Kunskapsrapport: Geofencing i vägtrafik- och vägtransportsystemet

Vad är geofencing? Här kan du lära dig om vad geofencing är och vilka delar det/verktyget består av.

Anna-Karin Salmi, Trafikverket (ViaPM)
Rodrigue Al Fahel, CLOSER
Felicia Hökars, CLOSER
Daniel Moback, CLOSER

2023:03

Innehållsförteckning

Inledning och syfte 1

Roller i transportsystemet? 2

Vad är geofencing? 3

Information som kan knytas till ett geografiskt område eller en sträcka 5

Trafikregler 5
En översikt 5
Datakvalitet 5
Låt oss exemplifiera 6

Övrig information 7
Datakvalitet 7
Låt oss exemplifiera 7

Vem tillhandahåller eller ska tillhandahålla geografisk knuten data och information? 8

Kommunikation från avsändare till mottagare 9

Databaser och datautbytesnoder 9

Kommunikation av geofencing 9
Låt oss exemplifiera 10
Kommunikationsströmmar 11

Kommunikationsstandarder 11

Positionering 12

Mottagare agerar på informationen 14

Gränssnitt mellan objekt och användare 14

Aktivering av funktioner 14
Reglera hastighet och tillträde 15
Byte till eldrivlina 16
Informationsdelning och spårning 16

Typgodkännande av fordon, komponenter, system och tekniska enheter 16

Återkoppling från mottagare till avsändare 17

Låt oss exemplifiera 18

Utbud och efterfrågan 19

Vem ska driva på utvecklingen? 19
Låt oss exemplifiera: ISA och EU 19
Fördelarna med lägre hastigheter 19
Åtgärder för att uppnå lägre hastighet och öka hastighetsefterlevnad 19
Nya EU-regelverk om ISA 20
Kundefterfrågan 20

Utbud och efterfrågan i Sverige 21
Utbud 21
Efterfrågan 21

Sammanfattning 22

Inledning och syfte

Detta dokument har tagits fram inom ramen för forsknings- och innovationsprogrammet *Geofencing in den urbana miljön*[1]. Programmet finansierades av Trafikverket och pågick från 2019-2022 med syfte att samla nödvändiga aktörer inom samhälle, näringsliv och akademi för att tillsammans ta fram lösningar som ska främja användningen av geofencing i styrning av transportsystemet. Programmet koordinerades av CLOSER och Trafikverket och medverkande i styrgruppen var Scania, Volvo Koncernen, Volvo Personvagnar, Veoneer, Stockholms stad, Göteborgs stad, Transportstyrelsen och Trafikverket.

Denna kunskapsrapport togs fram av programkoordinatorerna i syfte att exemplifiera vad som menas med geofencing inom vägtrafik- och vägtransportsystemet. Den beskriver också beståndsdelar den består av. Det finns i dagsläget ingen legal definition av begreppet geofencing inom trafik och transport. Innehållet i denna rapport är endast ett försök från koordineringsgruppen att reda ut vad som menas med begreppet.

Rapporten riktar sig till samtliga personer som är intresserade av att veta mer om geofencing. Som ett komplement till denna rapport togs en steg-för-steg guide fram med syfte att vägleda er som funderar på om geofencing är ett lämpligt verktyg att använda för att lösa något av era behov i vägtrafiks- och vägtransportsystemets utformning eller i hur era transporter genomförs.

För dig som vill läsa steg-för-steg-guiden eller läsa mer om geofencing, vänlig besök programmets hemsida. Se länk nedan eller använd QR-koden för att ta dig dit. Där finns fler rapporter, länkar till andra projekt, filmer och kontaktuppgifter till koordineringsgruppen.

[1] https://closer.lindholmen.se/geofencing

Roller i transportsystemet?

Innan vi går igenom begreppet geofencing, är det viktigt att ni först får en översiktlig förståelse över vilka myndigheter som ansvarar för vad inom vägtrafik och vägtransport. Nedan följer en kort översikt över några av de viktigaste rollerna[2]:

- **Transportstyrelsen** ansvarar för att ta fram regler, ge tillstånd och följa upp hur dessa efterlevs. De för även register för bland annat yrkesförare och fordon i trafik, samt hanterar trängselskatt, fordonskatts- och vägavgifter. Transportstyrelsen har även andra roller, bland annat att vara godkännandemyndighet för typgodkännande av komponenter, system och tekniska enheter i fordon.

- **Trafikverket** ansvarar för den långsiktiga infrastrukturplaneringen samt för byggande, drift och underhåll av statliga vägar.

- **Länsstyrelser** beslutar om särskilda trafikregler genom lokala trafikföreskrifter, t.ex. stopplikt och väjningsplikt i korsningar, förbud mot trafik med fordon.

- **Kommuner** ansvarar för att bygga, drifta och underhålla kommunala vägar samt beslut om särskilda trafikregler genom lokala trafikföreskrifter.

- **Regionala kollektivtrafikmyndigheter** har ett övergripande ansvar för den regionala kollektivtrafiken i respektive län, både trafik som ska upphandlas samt trafik som bedöms kunna utföras på kommersiell grund.

- **Polismyndigheten** ansvarar för att trafiken sker i enlighet med gällande lagstiftning.

- **Myndigheten för samhällsskydd och beredskap** föreskriver myndighet för regler om farligt gods som rör transporter på väg. De utfärdar också intyg till förare som ska transportera farligt gods på väg.

- Utöver detta finns det andra myndigheter som har en roll i vägtrafik och vägtransport som exempelvis **Upphandlingsmyndigheten**, **Konkurrensverket**, **Konsumentverket**, **Naturvårdsverket**, **Lantmäteriet**, **Försvarsmakten, Myndigheten för Digital Förvaltning (DIGG)** osv.

[2] https://www.transportstyrelsen.se/sv/Om-transportstyrelsen/vart-uppdrag-och-arbetssatt/vem-gor-vad/vem-gor-vad-inom-vagtrafik/

Vad är geofencing?

I dagsläget saknas en legal definition av begreppet **geofencing** inom trafik och transport. Det finns olika förslag som har tagits fram men det är fortfarande en tolkningsfråga kring vad som räknas och vad som inte räknas som geofencing.

Denna rapport definierar geofencing (geostaket) som *ett samlingsbegrepp för ett digitalt definierat geografiskt område där objekt (ex. fordon) kan informeras eller styras i dess framförande, baserat på digitala trafikregler eller överenskomna villkor.*[3]

Geofencing inom trafik - och transport består av följande delar:

1. Information som kan knytas till ett geografiskt område/sträcka
2. Kommunikation från avsändare* till mottagare** av informationen
3. Mottagare har en funktion för att positionera sig geografiskt
4. Mottagare agerar på informationen
5. Kommunikation från mottagare av informationen tillbaka till avsändare eller tredjepart

**Med avsändare avses den som tar initiativ att skapa en zon med hjälp av geofencing t.ex. väghållare, transportköpare eller trafikoperatör. **Med mottagare avses den part som tar emot och förväntas agera på informationen t.ex. transportköpare, transportörer eller trafikanter.*

Låt oss konkretisera mera:

- Information kan vara krav som ex. trafikregler eller rekommendationer som avsändaren vill att mottagaren ska agera på. De krav och rekommendationer som informeras till mottagaren kan vara konstanta eller triggas i gång av dynamiska faktorer, ex. trafikolyckor, luftföroreningshalter, bullernivåer eller antal trafikanter som rör sig i området.

- Kommunikationen kan ske antingen direkt till objektet, till exempel till fordonet, eller indirekt via ex. en trafikoperatör. Kommunikation mellan avsändare och mottagare kan ske manuellt och/eller automatiskt, ex. via mjukvarusystem, där informationen är knuten till geografiska koordinater.

