

NAVIGERA I VARDAGEN

– Satelliterna visar vägen i samhället



PRODUCERAD AV RYMDSTYRELSEN OCH GLOBAL REPORTING 2015

Texter: Anette Emanuelsson och David Isaksson/Global Reporting.

Grafisk design: Lisa Jansson/Global Reporting.

Bilder: Se respektive fotobyline.

Omslagsbild: Collage av Klaus Matthiesen.

Tryckt av Ineko/Modintryckoffset 2015.

NAVIGERA I VARDAGEN

– Satelliterna visar vägen i samhället

Förord

VÅR VARDAG HAR förändrats i grunden genom utvecklingen av GNSS. Trots det är det bara en bråkdel av världens befolkning som känner till begreppet. Säger man GPS förstår dock precis alla vad det är frågan om, eftersom GPS har blivit synonymt med ett verktyg för att snabbt hitta dit vi vill.

Så låt oss reda ut begreppen. GNSS är en förkortning för Global Navigation Satellite Systems. Det amerikanska Global Positioning System (GPS) är bara det första av en lång rad GNSS som nu byggs ut med allt fler satelliter för att ge oss användare en bättre och säkrare positionering, navigering och tidgivning. Förutom GPS kommer vi också att kunna använda bland annat det europeiska Galileo och det ryska Glonass. Nu är det alltså hög tid att vi börjar prata om GNSS i stället för GPS.

I dag används GNSS-tekniken av i stort sett alla som har en modern mobiltelefon med inbyggd GNSS-mottagare. Den används även av fordonsförare som enkelt vill hitta till sitt färdmål, av fartygskaptener och piloter, av jordbrukare och räddningspersonal, av fjällvandrare och geocachare. Banker och kraftnät använder GNSS för tidgivning och synkronisering, joggare för att logga sin löpsträcka och entreprenörer för inmätning av väg- och byggnadsprojekt. Ja, det är ingen överdrift att påstå att världen på kort tid har blivit helt beroende av det kraftfulla verktyget GNSS.

Användningen av GNSS kommer

inte att stanna vid de nuvarande områdena. Vi står till exempel inför en framtid där våra fordon på egen hand kan navigera, styra och undvika hinder och faror. Denna spännande utveckling kommer säkert att vara både komplicerad och kontroversiell, men att den kommer med hjälp av GNSS-tekniken är helt klart.

MED DENNA SKRIFT vill Rymdstyrelsen visa på den fantastiska bredden av användningsområden för GNSS-tekniken. Vi är övertygade om att du kommer att bli förvånad över de geniala idéer som utvecklats till nytta och nöje för så många människor över hela världen. Kanske kan vi till och med inspirera till nya spännande tillämpningar.

Rymdstyrelsen samordnar det svenska deltagandet i det europeiska Galileo-programmet. Vi ansvarar för bevakning, uppföljning och för information och rådgivning till svenska myndigheter, organisationer och företag. Har du tankar om det du har läst eller idéer om hur vi kan hjälpa just din organisation att använda GNSS så hoppas vi att du hör av dig till oss. Vår ambition är att Sverige i framtiden ska utnyttja GNSS än mer effektivt

och till största nytta för medborgarna.



Olle Norberg,
Generaldirektör
Rymdstyrelsen

INNEHÅLL

Från rymdäventyr till vardagspryl	6
Vad är klockan?	14
Vart ska vi ta vägen?	20
Flyg säkert	24
Flyt i trafiken	28
Gödsla mindre	32
Navigering räddar liv	35
Mayday Mayday	40
Hitta rätt!	46
Crowdsourcing	50



FRÅN RYMDÄVENTYR TILL VARDAGSPRYL

Satelliterna visar oss vägen



Vägbyggen, järnvägssatsningar, mobilnätutbyggnad. Runt omkring oss pågår stora infrastrukturprojekt som både påverkar våra dagliga sysslor och utgör pusselbitar i ett större samhällsbygge. Men även utom synhåll, långt uppe i rymden, finns infrastruktur med stor betydelse för vår vardag. Här är berättelsen om hur militär rymdteknik hamnade i var mans ficka.

MÄNNISKOR HAR I alla tider orienterat sig med hjälp av solen, månen och stjärnorna. Med utgångspunkt i de antika grekernas kartläggning av himlavalvet kunde portugiser och spanjorer under 1400- och 1500-talen förfina navigationskonsten och ge sig ut på världsomspännande seglatser. Genom att analysera himlakropparnas position i förhållande till varandra och till horisonten räknade sjöfararna ut var de själva befann sig och tog ut rätt kurs.

