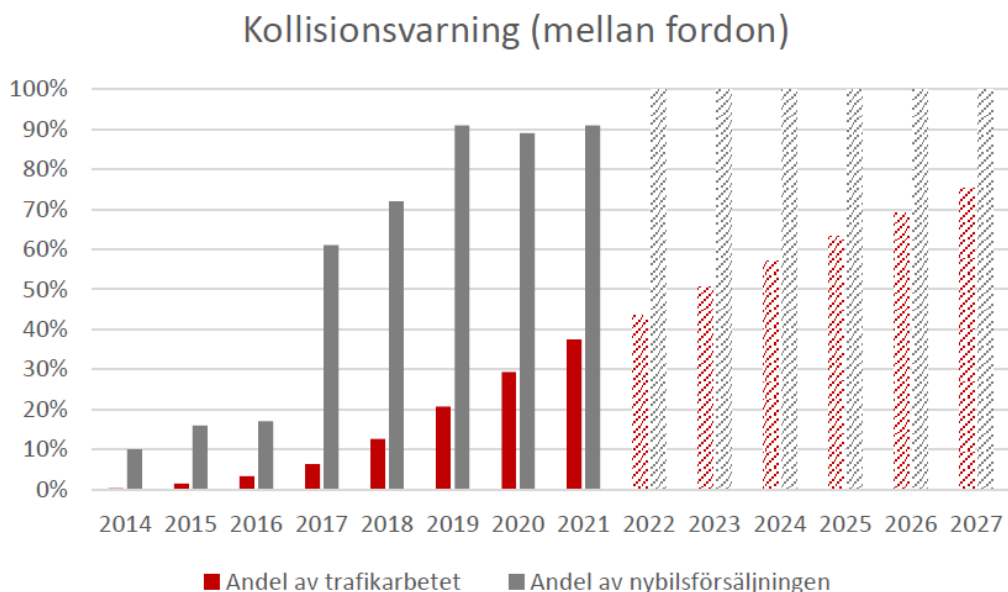


Figur 7. Principskiss som beskriver när FCW och AEB verkar för att förhindra en upphinnandeolycka i ett köslut

### Kollisionssvarningssystem (Forward Collision Warning (FCW))

Kollisionssvarningssystem (FCW, Forward Collision Warning) innebär att fordonet automatiskt ger en audiovisuell varning (en kombination av ljud och visuella signaler) när en sannolik kollision upptäcks. FCW är utvecklat för att förhindra upphinnandeolyckor. FCW-system kombineras ofta med AEB och ingriper när föraren ännu har en chans att på egen hand anpassa hastigheten för att undvika en krock (Euro NCAP, 2023). FCW-system kan bland annat nyttja radar-, lidar- och kamerasystem för att upptäcka ett framförvarande fordon (Seyedi et al., 2021). Kollisionssvarning mellan fordon fanns under 2021 i 37% av trafikarbetet och i 91%

av nya bilmodeller. Trenden är uppåtgående och prognosen är att FCW-system kommer vara standard vid samtliga nybilsförsäljningar, se Figur 8.



Figur 8. Utvecklingen av automatisk kollisionsvarning i fordonsflottan

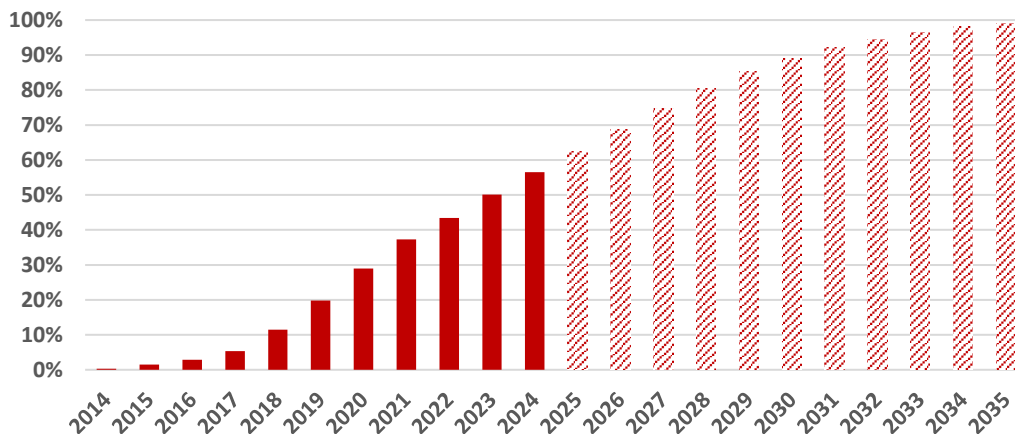
Flera studier visar att FCW-system har en positiv effekt på trafikolyckor. Exakt hur stor andel av upphinnandeolyckor som kan undvikas med FCW-system hos det följande fordonet sträcker sig mellan cirka 20% och 40% (se exempelvis Östling et al. (2019), Seyedi et al. (2021) och Masello et al. (2022)). FCW fungerar bäst i klart väder och under ljusa förhållanden (Masello et al., 2022).

### **Autonom nödbromsning (Autonomous emergency braking (AEB))**

Autonom nödbromsning är utformat för att hindra och förmildra skadorna av upphinnandeolyckor (Euro NCAP, 2023). System med autonom nödbromsning använder sensorer såsom radar, lidar eller kameror för att avgöra avstånd till och hastigheten hos framförvarande fordon. Om en potentiell kollision upptäcks och föraren själv inte vidtar åtgärder i rätt tid för att förhindra den kan AEB-systemet ingripa och bromsa fordonet.

Drygt 55% av trafikarbetet 2024 utfördes av fordon med AEB. Som tidigare nämnt är utrustning med AEB ett krav vid alla nybilsförsäljningar i EU från juli 2024 (EU Förordning 2019/2144). Detta ger upphov till prognosen av den uppåtgående trenden av storleken på andel av trafikarbete som utförs av fordon med AEB, se Figur 9. Cirka 90% av trafikarbetet förutspås utgöras av fordon med AEB år 2030.

## Andel av trafikarbete som har AEB



Figur 9. Utvecklingen av autonom nödbromsning i fordonsflottan

Studier har visat att fordon som har haft AEB-teknologier implementerade de senaste 10 åren har haft 38% lägre risk att kollidera med ett framförvarande fordon (Rizzi et al., 2023). Östling et al. (2019) redovisar i en studie om passagerarsäkerhet och avancerade förarstödsystem att AEB-teknologier är det system som har störst potential att förhindra trafikolyckor. AEB som är utformat för att förhindra upphinnandeolyckor har enligt samma studie potentialen att förhindra 24% av dessa. Även Masello et al. (2022) skriver i en annan studie att AEB är det avancerade förarstödsystem som är mest effektivt med en potentiell reduktion av upphinnandeolyckorna med cirka 28%.

Rizzi et al. (2023) utgår från att förutsägbara upphinnandeolyckor kommer att försvinna när AEB är standard i trafikarbetet. Endast de oförutsägbara upphinnandeolyckor (som utgör en mindre del av upphinnandeolyckorna) förväntas kvarstå vilket innebär att upphinnandeolyckor kommer utgöra 5–10% av trafikolyckor som leder till en skada. Detta skiljer sig från läget 2023 då andelen skadade i upphinnandeolyckor var cirka 17% av samtliga skadade i trafikolyckor.

AEB-systemet i det följande fordonet behöver minst tre sekunder i stopptid<sup>3</sup> till det framförvarande fordonet för att hinna reagera (Rizzi et al., 2023). Förväntningen är att framtidens fordon kommer att kunna nyttja fler avancerade förarstödsystem som möjliggör att längre avstånd mellan fordon hålls.

### **Autonom nödbromsning och kollisionssvarning samspekar**

Kombinationen av de avancerade förarstödsystemen AEB och FCW ger enligt litteraturen ännu högre potential att förhindra och mildra upphinnandeolyckor. Studier visar att de båda systemen tillsammans har möjlighet att reducera antalet

<sup>3</sup> Den tid det tar för fordonet att stanna, inkluderar reaktionstid och bromstid

upphinnandeolyckor med 50% (se exempelvis Östling et al. (2019), Seyedi et al. (2021) och Masello et al. (2022)).