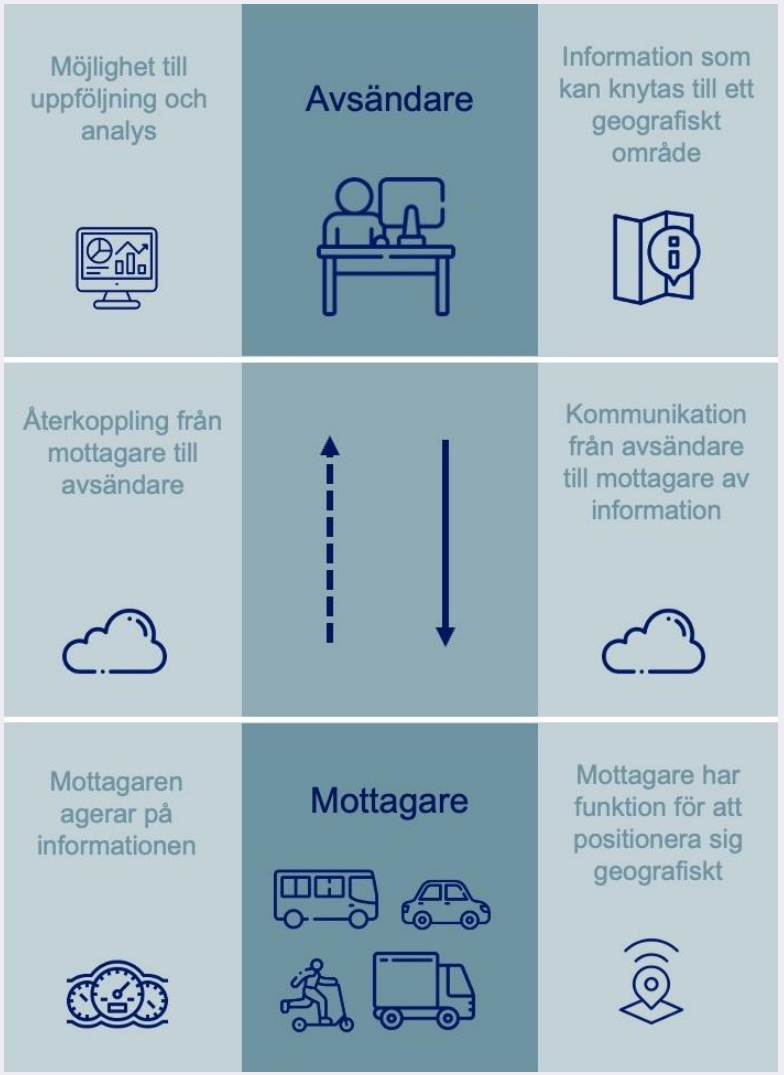
- Mottagaren behöver kunna ta emot informationen samt kunna positionera sig i ett område där geofencing används.

- Agerande på informationen, av mottagaren, kan ske på olika sätt, ex. genom att objektet, i de flesta fall fordonet, kommunicerar informationen till användaren ex. föraren. Detta kan ske visuellt, via ljud, vibrationer eller genom variationer i känslighet på pedalen. Mottagaren, till exempel. fordonet kan dessutom trigga i gång funktioner i fordonet, som kan agera på informationen, antingen genom att föraren aktiverar dessa funktioner efter mottagandet av informationen, eller genom att fordonet direkt aktiverar dessa. Exempel på funktioner som kan aktiveras för att

[3] https://bransch.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/forskning-och-innovation/aktuell-forskning/transport-pa-vag/geostaket/

påverka fordonets framförande är farthållare/ hastighetsbegränsare, automatiskt skifte i hybridfordon från en drivlina till en annan t.ex. att det skiftar så att fordonen kör på el, eller att fordon på begäran delar med sig av information tillbaka till avsändaren eller tredjepart.

- Återkoppling från mottagare till avsändare kan ske i syfte att bekräfta att mottagaren har tagit emot informationen eller att mottagaren har agerat på informationen.



En översiktlig illustration som visar flödet mellan avsändare och mottagare av informationen.

Information som kan knytas till ett geografiskt område eller en sträcka

Information behöver finnas tillgänglig och hålla god kvalitet, inte minst genom att vara korrekt. Exempel på information som kan vara av intresse är:

Trafikregler som exempelvis hastighet på vägar, begränsad fordonshöjd, bärighetsklasser på väg, parkeringsplatser och miljözoner.

Övrig information i form av rekommendationer eller andra påverkande faktorer som exempelvis rutt, körning för bränsle-optimering, väder, luftkvalitet och buller.

Trafikregler

En översikt

En stor del av trafikföreskrifterna, som sedan blir trafikregler, tas fram av lokala, regionala och nationella väghållare i form av kommuner, länsstyrelsen eller Trafikverket. Hur processen går till samt vilka föreskrifter som får tas fram, regleras i första hand av Trafikförordning (1998:1276)[4]. Trafikföreskrifterna behöver sedan kungöras, dvs. publiceras i enlighet med förordningen (2007:231) om elektroniskt kungörande av vissa trafik-föreskrifter[5]. Dessutom behöver trafikföreskrifter, exempelvis hastighetsbegränsningar, märkas i enlighet med Vägmärkesförordning (2007:90)[6].

Utöver detta tillhandahåller Trafikverket en nationell vägdatabas ,NVDB[7], som innehåller digital information om Sveriges vägnät och dess egenskaper och företeelser, inklusive trafikregler. NVDB är inte författningsreglerad men har en viktig funktion då den möjliggör trafikregeldata, dvs. geografisk anknutna trafikregler och tillgänglig-gör denna data till användare, exempelvis kartleverantörer, som i sin tur kan utveckla tjänster till sina kunder. Det är viktigt att notera att i dagsläget inkluderas inte alla trafikregler i NVDB. Till exempel inkluderas inte parkeringsplatser i städer.

Datakvalitet

Majoriteten av trafikföreskrifter finns publicerade elektroniskt, i PDF-format, i Svensk trafikföreskriftssamling, STFS[8], som Transportstyrelsen ansvarar för. År 2022 fanns ca 240 000 gällande trafikföreskrifter i STFS, majoriteten av dessa (över 80%) var utfärdade av kommuner. Sverige har 290 kommuner och det finns i dagsläget inget standardiserat sätt för hur kommuner ska kommunicera trafikföreskrifter till STFS, annat än att trafikföreskriften behöver finnas i PDF-format. Vissa kommuner använder beredningssystem som förutom PDF-formatet även levererar trafikregeldata kopplat till trafikföreskriften men det är långt ifrån alla

[4] https://rkrattsbaser.gov.se/sfst?bet=1998:1276

[5] https://rkrattsbaser.gov.se/sfst?bet=2007:231

[6] https://rkrattsbaser.gov.se/sfst?bet=2007:90

[7] https://nvdb2012.trafikverket.se/

[8] https://rdt.transportstyrelsen.se/rdt/default.aspx

som gör det. Trafikverket kan därför utföra manuellt arbete för att översätta trafikföreskrifter till geografisk anknutna trafikregeldata som sedan publiceras i NVDB.

En tjänst är inte bättre än den data eller information som den får. Många potentiella geofencing-tjänster baseras på att informera, varna eller styra användaren utifrån de trafikregler som gäller på vägarna. Om informationen är bristfällig eller rent av felaktig, kommer användaren att uppfatta detta och risken är stor att användaren inte kommer att ha tillit till tjänsten, och i längden inte heller kommer att vilja använda tjänsten.

Brister och avvikelser, kan uppstå i flera led: 1. mellan de trafikregler som formellt gäller, 2. vid översättning till geografiskt anknutna trafikregeldata, 3. vid vägmärkesutmärkning och 4. jämfört med vad beslutsmyndigheten avsett ska gälla. Därför pågår flera projekt och initiativ för att se över, automatisera och förbättra kvaliteten i informationskedjan[9].

Låt oss exemplifiera

Information om hastighetsbegränsningar i vägtrafiken behövs för att informera förare och fordon om vilka hastighetsgränser som gäller på en specifik sträcka. De hastighetsbegränsningar som gäller publiceras i PDF-format i STFS men det är inte den informationen som föraren har koll på. Det mest troliga är att föraren förlitar sig på de vägmärken, i form av hastighetsskyltar, som satts upp. Informationen på skylten och det som står i STFS kan skilja sig åt men det är oftast inget som föraren kommer att märka då han/hon generellt inte har koll på den exakta omfattningen av trafikregeln utifrån vad som angetts i trafikföreskriften.