Än i dag använder vi oss av referenspunkter på himlen för att bestämma vår position, men i stället för att speja efter stjärnornas ljussken har dagens sjöfarare antenner som söker efter satellitsignaler. Genom att jämföra sin position med fyra olika satelliters läge kan de navigera snabbt och effektivt.

I DAG HAR de smarta mobiltelefonerna gjort satellitnavigering till en naturlig del av många människors vardag. Satellittekniken visar oss vägen till platser, personer och företag, och hjälper oss att utifrån vår position hitta allt från busstider till väderprognoser. Men Global Navigation Satellite System (GNSS) – ett

samlingsbegrepp för olika system för satellitnavigering – hjälper oss inte bara i våra vardagliga bestyr. I dag är det dessutom en allt viktigare del av samhällets grundläggande infrastruktur. Systemet hjälper oss till exempel att spara miljonbelopp vid vägbyggen, få en mer bränslesnål lastbilstrafik och styra jordbruksmaskiner så att gödslingen blir optimal.

GNSS talar inte bara om för oss var vi är utan även vad klockan är. Med hjälp av satelliternas atomklockor synkroniseras klockor över hela världen, vilket bland annat gör det möjligt för olika tele- och datanät att kommunicera med varandra.

DET TOG UNGEFÄR 50 år från det att den ursprungliga idén bakom GNSS-tekniken föddes, tills att den hamnade i var mans hand. Allt började i slutet av 1950-talet då den sovjetiska satelliten Sputnik skickades ut i rymden. Amerikanska forskare upptäckte att de kunde bestämma satellitens läge med hjälp av de radiosignaler som den sände ut. De insåg dessutom att de kunde räkna ut positionen för radiomottagare på marken genom att mäta den tid det tog satellitsignalen att färdas från rymden till jorden.

Under 1960-talets kalla krig lanserade den amerikanska flottan systemet Transit som med vissa begränsningar lät fartyg bestämma sin position till havs. På 1970-talet gjordes de första testerna av det modernare Global Positioning System (GPS) och i mitten av 1990-talet var systemet fullt utbyggt. Vid millennieskiftet släppte den amerikanska militären signalerna helt fria och noggrannheten förbättrades dramatiskt för civila användare.

Den bakomliggande teorin är relativt enkel. GNSS-mottagaren tar emot satellitsignaler från fyra olika satelliter och räknar med hjälp av signalerna ut sitt avstånd till var och en av dem. Utifrån de avstånden räknas din exakta position på jorden fram, med en felmarginal på några få meter.

"I dag har de smarta mobiltelefonerna gjort satellitnavigering till en naturlig del av många människors vardag."

DET FINNS IDAG flera olika GNSS-system. Förutom det amerikanska GPS har vi också det ryska Glonass (Globalnaja navigatsionnaja sputnik-ovaja sistema). Eftersom Glonass-satelliterna har en högre inklinations (banlutning) än GPS är de ett bra komplement för användare på nordliga breddgrader. Det europeiska Galileo är under utveckling och förväntas tas i bruk cirka år 2020. Till skillnad från GPS, som kontrolleras av det amerikanska flygvapnet, står Galileo under civil kontroll. I takt



med att allt fler civila samhällsfunktioner blir beroende av GNSS-tekniken blir det allt viktigare med en civil insyn och påverkan. På så sätt minskar risken att den civila användningen påverkas i en eventuell krissituation. Ungefär samtidigt som Galileo tas i bruk har Kina aviserat att deras Beidou ska vara redo att användas över hela jordklotet.

DE OLIKA SYSTEMEN konkurrerar inte med varandra, utan signalerna som skickas ut kommer att kunna hanteras i en och samma mottagare. Förhoppningen är därför att de i framtiden kommer att komplettera varandra och ge användarna bättre förutsättningar för en exakt positionering.

I dag sker en snabb utveckling för att satellitsignalerna ska bli säkrare och mer stabila. Runt om i världen byggs också ett nät av fasta referensstationer på landbacken som i kombi-

nation med satellitsignalerna kan ge oss felmarginaler på bara någon enstaka centimeter.