## 4.2 Kurshållningsstöd

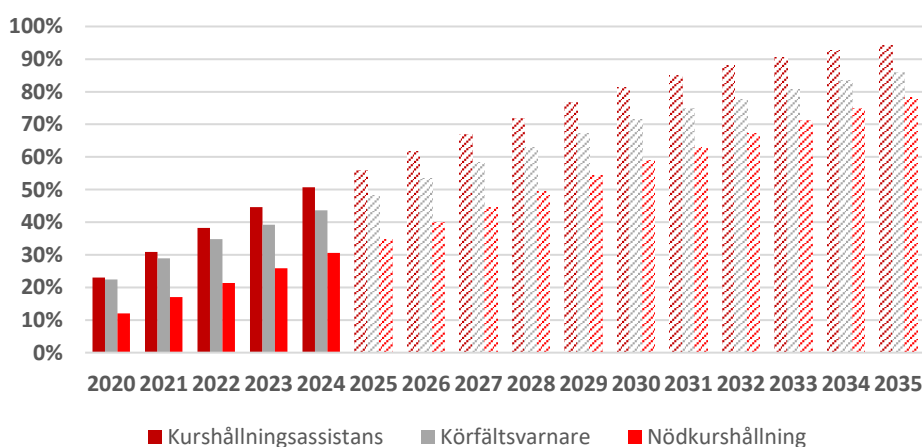
Kurshållningsstöd reducerar antalet upphinnandeolyckor som uppstår i samband med filbyten och omkörningar (se exempelvis Sternlund et al. (2017), Östling et al. (2019) och Liu et al. (2022)). Detta gäller särskilt på flerfiliga vägar där det framförvarande fordonet blir påkört när det byter till en fil som trafikeras av fordon med en högre hastighet.

Bristande användning av körriktningsvisare och generell ouppmärksamhet är två anledningar till att upphinnandeolyckor inträffar i samband med filbyten. Olyckor uppstår också eftersom förare kan ha svårt att bedöma avstånd och luckor mellan fordon i olika körfält. Att göra en korrekt bedömning av avstånd i både utrymme och tid försvåras när skillnaden i relativ hastighet i de olika körfälten är stor.

Det finns flera olika kurshållningsstöd och varningssystem som motverkar osäkra filbyten och omkörningar på olika sätt. I detta avsnitt ges en kort beskrivning av system som både varnar, assisterar och ingriper i framförandet av fordonet. De varnande funktionerna aktiveras tidigt i händelseförloppet som föranleder en potentiell krock medan de mer ingripande systemen aktiveras när en kritisk situation är på väg att uppstå. Flera av kurshållningsstöden kan alltså komma att aktiveras efter varandra och tillsammans bidra till att en krock undviks.

Likt många andra avancerade förarstödsystem ses en uppåtgående trend för olika typer av kurshållningsstöd. Nödkurshållning (Emergency Lane Keeping (ELK)) är ett krav vid alla nybilsförsäljningar i EU från juli 2024 (EU Förordning 2019/2144).

### Andel av trafikarbete

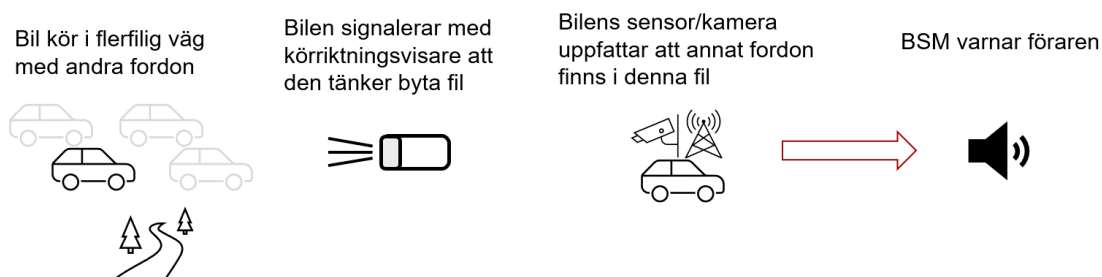


Tabell 4. Utveckling av andel trafikarbete som utgörs av fordon med olika typer av avancerade kurshållningsstöd

## Döda-vinkeln-varning (Blind Spot Monitoring, BSM)

Döda-vinkeln-varning (Blind Spot Monitoring (BSM)) är en typ av avancerat förarstödsystem som syftar till att hjälpa föraren att undvika farliga situationer eller kollisioner i samband med filbyte. Systemet varnar föraren om fordon som befinner sig utanför dennes synfält, i den så kallade "döda vinkeln". BSM upptäcker andra fordon snett bakom och vid sidan av fordonet. Systemet fungerar generellt i hastigheter över 10 km/h (Östling et al., 2019). BSM använder en kombination av sensorer såsom radar, ultraljudssensorer eller kameror, för att upptäcka objekt i fordonets döda vinklar. Dessa sensorer är vanligtvis placerade på sidospeglarna, bakre stötfångaren eller andra platser runt fordonet.

Varningarna i ett BSM-system består vanligtvis av en lampa som indikerar när ett skymt fordon färdas i angränsande körfält. Denna lampa placeras oftast i fordonets sidospegel. Om föraren använder sin körriktningsvisare för att signalera att denne avser att byta körfält trots att ett annat fordon finns i det angränsande körfältet varnar systemet. Varningen meddelas genom ett varnande ljud samtidigt som lampan i den aktuella sidospeglarna blinkar.



Figur 10. Figur som beskriver hur Döda-vinkeln-varning fungerar

## Körfältsvarnare (Lane Departure Warning (LDW)) och Kurshållningsassistans (Lane Keep Assist (LKA))

Körfältsvarnare (Lane Departure Warning (LDW)) är ett varningssystem som syftar till att hindra förare från att avvika från sin aktuella körfil på ett osäkert sätt. LDW-systemet ger föraren en audiovisuell varning (en kombination av ljud och visuella signaler) eller haptisk återkoppling (taktila eller kännbara signaler) då fordonet driver mot eller korsar körfältsmarkeringarna och körriktningsvisaren ej används. Under 2021 uppskattas fordon utrustade med LDW utgöra 30 procent av trafikarbetet, och i 90 procent av nya bilmodeller.

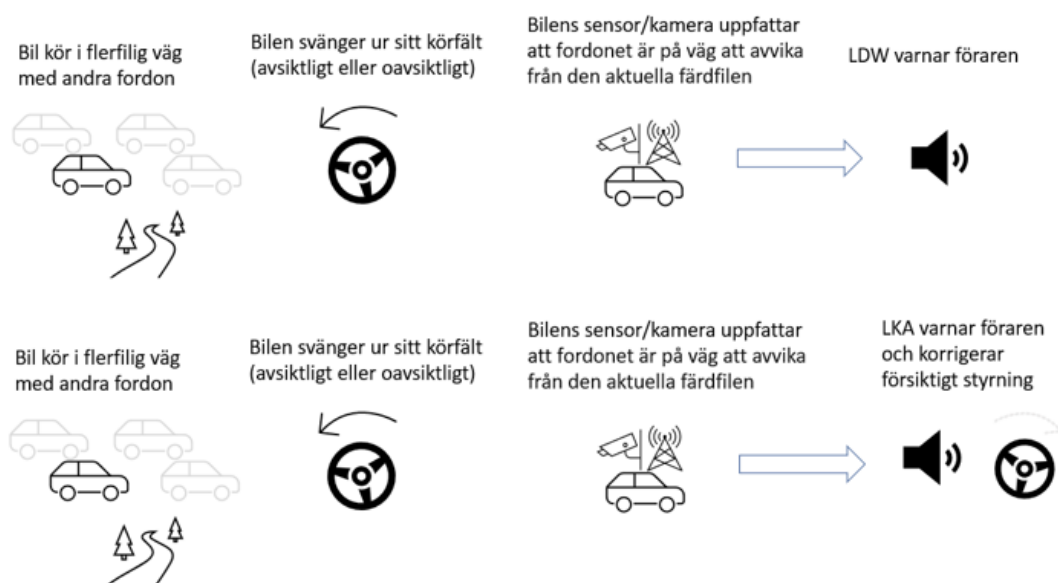
Traditionella LDW-system använder kameror för att övervaka fordonets position i förhållande till körfältsmarkeringarna och fungerar generellt från och med cirka 65 km/h. Vissa LDW-system fungerar därför inte korrekt om vägmarkeringarna inte är tydligt synliga (Penmetsa et al., 2019). Detta kan bero på väderförhållanden (t.ex. is,

snö, vatten), ljusförhållanden eller dåliga vägmarkeringar. Den tekniska utvecklingen för fordonspositionering går dock snabbt framåt. I nyare LDW-system inhämtas information från flera sensorer och datakällor vilket ger mer exakta positionsuppskattningar utan beroende av vägmarkeringar.