Med hjälp av kameror i fordonen kan vissa fordonssystem läsa av hastighetsskyltar för att ta reda vilka hastighetsregler som gäller på vägen. Denna tjänst kallas oftast för Intelligent Speed Assistance eller intelligenta hastighetsstöd, ISA, Avläsningen är dock beroende av att skylten inte är skymd eller smutsig, samt att systemet kan tolka informationen på skylten på ett korrekt sätt. Detta är tyvärr lättare sagt än gjort och resulterar oftast i flera avvikelser som föraren kommer att märka av och reagera negativt på.

Allt fler system, både från fordonstillverkare och från tredjeparts-leverantörer, har därför, som komplement till skyltavläsningen, börjat läsa av kartdata med hastighetsbegränsningar för att förbättra informationstillförligheten[10]. Denna data hämtas av tjänste-leverantörer från den nationella väg databasen, NVDB, och NVDB som i sin tur bygger på de trafikföreskrifter som finns i STFS. Genom att kombinera två datakällor, skyltavläsning och kartdata, har tillförligheten i systemet ökat men det har också ställt ett större krav på harmonisering av informationskedjan. En hastighetsskylt kan med andra ord stå felplacerad eller visa fel hastighet jämfört med gällande trafikföreskrift. Föraren behöver därmed göra en bedömning över vad som gäller det den själv ser eller det som systemet informerar. En annan fördel med kartdata är att den finns tillgänglig i mobiltelefoner och möjliggör för fler användare att nyttja ISA.

[9] https://www.youtube.com/watch?v=HyphL88A9JA

[10] https://erticonetwork.com/european-project-contributes-to-intelligent-speed-assistance-regulation/

Fler system har börjat läsa av kartdata med hastighetsbegränsningar.

Övrig information

Det finns andra typer av geografisk anknuten information, än trafikregler, som kan vara av intresse att nyttja för geofencing-tjänster. Exempel på sådan information är trafikolyckor, väder, luftkvalitet, buller, antal fotgängare som rör sig i ett område, om trafiken står still eller ej osv. Denna typ av information kan vara av stort värde för användare för att exempelvis anpassa rutt, hastighet, körsätt, tidpunkt för transport osv. Till exempel tillhandahåller Trafikverket, med hjälp av vissa kommuner, trafikdata och trafikinformation av dynamisk karaktär, som trafikolyckor eller väderdata kopplat till vägskick, sikt osv.

Datakvalitet

Precis som för trafikregler, är det viktigt att denna typ av information är korrekt och tillförlitlig. En extra utmaning jämfört med trafikregler, är att denna typ av data kan variera kraftigt över tid och rum. Exempelvis kan antal fotgängare som rör sig inom ett trafikområde variera stort beroende på vilken tid på dygnet eller var någonstans man mäter. Det finns heller inga tydliga processer och standarder för att avgöra informations-tillförlitligheten.

Låt oss exemplifiera

Vägtrafiken har en stor påverkan på luftkvaliteten i en stad, höga halter av exempelvis kväveoxider och partiklar har en negativ påverkan på människors hälsa. En tjänst som skulle kunna utvecklas är att optimera hastighet eller rutt i trafiken beroende på luftkvaliteten. Bedömning av luftkvalitet i trafiken är komplicerad och beror på många faktorer, inte minst rådande väder. Det finns instrument som kan mäta exempelvis halter av koldioxid,

kväveoxider eller partiklar i luften. Instrumenten är oftast dyra och även om man med hjälp av denna data kan modellera och uppskatta luftkvalitet inom ett visst område, så finns det en gräns för hur högupplöst denna data är. Fler och fler leverantörer har börjat erbjuda relativt billiga sensorer som lovar att, i nära realtid, kunna bedöma luftkvaliteten i ett visst geografiskt område. Tyvärr varierar kvaliteten på sensorerna, och därmed är tillförlitligheten av informationen låg och man bör vara försiktig av att dra alltför stora slutsatser från den information som dessa sensorer ger.

Vem tillhandahåller eller ska tillhandahålla geografisk knuten data och information?

När det gäller trafikregler tillhandahålls dessa av besluts-myndigheterna, exempelvis kommuner, länsstyrelsen eller Trafikverket vid kungörande av trafikföreskriften eller i efterhand genom manuellt arbete. Trafikregeldata finns sedan tillgängligt i NVDB, som underhålls av Trafikverket, och som kan ses som en nationell accesspunkt för trafikregeldata. I dagsläget finns dock inte alla trafikregler i NVDB. Exempelvis inkluderas inte parkeringsplatser, inte heller vägarbeten som pågår kortare än sex månader.

När det gäller övrig information, som inte är trafikregler eller som finns i NVDB, är det svårare att avgöra vem som ska eller bör tillhandahålla geografisk anknuten data. Dynamisk data, exempelvis trafikinformation och information om väglag tillhanda-hålls redan via Trafikverket i API och DATEX II-format [11].

Det finns argument för att kommunerna själva ska tillhandahålla en del av denna data och information genom lokala accesspunkter som komplement till NVDB. Ett exempel på sådan information som kan vara av intresse men som inte finns tillgänglig via NVDB är parkeringsplatser, förbudszoner för elsparkcyklar eller annan information som kan vara av intresse att kommunicera exempelvis rekommenderade hastigheter, information om event etc.

[11] https://www.trafikverket.se/e-tjanster/portaler-och-databaser/hamta-data/#datex_ii__trafikinformation_vag_i_realtid

Kommunikation från avsändare till mottagare

Information behöver finnas tillgänglig och hålla god kvalitet. Exempel på önskvärd information att kommunicera ut är trafikregler men det kan också vara annan typ av dynamisk information, exempelvis trafik-olyckor och väderförhållande, rekommendationer och dylikt.

I ett nästa steg behöver denna information kommuniceras ut, antingen manuellt eller automatiskt, från en avsändare exempelvis en väg-hållare till en mottagare, exempelvis en transportör.

Databaser och datautbytesnoder

Som tidigare nämnts, finns en stor del av trafikregeldata tillgängliga via NVDB. Via systemet Lastkajen kan företag och privatpersoner hämta vägdata och järnvägsdata, inklusive vissa trafikregler.

Trafikverket tillhandahåller även trafikinformation på väg och järnväg via ett API, en tjänst för öppna data om trafik-information i realtid. Trafikinformation väg i realtid kan dessutom skickas via DATEX II, vilket är en europeisk standard. Detta gör det möjligt för både företag och privatpersoner att hämta information när man själv vill eller så fort det inkommer ny information.

Utöver detta finns det lokala databaser där exempelvis kommuner erbjuder öppna API:er med information som kan vara av intresse att utveckla geofecing-relaterade tjänster.

I flera projekt, exempelvis i CEF-finansierade NordicWay-projekten[12] pågår även en utveckling av datautbytesnoder som möjliggör delning av information och meddelanden mellan olika intressenter, dvs inte bara från Trafikverket till olika intressenter. Datautbytesnoden utvecklas enligt europeisk standard och möjliggör för datautbyte mellan intressenter oavsett var man befinner sig i Europa. Utbytesnoden kommer således möjliggöra för utveckling av fler dynamiska och smarta geofencing-baserade tjänster, exempelvis genom att integrera data från smarta sensorer som kan mäta buller, antal fotgängare etc.

Kommunikation av geofencing

Tillgänglig geografisk anknuten information är en förutsättning för att utveckla geofencing-baserade tjänster. Databaser möjliggör för tjänsteleverantör som kartleverantörer att hämta informationen och bygga tjänster, exempelvis intelligenta hastighetsstöd, ISA, som kan varna förare när de överskrider hastighetsbegränsningar på väg. Nästa steg är att förstå hur kommunikationen mellan avsändare och mottagare av informationen går till.