SAMTIDIGT UTVECKLAS NYA användningsområden och applikationer i en rasande takt. Ett av många framtidsområden är så kallad sensorfusion där GNSS-signaler kombineras med information från andra sensorer som exempelvis blåttand, wifi, kompass och accelerometer. Det gör det möjligt att med GNSS som bas ta positioneringen vidare in i inomhusmiljö och öppnar upp för en lång rad nya tjänster som förväntas förenkla vårt vardagsliv.

Man räknar med att det år 2020 kommer att finnas lika många GNSS-mottagare som människor på jorden. Det som en gång började som ett rymdäventyr har i dag blivit en vardagspryl.

GNSS MARKNADSOMRÅDEN 2012–2022

Källa: European GNSS Agency (GSA)





Det finns flera olika nätverk av GNSS-satelliter som kretsar runt jorden. Var du än befinner dig på jordklotet är åtminstone fyra GNSS-satelliter synliga för dig. Varje satellit sänder med jämna mellanrum ut information om sin position och den aktuella tiden. De fångas upp av din GNSS-mottagare som beräknar hur långt bort satelliterna befinner sig med utgångspunkt från den tid det tog för satellit-signalerna att nå fram till dig.

När mottagaren vet avståndet till minst tre satelliter kan den avgöra din position med hjälp av en metod som kallas triangulering.

Tänk dig att du står på jorden med tre satelliter ovanför dig. Om du vet ditt avstånd till den första satelliten vet du att du befinner dig inom en viss radie från den. Om du gör samma sak med satellit två och tre kan du räkna ut din position genom att se var de tre cirklarna skär varandra. Detta är vad din GNSS-mottagare gör. För att du ska få en ännu mer exakt position behövs även en fjärde satellit.

Galileo är ett system för satellitnavigering som utvecklas av Europeiska unionen (EU) och den europeiska rymdorganisationen (ESA). Morgondagens mottagare kommer att kunna ta emot signaler från Galileo samt de tidigare systemen, amerikanska GPS och ryska Glonass. Galileo skall möjliggöra positionsbestämning med meterprecision över hela jordklotet. Den stora precisionen beror på att satelliterna har ytterst noggranna tidsignaler. Galileo är uppkallat efter Galileo Galilei.





ORDLISTA

GNSS	Global Navigation Satellite System
GPS	Global Positioning System (amerikanskt GNSS)
Glionass	Globalnaya navigatsionnaya sputnikovaya sistema (ryskt GNSS)
Galileo	Europeiskt GNSS som är under utveckling
Beidou	Kinesiskt GNSS som nu utvecklas för att ge global täckning





VAD ÄR KLOCKAN?

Satelliterna håller koll på tiden

När du har bråttom till bussen är det tacksamt med en klocka som går på minuten rätt. När man ska blåsa av en fotbollsmatch behövs sekundnoggrannhet. Men vid till exempel högfrekvenshandel på börsen där aktier köps och säljs med en rasande hastighet kan en klocka som går en mikrosekund fel ställa till stora problem. Med satelliternas hjälp får vi exakt rätt tid.

TAKT MED ATT vår tillvaro digitaliseras ökar kraven på exakt tidsangivelse och tidssynkronisering. Men behovet av att synkronisera klockor är långt ifrån nytt.

Det började på 1800-talet när järnvägen byggdes ut och resandet mellan olika städer ökade. Fram till dess hade städer runt om i världen oftast sin egen lokala tid som baserades på solhöjden. Mellan Göteborg och Stockholm skiljde det till exempel 24 minuter. Men efter järnvägens intåg blev situationen snart ohållbar och 1879 införde Sverige en nationell normaltid. 1884 hade en världstid skapats.

På 1950-talet byggdes de första atomuren och på så sätt hade man fått tillgång till mycket exakt tid. Problemet var att atomklockor i olika delar av världen inte visade exakt samma tid. Det växande behovet av tidssynkronisering var en av drivkrafterna bakom skapandet av GNSS, och genom att placera atomklockor i satelliter fick vi ett system för noggranna tidsjämförelser över långa avstånd. Satellitklockorna, som synkroniseras var tolfte timme, håller en noggrannhet på under en nanosekund.

GNSS används bland annat för att synkronisera standardtid mellan olika länder. Den internationella tidsskala som de flesta länder använder sig av baseras på ett medelvärde från hundratals atomklockor som är placerade i tidslaboratorier runt om i världen och som jämförs med varandra med hjälp av satellitsignaler.