LDW har inte förmågan att automatiskt centrera fordonet om föraren inte reagerar på varningen till skillnad från system för kurshållningsassistans (LKA) och nödkurshållning (ELK). Det avancerade förarstödsystemet Lane Keep Assist (Kurshållningsassistans, LKA) hjälper till att korrigera fordonets bana när det gradvis avviker från sin körfil genom att tillföra en liten mängd styrning (Euro NCAP, 2018). Systemet fungerar generellt från och med cirka 50–64 km/h. Fordon utrustade med LKA utgjorde cirka 30% av trafikarbetet under 2021, och 95 procent av nya bilmodeller. Hur dessa kurshållningsstöd fungerar visualiseras i Figur 11.

LKA-system har högre potential att förhindra olyckor än endast LDW (Penmetsa et al., 2019). Detta eftersom LKA inte förlitar sig på att föraren ska korrigera fordonets bana, utan istället genomför denna manövrering automatiskt. I litteratur om hur LDW och LKA påverkar risken för trafikolyckor ges breda spannen i bedömningen av deras effektivitet. En uppskattning som har gjorts är att LDW och LKA-system halverar risken för upphinnande- och singelolyckor på vägsträckor med hastighetsbegränsningar mellan 70 och 120 km/h (Sternlund et al., 2017).

En annan funktion som kan ingå i LDW-system är varningssystem som detekterar trötthet hos föraren. LDW-systemet känner av rattens och fordonets rörelser vilket ger en indikation om förarens tillstånd. Genom denna funktion kan LDW motverka upphinnandeolyckor och flera olika typer av olyckor i vägtransportssystemet (Sternlund, 2020).



Figur 11. Principfigur beskriver hur LDW fungerar (över) och LKA (under)

## Nödkurshållning (Emergency Lane Keeping (ELK))

Nödkurshållning (Emergency Lane Keeping (ELK)) ingriper betydligt mer aggressivt än LKA och endast när en kritisk situation uppstår, se Figur 12. Till exempel tillämpar ELK ett kraftigt styringripande om systemet detekterar att fordonet är på väg att köra av vägen, korsa en körfilsmarkering eller köra in i mötande eller omkörande trafik i den intilliggande filen. ELK fungerar generellt från och med cirka 50–65 km/h.

Likt tidigare nämnda AEB är ELK ett krav vid alla nybilsförsäljningar i EU från juli 2024 (EU Förordning 2019/2144). Både LKA och AEB ska enligt EU förordningen vara aktiverade vid start av bilen och ska endast gå att inaktivera en åt gången. Fordon sålda efter juli 2024 kommer således alltid ha minst ett av systemen AEB och LKA aktiverat.

ELK bidrar framförallt till att motverka singelolyckor och frontalkrockar men har också en positiv effekt på upphinnandeolyckor (Sternlund, 2021). Nödkurshållningssystemen blir i och med deras utveckling allt mindre beroende av inläsning av vägmarkeringar. Deras förmåga att positionera sig inom sitt körfält baseras i framtiden på flera olika informationskällor i trafikmiljön och blir därmed mer tillförlitliga.



Figur 12. Principfigur som beskriver hur ELK fungerar

## 4.3 Hastighetsstöd

Hastighetsstöd innebär stöd till föraren för att hålla fordonet inom angiven hastighetsgräns med hjälp av information och/eller varningar i fordonet. Vissa typer av hastighetsstöd informerar föraren om trafikregler som det inhämtat genom exempelvis kameror och digitala kartdata. Andra har en mer styrande funktion gällande hastighetsefterlevnad, exempelvis Intelligent hastighetsstöd (Intelligent Speed Assistance (ISA)). Det finns även avancerade förarstödsystem med hastighetsstöd som syftar till att öka trafiksäkerhet och komfort genom att automatiskt anpassa fordonets avstånd till framförvarande fordon, ett sådant är Adaptiv farthållare (Adaptive Cruise Control (ACC)). Framtidens hastighetsstöd kommer att anpassa fordonets hastighet genom att läsa in andra fordons rörelser och det allmänna trafikflödet utifrån ett flertal olika datakällor.

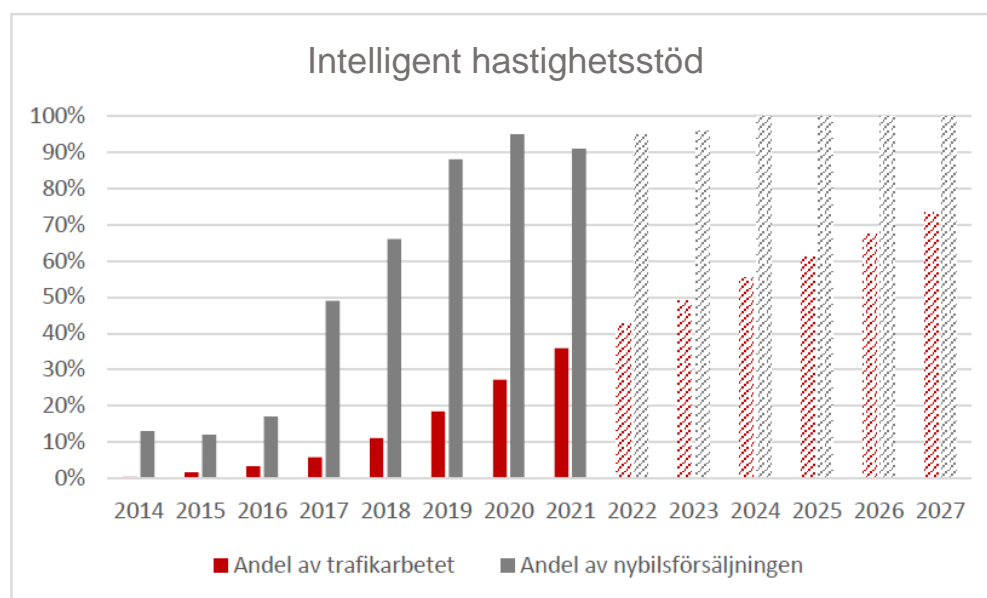
Hastighetsstöden har en positiv inverkan på den relativa hastigheten mellan fordon och – i olika utsträckning - avståndet mellan fordon. Därmed bidrar de till att bibehålla säker körning och undvika upphinnandeolyckor.

### **Intelligent hastighetsstöd (Intelligent Speed Assist (ISA))**

Intelligent hastighetsstöd (Intelligent Speed Assistance (ISA)) är ett avancerat förarstödsystem som syftar till att öka hastighetsefterlevnaden genom att fordonet läser av hastighetsskyltar längs vägen eller får information om aktuell hastighetsgräns från navigationssystemets kartdata. ISA-systemet ger föraren en audiovisuell varning (en kombination av ljud och visuella signaler) eller haptisk återkoppling (taktila eller kännbara signaler) då hastighetsöverträdelse upptäcks. Hur ISA fungerar beskrivs i Figur 14.

Effekten av att en växande andel av trafikarbetet utförs av fordon med ISA är förbättringar i trafikflödet och en generellt minskad färdhastighet (Ryan, 2018). Ett jämnare trafikflöde innebär att den relativa hastigheten mellan fordon reduceras vilket motverkar upphinnandeolyckor. Ett mer homogent trafikflöde leder också till färre onödiga och trafikfarliga filbyten vilket också är positivt för förekomsten av upphinnandeolyckor.

Trenden för ISA i de svenska personbilsmodellerna är uppåtgående och eftersom ISA regleras i EU Förordning 2019/2144 kommer samtliga nya bilar som säljs i Europa vara utrustade med det från juli 2024, se Figur 13. 2027 förutspås cirka 75% av trafikarbetet utgöras av fordon utrustade med ISA.

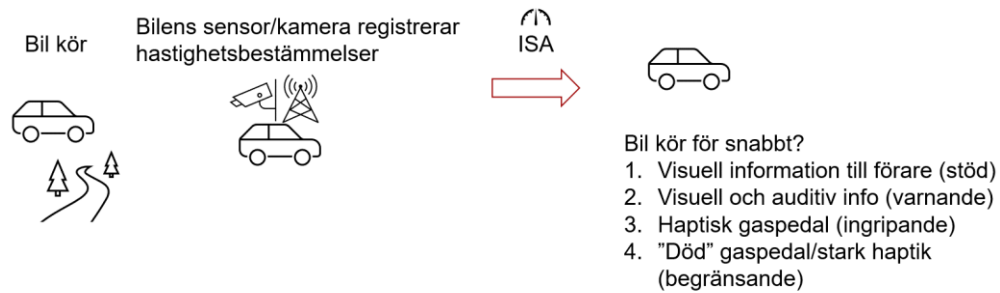


Figur 13. Utvecklingen av intelligent hastighetsstöd i fordonsflottan

Den tidigare nämnda EU Förordning 2019/2144 definierar ett antal krav på ISA-systemets utformning. Dessa handlar om vilken typ av återkoppling som ges till



föraren för att informera vid hastighetsöverträdelse och vad denna återkopplingen ska baseras på för information. Information om gällande hastighetsbegränsning ska inhämtas från digitala kartdata, fysiska vägmärken eller en kombination av de två typerna av informationskällorna. ISA-systemet ska vara i normal drift varje gång fordonets huvudströmbrytare aktiveras men ska gå att överskrida och det ska vara möjligt att inaktivera systemet.