I de enklaste av exemplen kan en avsändare, exempelvis en transportköpare manuellt, via mail etc., kommunicera till en tjänsteleverantör om vilka områden som ska avgränsas och vilka

[12] https://www.nordicway.net/

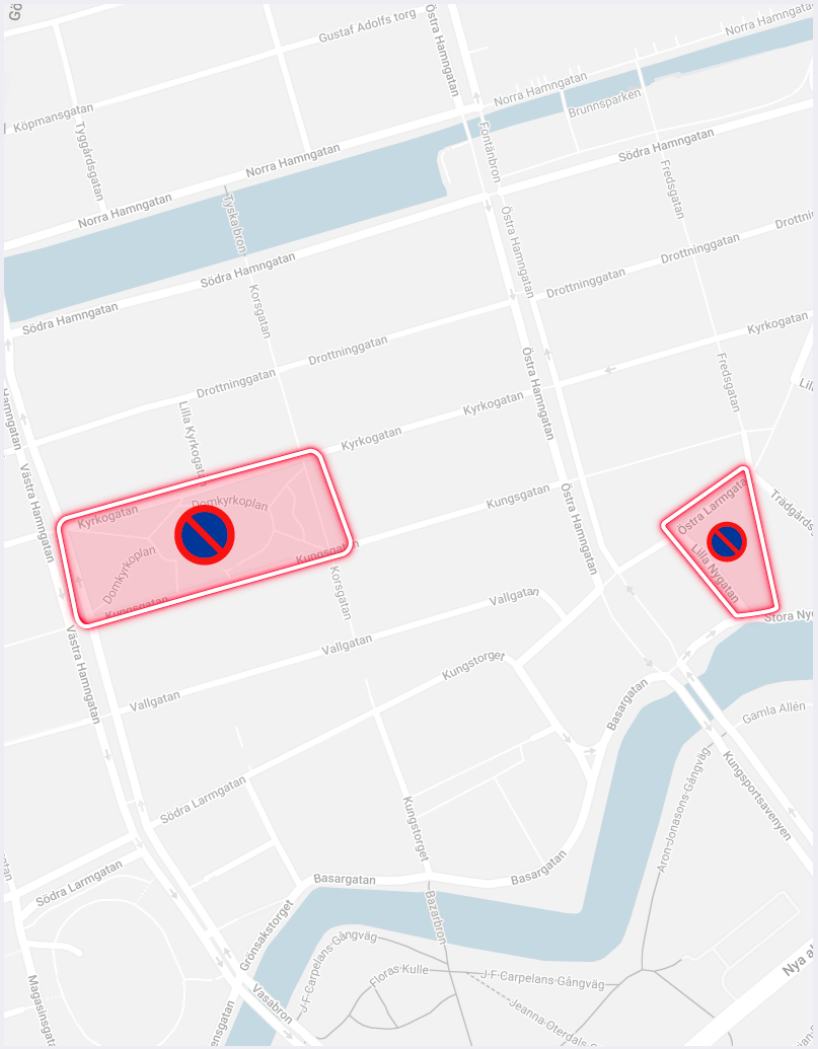
egenskaper som de vill ska gälla i dessa avgränsningar. Avgränsningen kan variera och gälla mindre områden och sträckor men den skulle också kunna gälla hela vägtrafiksystemet.

Flera tjänsteleverantörer erbjuder egna kartverktyg där avsändaren enkelt kan rita in de geografiska områden som ska avgränsas samt tilldela vilka egenskaper som ska gälla.

Låt oss exemplifiera

För en kommun kan det vara intressant att integrera ritfunktioner i GIS-kartverktyg som redan används, alternativt handla upp nya system som erbjuder tjänsten. Ett tydligt exempel på denna utveckling finns inom mikromobilitet, speciellt elsparkcyklar. Kommunen har oftast ett intresse att kommunicera till operatörerna gällande parkeringszoner, förbudszoner, rekommenderade hastigheter på olika gator etc. Varje operatör har egna kartverktyg och system där de kan rita in och avgränsa deras fordonsflotta.

Kommunikationen mellan kommunen och operatörerna kunde ske manuellt men risken var att olika operatörer gjorde egna tolkningar. Istället har allt fler kommuner upphandlat egna kartverktyg och system som möjliggör för digital kommunikation mellan olika avsändare, i detta fall kommunen, till mottagarna, i detta fall elsparkscykel-operatörer. Verktyget kommunicerar inte direkt med fordonsflottan, utan i stället direkt med operatörerna som i sig har egna kartverktyg och system som kan diktera den egna flottan. En fördel med att kommunen har egna system är att de själva kan få bättre överblick över vilka zoner som kommunicerats. Dessutom kan systemen skapa mervärde för kommunen, exempelvis då operatörer frivilligt kan gå med på att dela aggregerade data till kommunen, som visualiseras i de kartverktyg och system de använder.



Geofencing kan användas för att markera parkeringsförbud.

Kommunikationsströmmar

Det är viktigt att förstå hur kommunikationsströmmarna ser ut för att få en bättre förståelse för var i ledet som kvaliteten kan brista. I exemplet med elsparkcyklar kan man till exempel se att tolkningen som respektive operatör gör är avgörande för vad som kommer att kommuniceras till slutanvändare. Även om de gör liknande tolkningar kan resultaten skilja sig åt, då de troligen använder olika kartverktyg, applikationssystem och andra fordonsmodeller.

Kommunikationsstandarder

Många aktörer i ekosystemet är positiva till ett framtagande av standarder för att undvika allt för stora avvikelser och skillnader bland annat i hur man kommunicerar information. Det finns redan framtagna standarder och specifikationer även om detta utvecklas ständigt. Arbetet pågår både på EU-nivå och på internationell nivå.

Det finns ett pågående internationellt standardiseringsinitiativ inom *International Organization for Standardization*, ISO för digitala trafikregler vid namn *Management for Electronic Traffic Regulations*, METR[13], med ambitionen att kunna översätta de digitala trafikreglerna till ett format som kan kommuniceras ut till användare. Ett annat exempel på ett internationellt initiativ är *Mobility Data Specification,* MDS[14], som är ett verktyg bestående av flera set av API:er med syfte att standardisera kommunikation och datadelning mellan städer och mobilitetsleverantörer, exempelvis elsparkcykeloperatör.

När det gäller realtidsinformation, använder till exempel Trafikverket API och DATEX II för att kommunicera ut informationen. De lösningar som tas fram inom Nordic Way-projekten synkas med arbetet i C-roads[15], en europeisk plattform med målet att harmonisera implementeringen av *Kooperativa och Intelligenta Transportsystem*, C-ITS inom Europa. Den första C-ITS specifikation[16] publicerades september 2022 och följer europeiska standarder inom *European Telecommunications Standards Institute*, ETSI och *Comité Européen de Normalisation*, CEN. I första specifikationen beskrivs kommunikation från infrastruktur till fordon och fokuserar främst på kortvågskommunikation, ITS-G5, men det finns andra lösningar som bygger på långvågs-kommunikation, dvs. cellulär kommunikation som 4G och 5G.

13 https://www.iso.org/standard/78408.html

14 https://www.openmobilityfoundation.org/about-mds/

15 https://www.c-roads.eu/platform.html

16 https://www.c-roads.eu/platform/about/news/News/entry/show/c-roads-publishes-harmonised-c-its-specifications.html

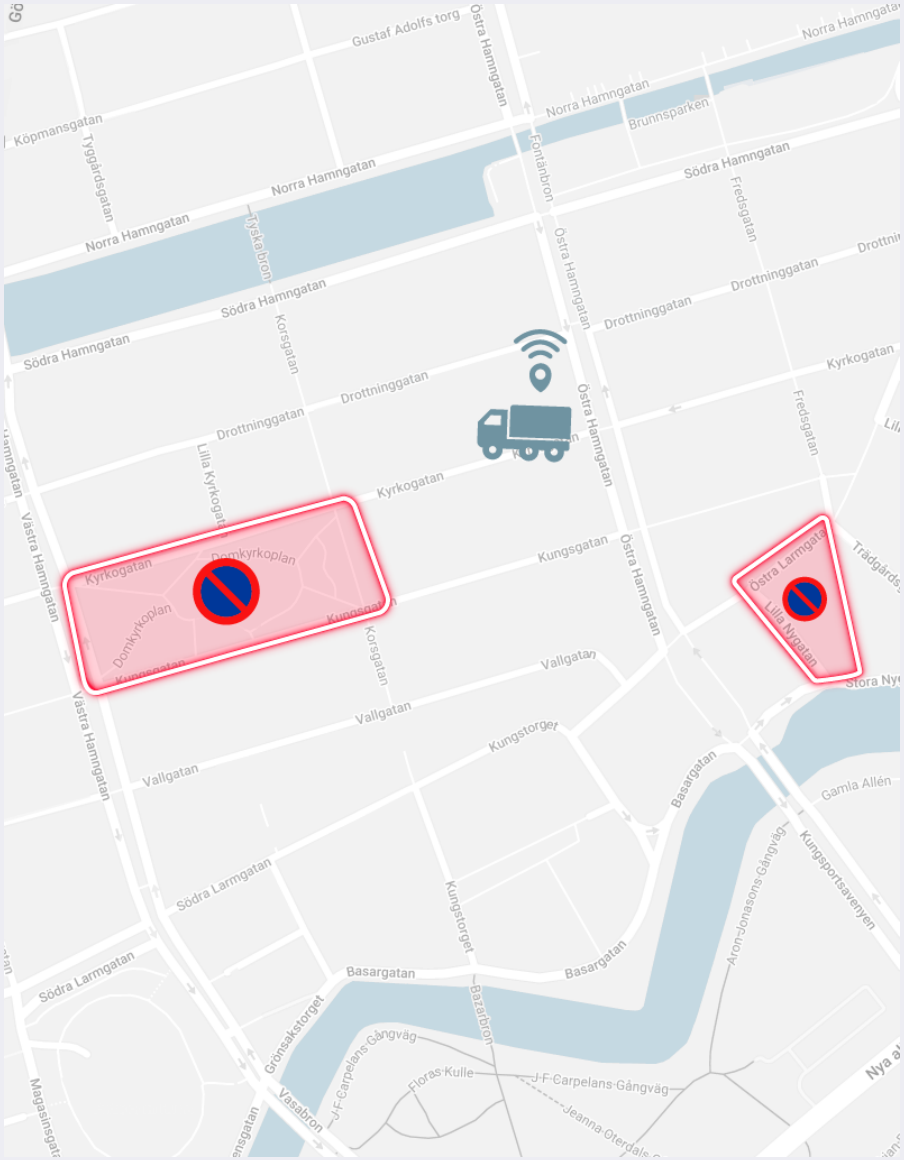
Positionering

Hittills har vi diskuterat varför det är viktigt att det finns information av god kvalitet med geografisk anknytning, samt vikten av standarder för att kommunicera denna information till mottagaren. En annan förutsättning är att mottagaren behöver kunna ha en funktion för att positionera sig geografiskt. Här pratar vi framför allt om uppkopplade objekt, som fordon eller mobiltelefoner, och deras förmåga att identifiera var de befinner sig geografiskt i realtid.

De allra flesta vägfordon kan identifiera var de befinner sig geografiskt i realtid. Detta görs oftast genom att använda *satellitbaserade navigations- och positionsbestämningssystem*, GNSS men andra lösningar kan även nyttjas samtidigt, exempelvis död räkning (där man utgår från senaste kända position och uppskattar positionen genom att veta riktning och tid), eller kortvågskommunikation för att optimera positionering.

Förmågan att kunna positionera sig geografiskt i realtid är viktig för att öka kvaliteten på geofencing-baserade tjänster. Positioneringstekniken förfinas ständigt men det finns fortfarande utmaningar, exempelvis på platser med dålig täckning som tunnlar, planskilda korsningar och på platser med många korsande körfiler där fordonet inte kan identifiera exakt vilken fil den är på.

Vissa tillämpningsfall är mer beroende än andra att ha en tillförlitlig positionering, nästan på centimeternivå.



Fordon behöver kunna positionera sig geografiskt

Låt oss exemplifiera

Parkerings-zonerna kan vara fysiska, dvs fysiskt markerade, eller helt digitala. Operatören skapar digitala geofencingzoner runt parkerings-området. Som tidigare nämnts, kan det redan vid skapandet av zonen bli avvikelser jämfört med hur det ser ut fysiskt eller vad väghållaren hade för avsikt. Dessutom kan elsparkcyklarnas uppfattade position avvika jämfört med verkligheten och resultatet blir att det finns risk att de parkeras fel ett par meter utanför parkeringszonen och står i vägen på trottoaren. Operatörerna försöker hitta andra lösningar för att undvika detta, exempelvis genom att användaren tar kort på var de parkerat elsparkcykeln. Det finns också lösningar som bygger på att installera system vid parkeringarna som ska kunna öka precisionen för positioneringen av fordonen.

Även här är det viktigt att följa det standardiseringsarbete som pågår exempelvis inom C-roads då de lösningar som föreslås också kommer att ha en påverkan för hur mottagaren kan positionera sig. Kommer exempelvis väghållaren behöva installera signalförstärkare på vägarna för att förbättra positioneringen? Finns det andra lösningar som kan nyttjas och vilka är de mest kostnadseffektiva alternativen? Det är viktigt att ha med sig att förmågan att positionera sig korrekt även kommer att vara avgörande för kommande system med självkörande fordon.

Mottagare agerar på informationen

Många förknippar detta steg med begreppet geofencing, dvs. att man med hjälp av geofencing exempelvis kan styra hastigheten på ett fordon, eller byta till eldrivlina. Det är viktigt att ha med sig att de tre stegen innan är en förutsättning för att få till geofencing-baserade tjänster av god kvalitet som slutanvändaren kan nyttja.

Gränssnitt mellan objekt och användare

Agerandet på informationen bygger även på att objektet, exempelvis fordonet eller mobiltelefonen, tar emot informationen samt att denna information, i de allra flesta fall, förmedlas till användaren, exempelvis en förare.

Kommunikationen mellan objektet och användaren, sk. *Human Machine Interface*, HMI, bygger på att det finns ett gränssnitt, som förmedla informationen. Det kan exempelvis ske visuellt, med hjälp av ljud, vibrationer eller variationer i känslighet på pedalen. I de flesta fall är det upp till systemtillverkaren, exempelvis fordonstillverkare och mobiltillverkare att välja hur de ska kommunicera till användaren. Det finns dock studier som rekommenderar vissa HMI-lösningar framför andra beroende på tillämpning.

Aktivering av funktioner

Olika funktioner kan aktiveras beroende på den geofencing-baserade tjänsten. De kan antingen triggas i gång automatiskt eller genom att föraren aktiverar dessa funktioner efter mottagandet av informationen.

Ofta räcker det att användaren får informationen via objektet, exempelvis genom att visa på skärmen vilken hastighet som gäller i trafiken. Kommunikationen kan förstärkas genom ljud, vibrationer eller variation av känslighet på pedalen. Förhoppningen är att detta kan förenkla så att användaren att följa de trafikregler som gäller, och anpassa sig till rådande trafiksituation. Ett nästa steg är att dessutom trigga aktivering av funktioner i objektet som kan påverka fordonets framförande exempelvis farthållare, byte från en drivlina till en annan, eller att fordon på begäran delar med sig av information tillbaka till avsändaren eller tredjepart.

Nedan listas några exempel[17] och en kort beskrivning på några av de funktioner i fordonet som kan aktiveras. Notera att dessa funktioner inte nödvändigtvis är beroende av geofencing för att aktiveras men att det i vissa fall kan vara lämpligt att geofencing-teknik används som en lösning för att kommunicera den geografiska avgränsningen samt vad som gäller inom denna avgränsning.