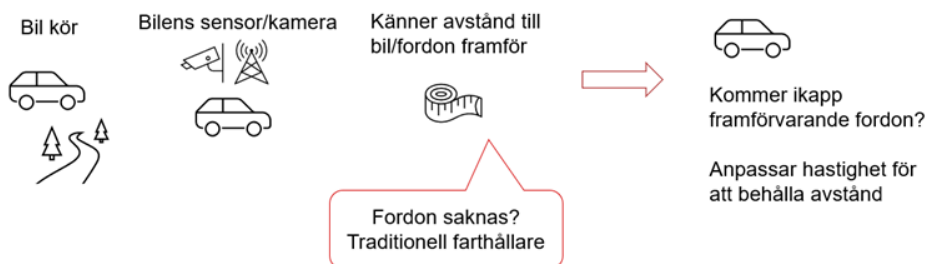


Figur 14. Principfigur som beskriver hur ISA fungerar

### Adaptiv farthållare (Adaptive Cruise Control (ACC))

Ett ensamt fordon med ett aktiverat adaptivt farthållarsystem (Adaptive Cruise Control (ACC)) håller likt en konventionell farthållare den hastighet som är inställd av föraren. Om det finns ett fordon som håller en lägre hastighet framför sänker det ACC-kontrollerade fordonet sin hastighet för att följa detta fordon på ett säkert avstånd. ACC:n läser av omgivningen och registrerar det framförvarande fordonets hastighet med hjälp av kameror och sensorer (radar).

Eftersom ACC bidrar till att längre avstånd hålls mellan fordon så har det en positiv effekt på upphinnandeolyckor enligt Masello et al. (2022). De uppskattar att upp emot 12% av upphinnandeolyckorna kan förhindras med ACC i klart väder. I dimma, kraftig nederbörd och i mörker fungerar ACC-systemet sämre och en uppskattad reduktion av upphinnandeolyckor görs till 5% i sådana förhållanden. Östling et al. (2019) beskriver också att ACC har en positiv effekt på upphinnandeolyckor.



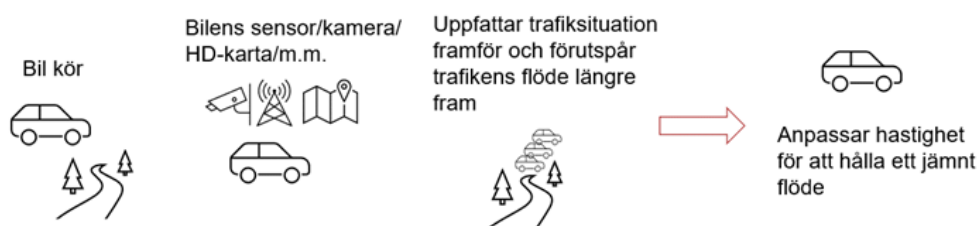
Figur 15. Principfigur som beskriver hur ACC fungerar

## Prediktiv Farthållare (Predictive Cruise Control (PCC))

Prediktiv Farthållare (Predictive Cruise Control (PCC)) är likt ACC ett avancerat farthållarsystem. Till skillnad från ACC tar PCC fler delar av trafiksystemet i beaktning än endast det framförvarande fordonet. Under 2024 är det ett fåtal fordonstillverkare som har förarstödsystemet som standardutrustning.

PCC-systemet använder känd eller förutsedd information om körmiljön för att förbättra fordonets prestanda. Denna information kan samlas in från olika sensorer, som kameror, radar och lidar samt genom navigationstjänster, molnplattformar och HD-kartor (Chu et al., 2023; Gao et al., 2018). Tack vare den insamlade realtidsinformation om trafiken och förutspådda trafikförhållanden vid exempelvis kommande korsningar förväntas PCC förbättra trafikflödet, minska trängsel och öka säkerheten och komforten vid körning genom att fatta mer informerade beslut baserade på realtidsinformation om trafiken.

PCC har potentialen att motverka förekomsten av upphinnandeolyckor genom dess positiva inverkan på den relativa hastigheten och avstånden mellan fordon.



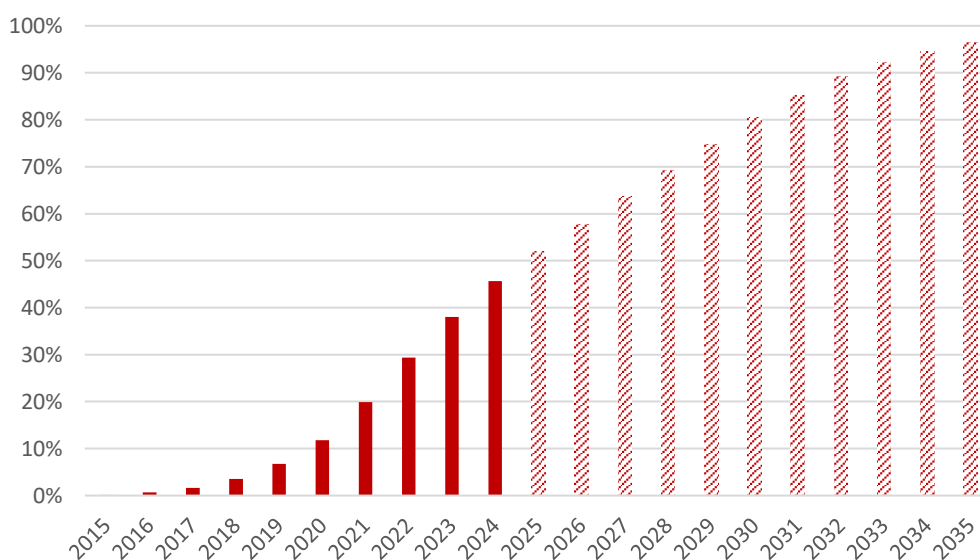
Figur 16. Principfigur som beskriver hur PCC fungerar

## 5 Hur digitala tjänster riktade mot uppkopplade fordon kan motverka upphinnandeolyckor

Digitala tjänster riktade mot uppkopplade fordon avser kommunikation via trådlös teknik mellan fordon och infrastruktur (V2I) eller mellan fordon (V2V). Detta möjliggör informationsutbyte i realtid mellan olika fordon, vägnätsoperatörer och tjänsteleverantörer (tvåvägskommunikation). Dessa tjänster benämns ibland samverkande ITS, från engelskans Cooperative Intelligent Transport Systems (C-ITS). C-ITS definieras enligt den svenska översättningen av ITS-direktivet som:

*” Samverkande intelligenta transportsystem eller C-ITS: intelligenta transportsystem som gör det möjligt för ITS-användare att interagera och samarbeta genom utbyte av säkra och tillförlitliga meddelanden utan tidigare vetskap om varandra och på ett icke-diskriminerande sätt.”*

Via digitala och uppkopplade tjänster kan föraren och fordonet få information i realtid som bidrar till ett säkrare och smidigare resande. Detta genom att föraren exempelvis får information om ett vägarbete som kommer längre fram på den väg som föraren kör på. Föraren kan antingen bli uppmanad att sänka hastigheten för att undvika köbildning och då på ett säkert sätt passera vägarbetet, eller bli rekommenderad att ta en annan väg för att undvika att passera vägarbetet. I Figur 17 visas den prognostiserade tillväxten av fordon i fordonsflottan som har möjlighet att dela data genom olika kommunikationsformer.