[17] https://closer.lindholmen.se/sites/default/files/2021-11/report-on-current-state-of-the-art-and-use-case-description-on-geofencing-for-traffic-management.pdf

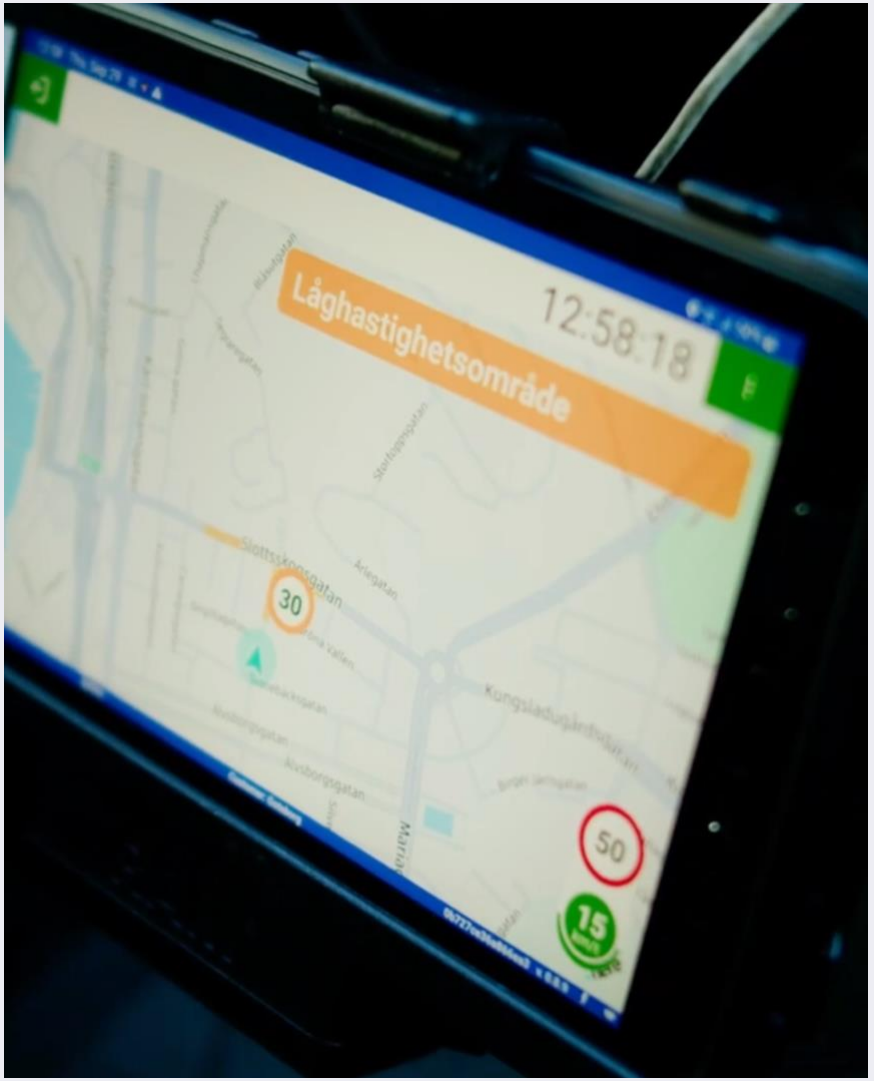
Reglera hastighet och tillträde

En av de vanligaste tillämpningarna som nämns i samband med geofencing av trafik och transport är hastighetsbegränsning. Detta kan, som exemplifierat innan, ske i olika steg:

- Objektet, som fordon eller mobiltelefoner, informerar om gällande hastighet på väg
- Objektet varnar användaren när fordonen överstiger en viss hastighet
- Fordonsfunktioner aktiveras som begränsar möjligheten för föraren att accelerera över den hastighet som har informerats. Föraren kan avaktivera funktionen exempelvis genom att trampa extra hårt på gaspedalen. Det finns även andra lösningar, exempelvis i elsparkcyklar, där fordonet aktivt bromsar in för att inte överskrida de hastighetsbegränsningar som finns.

Hastighetsbegränsningen kan vara utifrån de trafikregler som finns men även andra rekommenderade hastigheter, exempelvis lägre hastigheter än gällande trafikregler, kan informeras till objektet. Syftet kan vara att öka trafiksäkerheten, minska påverkan på miljön, minska bränsleförbrukningen, eller optimera trafikflödet. Information om rekommenderade hastigheter kan komma från olika avsändare. Exempelvis kan en väghållare vilja rekommendera hastighet beroende på rådande väglag och väderförhållande eller vid event.

Ett annat tillämpningsfall som styrs av hastighetsbegränsning i fordonen är när man vill begränsa tillträde till ett visst område. Även i detta fall gäller de tre stegen att: informera, varna och slutligen styra. Att begränsa tillträde genom styrning av hastighet kan exempelvis ske genom att bromsa hastigheten i fordonen till nära 0 när man tar sig in i den ”förbjudna” zonen.



Geofencing kan användas för hastighetsbegränsning.

Byte till eldrivlina

Allt fler städer har börjat implementera miljözoner. Fler är intresserade av att minska emissioner i vissa områden. Flera fordonstillverkare har därför börjat erbjuda en tjänst där deras hybridfordon kan byta från fossilt bränsle till eldrift inom vissa områden. Detta förutsätter att det finns tillräckligt med energi i batteriet för att övergå till eldrift.

Informationsdelning och spårning

Med detta menas att objektet som tar emot informationen även kan trigga i gång en funktion som delar tillbaka information exempelvis till avsändaren av informationen. Syftet kan vara ökad transport-effektivitet och exempel på tillämpningar är automatiskt informations-delning mellan objektet och infrastruktur vid tullar. Andra tillämpningar kan vara att tilldela lediga parkeringsplatser eller lastplatser. Man skulle också kunna tänka sig ett tillämpningsfall där mottagaren kan dela information om vilken hastighet den har hållit på en specifik väg. Notera att i samtliga fall är det viktigt att informationsdelningen sker i enlighet med rådande lagar och policys. Även här pågår ett standardiseringsarbete för att se över hur kommunikationen mellan fordon och infrastruktur ska ske.

Andra tillämpningsfall kan bygga på spårning av objektet. Ett exempel på detta skulle kunna vara att spåra var och hur länge ett fordon befinner sig på vägarna och utifrån detta ta ut vägavgifter.

Detta var endast ett par exempel på funktioner som kan aktiveras för att agera på information som kommuniceras till objektet. Det finns exempel på fler funktioner som kan aktiveras och på fler tillämpningsfall som kan vara intressanta.

Typgodkännande av fordon, komponenter, system och tekniska enheter

Det kan vara bra att förstå begreppet typgodkännande[18]. Ett typgodkännande är ett bevis på att en fordons- eller komponenttyp uppfyller de aktuella tekniska kraven. Transportstyrelsen är godkännandemyndighet i Sverige och övriga medlemsstater i EU erkänner ett internationellt typgodkännande, som har beviljats av en annan medlemsstat.

Allt fler fordonstillverkare men också tredjepartsleverantörer erbjuder geofencing-baserade tjänster som kan aktivera funktioner i fordonen. Det är viktigt att kolla att de komponenter, system och tekniska enheter som används är typgodkända. Det är dock värt att notera att även om de är typgodkända, kan det finnas andra hinder som försvårar användning av dessa i fordonen. Till exempel kan en fordonstillverkare häva fordonsgarantin för kund, om kunden väljer att installera tredjepartslösningar i fordonen som kan påverka fordonets framfart, exempelvis hastighetsbegränsande lösningar.

[18] https://www.transportstyrelsen.se/sv/vagtrafik/Fordon/Fordonsregler/Olika-slag-av-typgodkannanden/

Återkoppling från mottagare till avsändare

Slutligen kan återkoppling från mottagare till avsändare ske i syfte att bekräfta att mottagaren har tagit emot informationen eller att mottagaren har agerat på informationen. Detta kan liknas vid den funktionen som nämns i det tidigare steget, där objekten delar information med infrastruktur. Det finns dock några skillnader. Syftet i detta steg är inte själva informationsdelningen utan snarare att bekräfta att informationen har tagits emot eller agerats på.