Figur 17. Utvecklingen av uppkopplade fordon inom fordonsflottan i Sverige mellan åren 2015 till 2035

På längre sikt kan fordon i allt större utsträckning kommunicera med andra fordon och väghållare på ett sätt som möjliggör samverkande farthållare, samverkande vävningsfunktioner

och andra körfunktioner som bygger på att fordon delar sina rörelser och intentioner med varandra. Konvojkörning (från engelskans platooning) är ett exempel på vad som möjliggörs när fordon samverkar med varandra. Konvojkörning innebär att lastbilar bildar fordonståg genom att kopplas samman med trådlös kommunikation. Det framförvarande fordonet körs av en förare som vanligt medan de följande bilarna framförs automatiskt. Med denna funktion kan fordonen köra närmre varandra vilket bland annat medför minskat luftmotstånd för respektive följande fordon och besparingar av bränsle till följd.

Vissa digitala tjänster förbättras av att information från infrastrukturhållare delas till tjänsteleverantörer och fordonstillverkare, exempelvis vilken hastighet som tillfälligt rekommenderas eller gäller på en vägsträcka. Trafikverket är, tillsammans med många andra aktörer, involverade i olika projekt som handlar om hur digitala tjänster riktade mot uppkopplade fordon kan användas för att hantera bland annat upphinnandeolyckor.

Det är ännu inte känt vilka kvantifierade effekter som de digitala tjänsterna ger i transportsystemet, eftersom området fortfarande är under utveckling. Detta på grund av osäkerheter kring utrullning av digitala tjänster i fordon och hur föraren använder tjänsterna. Något som är säkert är att utvecklingen av uppkopplade fordon och digitala tjänster går snabbt. Dessutom tillgängliggörs många av de digitala tjänsterna via mobila enheter, vilket möjliggör att föraren kan tillgodogöra sig informationen utan att fordonet är uppkopplat och har stöd för digitala tjänster. Ett exempel är navigeringssystem via Google, som finns tillgängligt både i vissa bilmodeller och i mobiltelefoner som är uppkopplade.

Digitala tjänster riktade mot uppkopplade fordon har potentialen att ge stora positiva effekter på säkerheten och framkomligheten i vägtransportsystemet. Detta genom att fordon automatiskt samverkar med varandra vilket minskar den relativa hastigheten mellan fordon, ökar avstånden och minskar risken för trafikfarligt körbeteende generellt, se Tabell 5. Även dynamisk digital information som når föraren kan ha en positiv effekt på de faktorer som påverkar upphinnandeolyckor, på samma sätt som vägnära ITS.

Tabell 5. Verksamma underliggande faktorer vid i en upphinnandeolycka som påverkas av digitala tjänster riktade mot uppkopplade fordon

Underliggande faktor som påverkar upphinnandeolyckor		Digital tjänst riktade mot uppkopplade fordon
Relativ hastighet		Kooperativ adaptiv farthållare (CACC)  <i>Exempel på digital information till fordon:</i> RWW (Varning för vägarbete)
Avstånd		(Kooperativ adaptiv farthållare) CACC  <i>Exempel på digital information till fordon:</i> RWW (Varning för vägarbete)
Stoppträcka		
Trafikfarligt körbete hos framförvarande fordon		<i>Framtida samverkande körfunktioner</i>

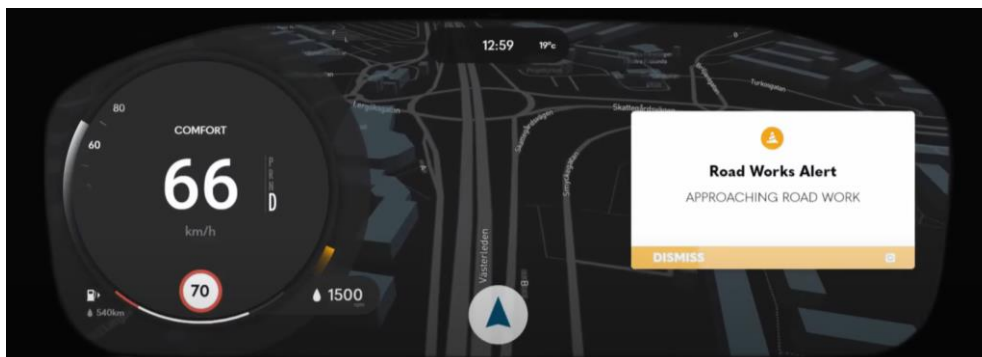
## 5.1 Digital information till fordon

### Varning för vägarbete (Road Works Warning (RWW))

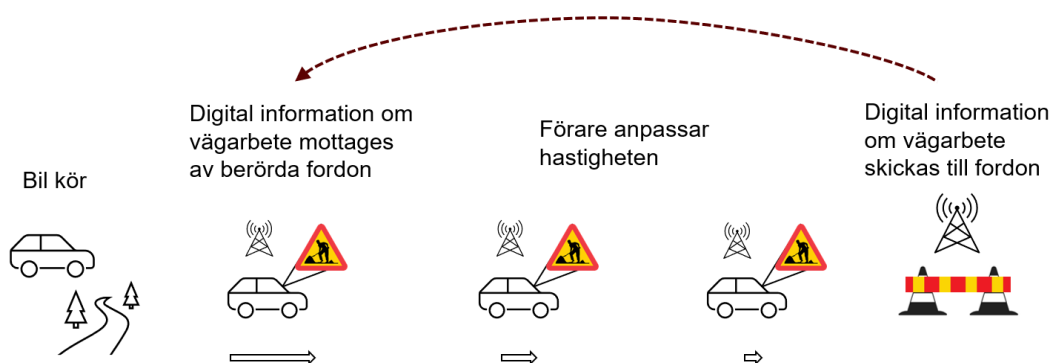
Trafikmiljön vid vägarbeten är ofta komplex och präglad av olika faktorer som ökar risken för olyckor. Både stationära vägarbeten och mer tillfälliga och rörliga vägarbeten kan leda till oväntade hastighetsminskningar och skapa köer. Trafiksituationen som uppstår vid vägarbeten kan resultera i arbetsplatsolyckor samt olyckor där vägtrafikanter är involverade. Upphinnandeolyckor är den vanligaste olyckstypen i samband med vägarbeten på statliga vägar (Liljegren, 2023). Dessa inträffar när fordon kolliderar med framförvarande långsamma väghållningsfordon eller fordon som saktat ner vid vägarbeten.

Inom projektet Nordic Way genomfördes pilottester av tjänsten Road Works Warning (RWW) (varning för vägarbete) (Olsson et al., 2022 & Nordic Way, 2023). Tjänsten syftar till att förbättra trafiksäkerheten och optimera trafikflödet genom att förhindra olyckor som orsakas av vägarbeten. Bland annat undersöktes hur uppkopplade rörliga TMA-bilar kunde skicka digital realtidsinformation om pågående vägarbete till fordon som närmar sig vägarbetsområdet. Varning om förestående rörligt vägarbete visades i fordonets instrumentpanel likt i **Fel! Hittar inte referenskälla.** 18. Pilottesterna visade att den tekniska lösningen för den här typen av kommunikation finns tillgänglig. Utveckling för att kunna implementera tekniken i större skala pågår.

Trafikverket delar redan idag data om planerade och pågående fasta vägarbeten. Denna data kan så kallade tjänsteleverantörer hämta hos Trafikverket för att sedan använda för att optimera rutten i fordonets navigationssystem. Ovan beskrivna tekniska lösning skulle kunna förbättra denna data.



Figur 18. Instrumentpanel med RWW från Nordic Way-presentation pilottest av tjänsten (Nordic Way, 2020)



Figur 19. Principfigur som beskriver hur RWW fungerar

## 5.2 Fordon-till-fordon-kommunikation

Fordon-till-fordon-kommunikation (Vehicle-to-vehicle (V2V)) innebär att fordon utbyter information i realtid. Det finns olika tekniska standarder som beskriver hur denna korthållskommunikation mellan fordon kan gå till.