Detta är inget obligatoriskt steg men viktig för att säkerställa god kvalitet i hela kedjan. Om ingen återkoppling sker tillbaka från mottagare till avsändare eller till någon tredjepart, kan det förekomma oönskade avvikelser och felaktigheter. Här är det såklart viktigt att tjänsteleverantören har processer för att följa upp att de geofencing-baserade tjänster som implementeras också fungerar i enlighet med det som beställaren av tjänsten förväntar sig.

Det är också viktigt att tillägga att kommunikation från exempelvis fordonen tillbaka till systemet kommer att vara av stor vikt för att förbättra geofencing-baserade tjänster. Fordon och system kan detektera avvikelser i trafiksystemet som kan rapporteras tillbaka till väghållaren som sedan kan åtgärda dessa. Det kan handla om att detektera avvikelser i hur trafikskyltar har placerats, eller annan typ av information där verkligheten inte stämmer överens med den informationen som kommunicerats.

Även detta steg behöver ske i enlighet med det standardiserings-arbete som sker.

Trafikledning får återkoppling om hur fordonet beter sig i zonerna.

Låt oss exemplifiera

För en tjänst där kunden kan rita in geofencingzoner samt ange vilka funktioner i fordonet som ska aktiveras inom zonerna, till exempel hastighetsbegränsningar, är det relevant för kunden att få återkoppling om zonerna är aktiva och att objekt i zonen, exempelvis trafikledningens fordonsflotta, mottager och agerar på informationen. I detta fall är trafikledningen både avsändare av information från de individuella fordonen samt mottagare av informationen på en aggregerad nivå.

Just återkoppling av fordons hastighet genom en geofencingzon har förekommit i flera demonstrationsprojekt. Detta kan vara känslig information och det är viktigt att i förväg analysera hur denna ska hanteras. En hastighetsöverträdelse av tillåten hastighet är ett brott, vilket är information som väghållare inte får hantera. Detta kan vara ett dilemma då geofencing ofta används för att påverka fordons hastighet och det därför är intressant att följa upp hur hastighetsefterlevnaden sett ut inom geofencingzonen.

Ett sätt att lösa detta på är att följa upp hastigheter från ett tröskelvärde som ligger inom det lagliga spannet, till exempel att följa upp hastigheter över 49 km/h inom zoner där tillåten hastighet är 50 km/h.

Utbud och efterfrågan

Utbudet och efterfrågan av geofencing-baserade system inom trafik och transport ökar ständigt. Digitalisering av systemet är på god väg och fler förändringar är på gång, inte minst på EU-nivå. Förhoppningen är att nya regelverk och direktiv ska skydda användaren samtidigt som det öppnar upp för datadelning. Detta möjliggör för utveckling av nya tjänster, som kan bidra till att lösa några av de utmaningar vi står inför som trafiksäkerhet, optimera användandet av det offentliga rummet, energieffektivisering och minskning av skadliga emissioner.

Vem ska driva på utvecklingen?

En viktig fråga att ställa sig är vem det är som bör driva på utvecklingen? Behöver det ske med hjälp av fler regelverk och direktiv eller ska fokus ligga på att hitta rätt affärsmodeller? Svaret ligger troligen någonstans mitt emellan.

Sverige är delvis beroende av den utvecklingen som sker internationellt och i EU, delvis för att få igenom regelverk och direktiv men även för att den svenska marknaden troligen är för liten för att ensamt driva på efterfrågan som ska leda till ett större utbud av geofencing-baserade tjänster.

Låt oss exemplifiera: ISA och EU

Fördelarna med lägre hastigheter

Flera studier har visat på att det finns en korrelation mellan hastighet och trafiksäkerhet. Ju lägre hastighet vi håller på vägarna desto färre trafikolyckor och färre omkomna och allvarligt skadade i trafiken[19]. Det finns även studier som visar på andra fördelar med lägre hastigheter i trafiken exempelvis lägre bullernivåer och i vissa fall lägre bränsleförbrukning.

Åtgärder för att uppnå lägre hastighet och öka hastighetsefterlevnad

Flera städer har försökt med åtgärder såsom lägre hastighets-begränsningar på vägarna, exempelvis fler vägar som övergått från max 50 km/h till 40 km/h. Dock är hastighetsefterlevnad fortsatt ett problem och polisen har begränsade resurser för att säkerställa efterlevnaden av hastigheten.

Det finns tjänster som erbjuder intelligenta hastighetsstöd, ISA, som ett stöd för användarna att säkerställa hastighetsefterlevnad på vägarna. Systemen har funnits länge med flera storskaliga tester under 00-talet men har egentligen inte skalats upp förrän nu. Delvis kan detta bero på att systemen inte varit tillräckligt tillförlitliga.

[19] https://etsc.eu/reducing-speeding-in-europe-pin-flash-36/

Nya EU-regelverk om ISA

Från och med 2022 gäller nytt europeiskt regelverk som ställer krav på att alla nya fordonsmodeller och- fordonstyper ska ha ISA-system samt att samtliga nya fordon från och med 2024 ska ha ISA-system[20],[21]. Fordonstillverkaren kan välja mellan fyra olika alternativ för utförande av ISA-systemet, att informera och varna genom:

1. Ljud
2. Vibrationer
3. Variation i känslighet på gaspedalen
4. Hastighetskontroll, där fordonen själv kan ingripa.

I samtliga fall har föraren rätt till att överskrida systemet.

De nya regelverken kommer att leda till en större efterfråga på ISA-system i fordonen och större utbud på marknaden, även genom att flera tjänsteleverantörer kommer att erbjuda eftermonterade system i äldre modeller. Dock finns det dem som är kritiska till de nya regelverken och anser att de är alldeles för milda och kommer inte att uppnå den önskade effekten med högre hastighetsefterlevnad. I stället förespråkas exempelvis striktare regelverk med krav på styrning av hastighet i fordonen. Det är inte bara politiker som är oense utan det finns även oenigheter mellan fordonstillverkare och trafikoperatörer. Exemplet handlar inte bara om hastigheter utan också om vilken grad av kontroll som föraren ska ha. Denna fråga är minst sagt intressant både för andra typer av förarstödsfunktioner och när vi pratar om självkörande fordon.

Kundefterfrågan

Samtidigt kommer det att vara intressant att följa efterfrågan för ISA hos transportköpare och transportörer. Kommer man nöja sig med informerande och varnande ISA eller kommer fler att vilja ha hastighetsstyrande ISA? Till viss del beror detta på kostnaden av tjänsten och om det är möjligt att räkna hem nyttan med att implementera ett sådant system. Dessutom är det viktigt att inkludera andra aspekter som användaracceptans och utbildning för användning av systemet.

Det finns möjligheter att upphandla ISA-system men det är viktigt att ha med sig att man behöver förhålla sig till att upphandlingskraven inte bör premiera en teknik före en annan. Däremot kan man ställa krav på att systemen ska följa de standarder som finns.

[20] https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R2144&from=SV

[21] https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12222-Fordonssakerhet-tekniska-regler-och-provningsforfaranden-for-stod-till-intelligent-farthallning_sv

Utbud och efterfrågan i Sverige

Det är i dagsläget oklart hur utbud och efterfrågan av geofencing-baserade tjänster kommer att se ut i Sverige framöver.

Utbud

Projektet *Forskning och Innovationsprogrammet geofencing* som finansieras av Trafikverket utförde en marknadsanalys[22] under 2021 för att se vilka geofencing-baserade tjänster som erbjöds på marknaden eller som eventuellt kan komma att erbjudas inom en snar framtiden. Fokus var framför allt på geofencing-tjänster som erbjöds av fordonstillverkare av lätta personbilar, vans, lastbilar och bussar, samt tredjepartsleverantörer.