Genom V2V delar flera fordon information om sin hastighet, position och planerade rutt med varandra. I nuläget befinner sig tekniken i ett tidigt utvecklingsstadium men i framtiden kan teoretiskt sett ett nätverk av samarbetande fordon skapas med hjälp av V2V-teknik. Detta samarbete mellan flera fordon förväntas leda till förbättrad trafiksäkerhet och ökad framkomlighet (se exempelvis (Li et al. (2020) och Zong et al. (2024))). Särskilt vid dålig sikt är det fördelaktigt med delning av information om rörelser och intentioner från fordon längre fram i trafiken som inte föraren kan se (Tan et al., 2020). V2V-kommunikation kan förbättra stabiliteten i

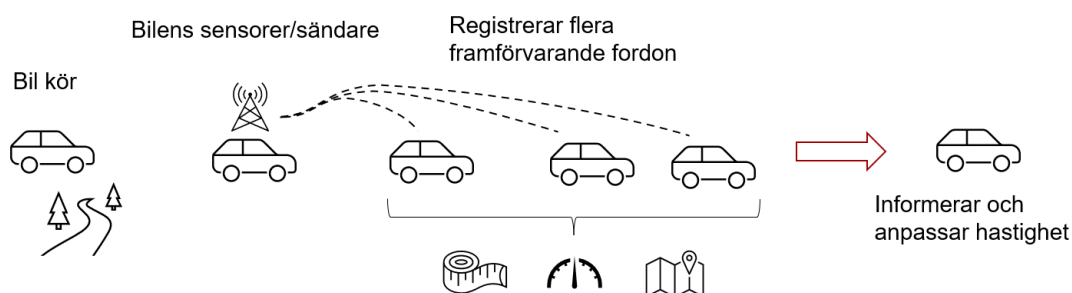
trafikflödet genom att minska variationer i fordons hastigheter och därmed minska risken för upphinnandeolyckor.



Figur 20. Principfigur som beskriver hur V2V fungerar

### **Kooperativ adaptiv farthållare (Cooperative Adaptive Cruise Control (CACC))**

Genom uppkopplad informationsdelning i ett nätverk av följande fordon möjliggörs en uppgradering av det tidigare nämnda avancerade förarstödsystemet ACC. Istället för att det avancerade hastighetsstödet endast anpassar fordonets hastighet efter framförvarande fordon kan information från flera fordon styra systemet (Aittoniemi, E., 2022). Detta uppkopplade avancerade förarstödsystem kallas Kooperativ adaptiv farthållare (Cooperative Adaptive Cruise Control (CACC)). I Figur 21 nedan beskrivs hur CACC fungerar.



Figur 21. Principfigur som beskriver hur CACC fungerar

Genom CACC kan det följande fordonet upptäcka att ett fordon längre fram bromsar in (CAR 2 CAR Communication Consortium, 2023). Istället för att vänta på att inbromsningen sprids i trafikflödet kan CACC anpassa fordonets hastighet direkt. Genom denna funktion är det mindre sannolikt att fantomköer uppstår

eftersom responstiden hos fordonen i trafikflödet minskar. Detta innebär att ett jämnare och tätare trafikflöde kan uppnås.

Teoretiskt sett bör CACC avsevärt motverka orsakerna till upphinnandeolyckor. Den relativa hastigheten mellan fordon kan med systemet i princip elimineras samtidigt som säkra avstånd mellan fordon hålls per automatik.

Sammankopplingen av fordon bör också påverka hur de framförs överlag och därmed ha en positiv inverkan på exempelvis osäkra filbyten och andra moment i trafiken som orsakar upphinnandeolyckor. I framtiden kan flera samverkande körfunktioner möjliggöras genom olika tekniska system. Ett par exempel på sådana funktioner är kooperativa omkörningar och kooperativa vävningar som ännu är i utvecklingsstadiet.

Hur trafikflödet påverkas i ett vägtransportsystem som har både framtidens sammankopplade fordon och vanliga äldre fordon studeras internationellt. En teori är att trafikflödet kommer att förbättras i takt med att allt fler fordon är uppkopplade och har möjlighet att utbyta information med varandra (Zong et al. (2024) och Li et al. (2020)). I ett trafikflöde som innehåller både vanliga fordon och sammankopplade fordon skulle dock trafikflödet teoretiskt sett kunna försämrats med ökad instabilitet som en effekt.


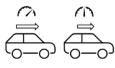
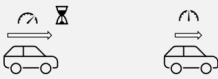
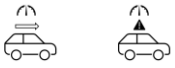


## **6 Att motverka upphinnandeolyckor med utgångspunkt i digitaliseringen av vägtransportsystemet – en bedömningsfråga**

Detta avslutande avsnitt innehåller en sammanställning och reflektion kring de tekniska system som presenterats i dokumentet och ett resonemang kring hur utvecklingen av avancerade förarstödsystem och digitala tjänster riktade mot uppkopplade fordon påverkar nyttan av vägnära ITS avseende upphinnandeolyckor.

I Tabell 6 nedan är samtliga introducerade tekniska system samlade och kategoriserade utifrån vilka underliggande faktorer inom förekomsten av upphinnandeolyckor som de har en effekt på.

Tabell 6. Sammanställning av redovisade tekniska system inom temat

Underliggande faktor som påverkar upphinnandeolyckor	Vägnära ITS	Avancerat förarstödsystem	Digitala tjänster riktade mot uppkopplade fordon
<p>För hög relativ hastighet</p> 	<p>Variabla hastigheter Incidentvarnings-system</p>	<p>Intelligent hastighetsstöd (ISA) Adaptiv farthållare (ACC) Prediktiv farthållare (PCC)</p>	<p><i>Exempel på digital information till fordon:</i> Varning för vägarbete (RWW)</p> <p><i>Exempel på fordon-till-fordon-kommunikation:</i> Kooperativ adaptiv farthållare (CACC)</p>
<p>För kort avstånd</p> 	<p>Variabla hastigheter Incidentvarnings-system</p>	<p>Adaptiv farthållare (ACC) Prediktiv farthållare (PCC) Kollisionsvarning (FCW)</p>	<p><i>Exempel på digital information till fordon:</i> Varning för vägarbete (RWW)</p> <p><i>Exempel på fordon-till-fordon-kommunikation:</i> Kooperativ adaptiv farthållare (CACC)</p>
<p>För kort stoppsträcka</p> 		<p>Autonom nödbromsning (AEB) Kollisionsvarning (FCW)</p>	
<p>Trafikfarligt körbeteende hos framförvarande fordon</p> 	<p>Variabla föreskrivna hastigheter</p>	<p>Döda-vinkeln-varning (BSM) Körfältsvarnare (LDW) Kurshållningsassistans (LKA) Nödkurshållning (ELK)</p>	<p><i>Exempel på fordon-till-fordon-kommunikation:</i> Framtida samverkande körfunktioner</p>

Som det går att utläsa i Tabell 6 ovan har detta dokument introducerat ett flertal olika tekniska system som förhindrar upphinnandeolyckor genom att hantera de olika underliggande faktorer som denna olyckstyp orsakas av. De olika underliggande faktorerna spelar olika roll vid de så kallade förutsägbara och oförutsägbara typerna av upphinnandeolyckor.

De vägnära ITS-åtgärder kan med exempelvis information om incidenter och variabla hastigheter påverka förare att framföra sina fordon så att den relativa hastigheten till framförvarande fordon minskar och avståndet ökar. Genom detta kan flera förutsägbara upphinnandeolyckor motverkas. Kökrockar är ett typexempel på en sådan förutsägbar upphinnandeolycka som motverkas genom att vägnära ITS varnar för en förestående kö så att förare hinner anpassa sin hastighet.

Oförutsägbara upphinnandeolyckor, som exempelvis uppstår när ett framförvarande fordon plötsligt inbromsar till följd av ett oväntat fel, kan inte förhindras med vägnära ITS. Detta beror på att vägnära ITS inte kan kontrollera hur fordon framförs, till skillnad från avancerade förarstödsystem.

## 6.1 Avancerade förarstödsystem

Avancerade förarstödsystem kan motverka att en krock uppstår på flera sätt och i olika omfattning. Systemen är framför allt verksamma genom att förhindra uppkomsten av en olycka, men också genom att förmildra effekterna om en krockolycka skulle inträffa.

Vägnära ITS-åtgärder syftar främst till att informera, varna och leda föraren. Avancerade förarstödsystemen kan utöver detta även ingripa direkt i fordonet genom att påverka och förbättra dess framförande och korta stoppsträckan.

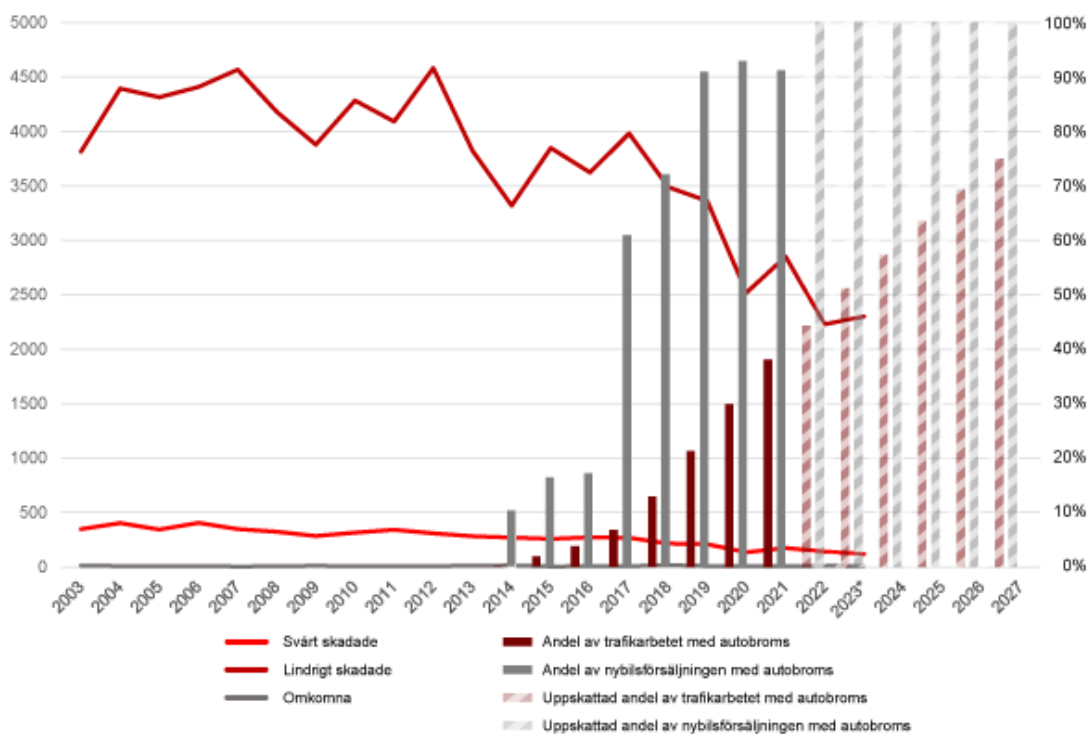
Hastighetsstöden som beskrevs i avsnitt 4.3 bidrar till säker körning och motverkar därigenom risken för upphinnandeolyckor. Detta genom att hjälpa föraren att hålla avståndet till framförvarande fordon. Till skillnad från hastighetsstöd som reagerar på omgivande fordon så griper system för kurshållningsstöd (avsnitt 4.2) in vid avsteg från säker körning, exempelvis i samband med trafikfarliga filbyten eller då fordonet av annan anledning lämnar sitt körfält.

Även system för döda-vinkeln-varning (BSM) och körfältsvarnare (LDW) hjälper föraren att undvika en upphinnandeolycka genom en varning om exempelvis ett fordon som kommer bakifrån i körfältet bredvid. Vid en uppkommande osäker situation verkar det mer ingripande systemet kurshållningsassistans (LKA) och i kritiska situationer aktiveras nödkurshållning (ELK).

Autonom nödbromsning (AEB) och Kollisionsvarning (FCW), som beskrevs i avsnitt 4.1, är båda utformade för att motverka bland annat upphinnandeolyckor. De förhindrar främst förutsägbara upphinnandeolyckor men motverkar även oförutsägbara upphinnandeolyckor. Anledningen till att de fungerar sämre på de oförutsägbara upphinnandeolyckorna är att de kräver cirka tre sekunders stopptid för att ge full effekt. Oavsett olyckstyp är deras reaktionsförmåga bättre än en mänsklig förare.

AEB förväntas användas i hög utsträckning i och med EU Förordning 2019/2144, som kräver att systemet ska vara aktiverat från start via fordonets huvudströmbrytare. Detta då det till skillnad från system för adaptiva farthållare (ACC), som kan användas utifrån förarens önskemål, kommer det att krävas en rad åtgärder från förarens sida för att inaktivera AEB. I takt med att andelen trafikarbete som utförs av fordon med AEB ökar kommer de förutsägbara upphinnandeolyckorna att minska.

Sedan 2017 har en majoritet av alla nya bilar som sålts i Sverige varit utrustade med AEB och FCW. Statistik från STRADA visar att sedan 2017 har antalet upphinnandeolyckor som leder till skador stadigt minskat. Utifrån det finns ett samband mellan förekomsten av avancerade förarstödsystem och antalet oförutsedda upphinnandeolyckor, vilket styrker tidigare dokumenterade och uppskattade effekter. Därmed är det rimligt att förvänta sig en fortsatt minskning även av de oförutsedda upphinnandeolyckorna.



Figur 22. Antal skadade och omkomna i upphinnandeolyckor mellan 2003 och 2023 i relation till trafikarbetet och nybilsförsäljningen av autonom nödbroms (Källa: Fordonsflottans utveckling – Avancerade förarstödsystem och digitala tjänster)

En utmaning med att uppskatta effekten som de avancerade förarstödsystemen har på upphinnandeolyckor är att förstå hur systemen verkar tillsammans. I de flesta studier undersöks respektive stödsystem separat. Det är därför svårt att beräkna den totala nyttan av flera system som samverkar och aktiveras efter varandra. Samspelet mellan ovan nämnda system behöver studeras vidare innan effekterna kan förstås till fullo.

## 6.2 Digitala tjänster riktade mot uppkopplade fordon

Flera system och standarder för digitala tjänster riktade mot uppkopplade fordon utvecklas internationellt och på europeisk nivå för att göra samverkan mellan infrastruktur och fordon möjlig. För att utveckla nya, men också vidareutveckla de

tjänster som redan finns, krävs samverkan mellan flera offentliga och privata aktörer. Det gäller aspekter relaterade till digitala tjänster riktade mot uppkopplade fordon som kräver samverkan rör säkerhet, affärsmodeller och incitament, juridiska krav samt ansvarsförhållanden mellan berörda aktörer både inom och utom Sveriges gränser.

Digital varning för vägarbete (Road Works Warning (RWW)) är ett exempel på en dynamisk informationsdelning i nära realtid som möjliggör att rätt information når rätt förare vid rätt tidpunkt, vilket har potentialen att reducera upphinnandeolyckor vid vägarbeten. Redan i dagsläget delas data om fasta vägarbeten så att dessa kan informeras om i fordonens navigationssystem. Med bättre information om tidpunkt och platsangivelse möjliggörs förutsättningar att ytterligare reducera antalet upphinnandeolyckor.

Fordonstillverkare arbetar i dagsläget med att utveckla tekniska lösningar som möjliggör framtida kommunikation mellan fordon (Vehicle-to-vehicle (V2V)). Potentialen som V2V innebär för upphinnandeolyckor är stor. Tekniken har på sikt potential att förhindra upphinnandeolyckor genom att fordon samverkar med kooperativa farthållare och andra funktioner som bidrar till säker körning. På så vis kan den relativa hastigheten mellan fordon i princip elimineras och optimalt avstånd säkerställas. Samverkande system för filbyten är ett annat kommande tillämpningsområde som förväntas bidra till att antalet upphinnandeolyckor minskar.

## **6.3 Planera med ITS för att motverka upphinnandeolyckor i framtiden**

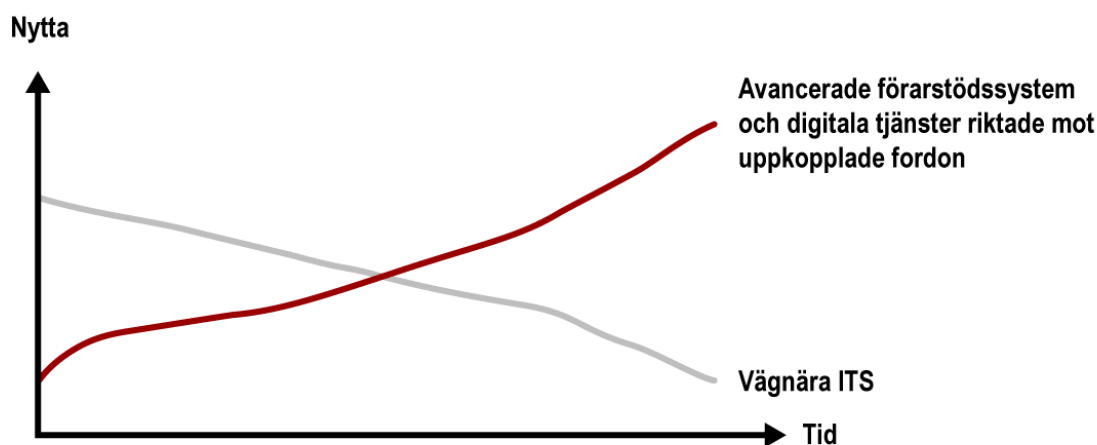
Det finns flera osäkerheter att beakta vid planering med digitalisering av vägtransportssystemet. Effekterna av vägnära ITS, aktiveringsgrad på avancerade förarstödsystem och dess kombinerade effekter behöver utredas och redovisas. Samtidigt råder fortfarande stor osäkerhet kring hur och när framtidens digitala tjänster riktade mot uppkopplade fordon kan nyttjas för att implementera digitala reglerande och informerande åtgärder.