Kartläggningen var inte heltäckande men visade att informativa och prestationsbaserade geofencing-tjänster är de vanligaste och dessa kopplas främst till förvaltning och underhåll av fordonsflottor. Även privata personbilar erbjöd geofencing-tjänster, bland annat kopplat till möjligheten för hybridfordon att övergå till eldrift inom specifika zoner. Ett fåtal buss- och lastbilstillverkare erbjöd geofencing-tjänster som möjliggör hastighetsstyrning av fordonen. Man kunde också se att allt fler börjar att erbjuda geofencing-baserade tjänster, exempelvis kopplade till intelligenta hastighetsstöd, ISA.

För tjänsteleverantörer, som fordonstillverkare, är det slutligen efterfrågan från kunder som är avgörande för vilket utbud som erbjuds. En uppskalning kan möjliggöra för billigare tjänster och till viss del är det upp till tjänsteleverantörer att paketera och sälja in de tjänster som de tror att deras kunder behöver. För detta krävs också en fortsatt utveckling för att höja kvaliteten i systemet för att exempelvis säkerställa att kartdata stämmer överens med verkligheten och att det finns standarder för kommunikation, data- och informationsdelning.

Efterfrågan

Projektet genomförde 2021-2022 även en kartläggning av intressenters behov gällande geofencing i transportsystemet[23]. Intervjuer genomfördes med 40 aktörer i transportsystemet. Många av aktörerna var överens om de större utmaningarna i transportsystemet som trafiksäkerhet, trängsel, emissioner och transitionen till fossilfria transporter. De flesta var positiva till att geofencing-baserade tjänster kunde vara en del av lösningen. Däremot fanns en stor variation över synen på vem som ska driva på efterfrågan och ansvarstagande. Vissa tycker att regelverk och policy ska ställa krav och således driva på efterfrågan. Andra tycker att transportköpare ska ta sitt ansvar och krav ställa mot sina egna transportörer, medan vissa tyckte att det var transportörernas ansvar att exempelvis säkerställa att deras egna förare skulle säkerställa hastighetsefterlevnad.

Kartläggningen visade att geofencing som begrepp uppfattades olika av olika aktörer. Några kände inte till den alls medan andra kopplade begreppet till en eller flera särskilda tillämpningsfall, exempelvis

[22] https://closer.lindholmen.se/sites/default/files/2021-11/report_on_market_analysis_-_geofencing-based_services_in_road_transport_.pdf

[23] https://closer.lindholmen.se/sites/default/files/2022-05/assessment-of-stakeholder-needs-regarding-geofencing-in-the-transport-system.pdf

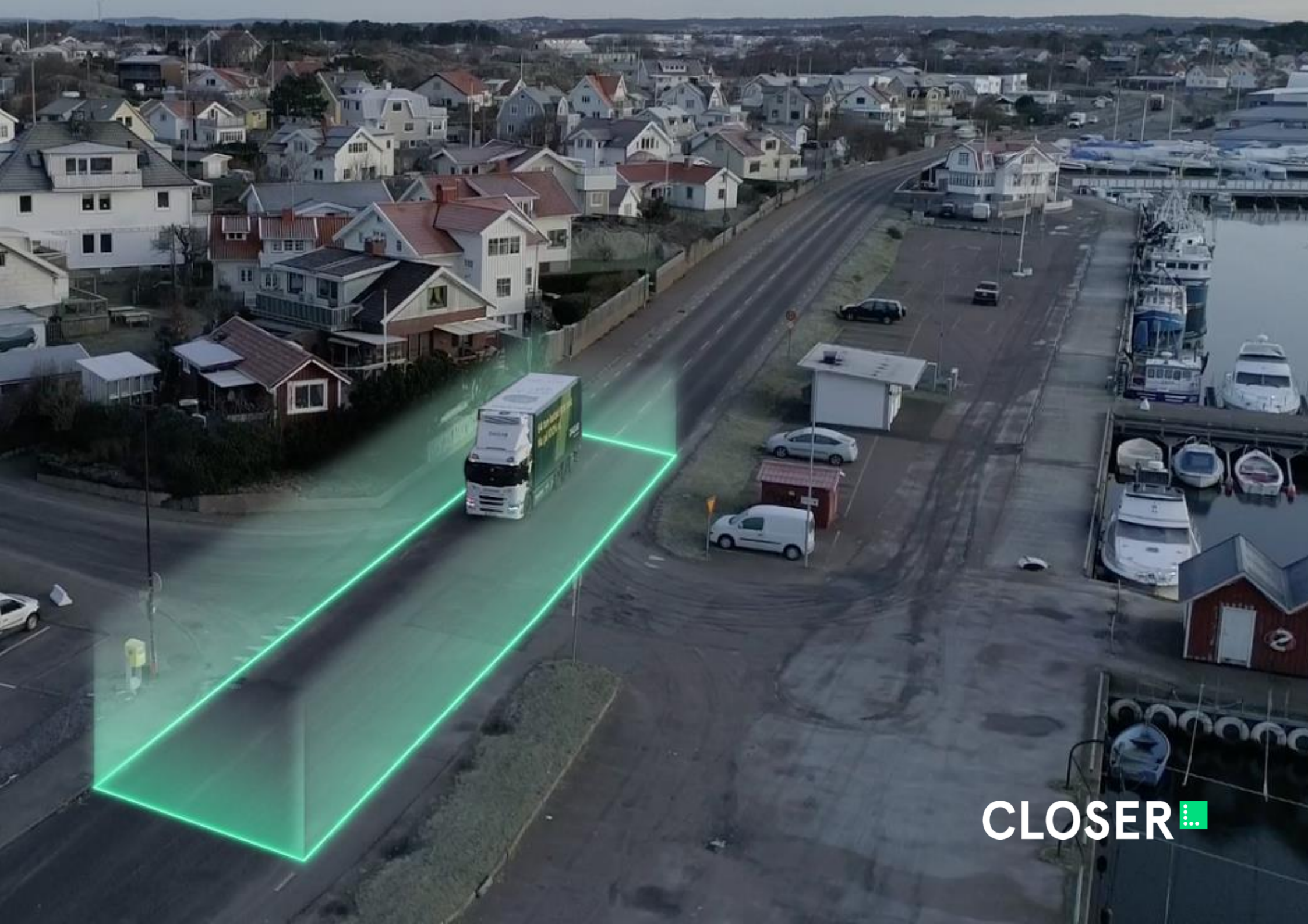
styrning av hastighet i fordon. Flera nämnde att man var intresserade av att lära sig mer geofencing. Få kände till det existerande utbudet av geofencing-baserade tjänster på marknaden.

Sammanfattning

Teknikutvecklingen har kommit tillräckligt långt för att kunna erbjuda geofencing-baserade tjänster av god kvalitet, även om det finns flera delar kvar i systemet att utveckla och förbättra för att kunna skala upp och effektivisera. Tjänsteleverantörer förespråkar standardiserade lösningar som går att skala upp, inte bara i Sverige utan gärna i större marknader som exempelvis i EU. Utbudet är också beroende av efterfrågan och det finns flera geofencing-baserade tjänster som har potential att vara en del av de framtida lösningar som behövs för att lösa några av de utmaningar som finns inom trafik- och transportsystemet.

Efterfrågan beror på flera faktorer och det finns exempel på nya regelverk och direktiv, som ISA på EU-nivå, som kommer att driva på efterfrågan av geofencing-baserade tjänster. Samtidigt har även väghållare, transportköpare, transportörer och andra aktörer i ekosystemet ett ansvar och en möjlighet att driva på exempelvis genom upphandling, inköp och frivilliga samarbeten. Systemen ska i första hand fungera som ett stöd för slutanvändarna men också ge möjlighet för behovsägare att kunna effektivisera systemet och få bättre kontroll över transporter, trafiken och den offentliga miljön för att kunna lösa de utmaningar som samhället står inför.

Slutligen finns ett behov av att förtydliga och sprida information om begreppet geofencing, börja samtala och testa tekniken för att se dess potential och hur den kan nyttjas på bästa sätt. Dessutom behöver man prata om digitaliseringens möjligheter och transitionen till informations- och datadrivna system och beslutsfattning, om intelligenta transportsystem och hur smarta sensorer, förarstöd etc. kan bidra till framtidens hållbara trafik-och transportsystem.


CLOSER