I takt med att allt fler fordon utrustas med de avancerade förarstödsystemen och funktionerna blir allt mer accepterade av förare, reduceras nyttan av vägnära ITS-åtgärder, vilket minskar behovet dessa på delar av vägnätet.

Förhållandet nytta/tid mellan vägnära ITS-åtgärder och avancerade förarstödsystem och digitala tjänster mot uppkopplade fordon visas schematiskt i Figur 23 nedan. För vägnära ITS-åtgärder som syftar till att förhindra upphinnandeolyckor är sannolikt brytpunkten där de blivit olönsamma redan nådd på de flesta platserna i landet – undantaget är troligen storstadsområden samt tunnlar där de kan antas vara fortsatt lönsamma under en överskådlig tid.

I takt med att förarstödsystemen utvecklas och blir mer vanligt förekommande, minskar effekten av vägnära ITS-åtgärder. Detta är en naturlig konsekvens av att de avancerade förarstödsystemen förhindrar eller mildrar skadorna från upphinnandeolyckor direkt via fordonet. Upphinnandeolyckor motverkas således mer effektivt genom en utveckling av fordonsflottan än via befintliga ITS-åtgärder.

Sammantaget innebär detta att flera av de bristområden som hanterats i detta underlag i framtiden kommer att värderas annorlunda än de görs idag.



Figur 23. Schematisk beskrivning av tillförd nytta över tid för avancerade förarstödsystem och vägnära ITS-åtgärder

Genom den snabba utvecklingen av avancerade förarstödsystem görs stora framsteg inom samtliga underliggande faktorer som kan leda till en upphinnandeolycka. Systemens förmåga att bidra till säkrare körbeteende med större avstånd mellan fordon och högre grad av hastighetsefterlevnad och hastighetsanpassning förväntas ha en stor effekt tillsammans med autonoma bromsfunktioner. Genom att hålla ett säkert avstånd till framförvarande fordon ger den autonoma nödbromsen tillräckligt med tid för att undvika kollisioner. Därmed har de avancerade förarstöden potentialen att förhindra alla förutsägbara upphinnandeolyckor men också minska skadan av de oförutsägbara.

Avancerade förarstödsystem och uppkopplade fordon kommer på sikt ersätta en stor del av de analoga och digitala skyltar vi har idag. I en framtid där fordon kommunicerar med varandra i realtid och genomför kooperativa körfunktioner bör riskerna för upphinnandeolyckor, teoretiskt sett, minska ännu mer.

Utvecklingen av avancerade förarstödsystem och digitala tjänster är viktig att ha i beaktande vid bedömning av brister och problem i vägtransportssystemet, men också valet av åtgärder. Kunskap om hur systemen och de digitala tjänsterna fungerar, vilken effekt de förväntas ge och hur stor del av trafikarbetet som utgörs av fordon som använder dessa är således viktiga parametrar i det fortsatta arbetet.

# Referenser

- Aittoniemi, E. (2022). Evidence on impacts of automated vehicles on traffic flow efficiency and emissions: Systematic review. *IET Intelligent Transport Systems*, 16(10), 1306–1327. <https://doi.org/10.1049/itr2.12219>
- CAR 2 CAR Communication Consortium. (2020). *2020 Roadmap*.
- Euro NCAP. (2023). *AEB Car-to-Car*. The European New Car Assessment Programme. <https://www.euroncap.com/en/car-safety/the-ratings-explained/safety-assist/aeb-car-to-car/>
- Euro NCAP. (2024). *Euro NCAP Advanced Rewards*. The European New Car Assessment Programme. <https://www.euroncap.com/en/ratings-rewards/euro-ncap-advanced-rewards/>
- Grumert, E., Bernhardsson, V., & Gundlegård, D. (2023). *Utvärdering av styrning med variabla hastighetsgränser med fokus på framkomlighet—En fallstudie på E4 vid Södertälje* (1174; VTI Rapport). Statens väg- och transportforskningsinstitut. <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:vti:diva-19750>
- Liljegren, E. (2023). *Trafikolyckor vid vägarbeten 2003-2021*. Trafikverket. <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:trafikverket:diva-5936>
- Liu, T., Wang, C., Fu, R., Ma, Y., Liu, Z., & Liu, T. (2022). Lane-Change Risk When the Subject Vehicle Is Faster Than the Following Vehicle: A Case Study on the Lane-Changing Warning Model Considering Different Driving Styles. *Sustainability*, 14(16). <https://doi.org/10.3390/su14169938>
- Masello, L., Castignani, G., Sheehan, B., Murphy, F., & McDonnell, K. (2022). On the road safety benefits of advanced driver assistance systems in different driving contexts. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 15, 100670. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2022.100670>
- Nordic Way. (2020). *Road Works Warning*. Nordic Way. <https://www.nordicway.net/services/road-works-warning>
- Nordic Way. (2023). *Road Works Warning*. <https://www.nordicway.net/flagship/road-works-warning>
- Olsson, L., Berg, J., Svedlund, J., Bäckström, J., Palm, M., Svensk, P. O., & Lennholm, V. (2022). *Färdplan—Digitaliserat vägtransportsystem* (978-91-8045-015-7 (ISBN); Trafikverkets publikationer, 1–2022:030, p. 105). DiVA. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:trafikverket:diva-5348>
- Penmetsa, P., Hudnall, M., & Nambisan, S. (2019). Potential safety benefits of lane departure prevention technology. *IATSS Research*, 43(1), 21–26. <https://doi.org/10.1016/j.iatssr.2018.08.002>
- Rizzi, M., Boström, O., Fredriksson, R., Kullgren, A., Lubbe, N., Strandroth, J., & Tingvall, C. (2023). *Proposed Speed Limits for the 2030 Motor Vehicle*.

- Seyedi, M., Koloushani, M., Jung, S., & Vanli, A. (2021). Safety Assessment and a Parametric Study of Forward Collision-Avoidance Assist Based on Real-World Crash Simulations. *Journal of Advanced Transportation*, 2021, 4430730. <https://doi.org/10.1155/2021/4430730>
- Sternlund, S., Strandroth, J., Rizzi, M., Lie, A., & Tingvall, C. (2017). The effectiveness of lane departure warning systems—A reduction in real-world passenger car injury crashes. *Traffic Injury Prevention*, 18, 00–00. <https://doi.org/10.1080/15389588.2016.1230672>
- Sternlund, S. (2020). *Traffic Safety Potential and Effectiveness of Lane Keeping Support* [Chalmers universitet]. [978-91-7905-329-1](https://doi.org/10.1080/15389588.2020.1869224)
- Sternlund, S. (2021). The safety potential of enhanced lateral vehicle positioning. *Traffic Injury Prevention*, 22(2), 139–146. <https://doi.org/10.1080/15389588.2020.1869224>
- STRADA. (2024). *Statistik över vägtrafikolyckor—Nationell statistik (årsvis) (Version 2024-01-16)* [dataset]. [https://www.transportstyrelsen.se/globalassets/global/press/statistik/olycksstatistik/nationell\\_arstatistik.xlsx](https://www.transportstyrelsen.se/globalassets/global/press/statistik/olycksstatistik/nationell_arstatistik.xlsx)
- Trafikverket. (2011). *ITS på väg* (Trafikverkets publikationer ; 2011:064). Trafikverket.
- Trafikverket, TRV 2021/147923 (2021).
- Trafikverket. (2022). *Variabla hastigheter*. <https://www.trafikverket.se/resa-och-trafik/trafiksakerhet/sakerhet-pa-vag/hastighetsgranser-pa-vag/variabla-hastigheter/>
- Zong, T., Li, Y., & Qin, Y. (2024). Enhancing stability of traffic flow mixed with connected automated vehicles via enabling partial regular vehicles with vehicle-to-vehicle communication function. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 641, 129750. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2024.129750>
- Östling, M., Lubbe, N., Puthan pisharam, P., & Jeppsson, H. (2019). *Passenger Car Safety Beyond ADAS: Defining Remaining Accident Configurations As Future Priorities*.



Detta är baksidan på rapporten.

Trafikverket, 781 89 Borlänge. Besöksadress: Röda vägen 1

Telefon: 0771-921 921, Texttelefon: 010-123 50 00

**[trafikverket.se](http://trafikverket.se)**