Tidssynkronisering via satelliter används dessutom i en lång rad andra verksamheter. Det största användningsområdet är olika typer av elektronisk kommunikation som till exempel mobiltelefoni och datakommunikation. För att kunna prata med varandra måste de olika nätverken ha klockor som går i samma takt.

– **OM NÄTVERKEN** inte är synkroniserade försämras kvaliteten, och vi får till exempel dålig kapacitet i dataöverföringen eller skräpljud i mobilsamtalet. Förr i tiden när det var vanligare att olika operatörer var osynkade kunde man tydligt märka att det blev en kvalitetsförsämring när samtal gick mellan två olika nät, säger Ove Landberg som är chef för enheten för robusthet och beredskap vid Post- och Telestyrelsen.

Därför är många basstationer för



Börser, banker och tradingbolag är exempel på verksamheter som använder GNSS för att synkronisera tid.

mobitelefoner försedda med GNSS-antenn.

ANDRA VERKSAMHETER SOM har GNSS-antenn monterade på taket är börser, banker och tradingbolag. När aktier byter ägare med ljusets hastighet är det viktigt att alla transaktioner har en pålitlig tidsstämpel, som kan jämföras mellan börser i till exempel London och New York. De olika serverna på en och samma börs måste dessutom vara synkroniserade sinsemellan så att handeln går lika snabbt på allihop.

– För flera år sedan upptäckte en mäklare på Stockholmsbörsen att det

”När aktier byter ägare med ljusets hastighet är det viktigt att alla transaktioner har en pålitlig tidsstämpel, som kan jämföras mellan börser i till exempel London och New York.”

fanns en skillnad mellan olika servrar. Han kunde tjäna pengar genom att köpa från en slöare server och sälja till en som var lite snabbare, berättar Didrik Ehrenborg, konsult och expert på tid och frekvens.

Även när man överför pengar mellan Sverige och USA krävs GNSS-tid, för att mäta hur lång tid transaktionen tar. Om den drabbas av en fördröjning som mäts i millisekunder avbryts överföringen eftersom det kan tyda på att någon har hackat sig in i systemet.

Att tid är pengar har de flesta av oss trots allt hört förut. Men även tid och elektricitet är intimt sammanlänkade. Det berättar Stefan Arnborg som arbetar med strategisk nätutveckling på Svenska kraftnät.

Cirka hundra gånger varje år slår åskan ner i det svenska stamnätet och orsakar en kortslutning. Att det är en vanlig händelse gör den inte desto mindre allvarlig, eftersom en kortslutning i stamnätet kan orsaka strömbrott i hela Sverige. Därför är stamnätet utrustat med avancerade mätsystem som övervakar spänningen i ledningarna och snabbt kopplar bort dem som kortsluts.

– Vi kopplar bort ledningen precis när åskan slår ner och efter runt 700 millisekunder fortsätter vi att köra. Det enda svensken märker är på sin höjd en blinkning i lampan, säger Stefan Arnborg.

För att mätsystemen ska mäta elektricitetens takt och frekvens på ett korrekt sätt och kunna upptäcka till exempel kortslutningar måste de vara tidssynkroniserade och det är här satelliterna kommer in. Många av mätsystemen är i dag försedda med GNSS-antennar.

– Vissa tillverkare använder gärna GNSS, andra använder våra egna atomur istället. Det varierar, säger Stefan Arnborg.

DET BLIR OCKSÅ vanligare att övervakningskameror använder sig av GNSS för att ställa sina klockor. Att de visar korrekt tid är viktigt i samband med brottsutredningar. I rapporten "Vikten av var och när" beskriver Myndigheten för samhällsskydd och beredskap hur utredningen av mordet på Anna Lindh blev fördröjd, eftersom alla de 21 övervakningskameror som användes för att kartlägga gärningsmannen visade olika tid. En av kamerorna hade en klocka som gick hela tre dygn fel.

– Vi var tvungna att titta på kassakvitton och mobiltelefoner för att få ihop vad som hade hänt, säger tidsexperten Didrik Ehrenborg som anlitas av polisen för att fastställa den korrekta tiden.

Listan på områden som använder satellitsignaler för att ställa klockan kan göras lång.

– Jag blir ofta förvånad över den mängd olika ställen där man kan hitta GNSS-mottagare. Visste du att varje lampa som sitter på vindkraftverk är GNSS-styrd för att se till att de följer flygsäkerhetsregler för hur snabbt de ska blinka och i vilken ordning? frågar Didrik Ehrenborg retoriskt.

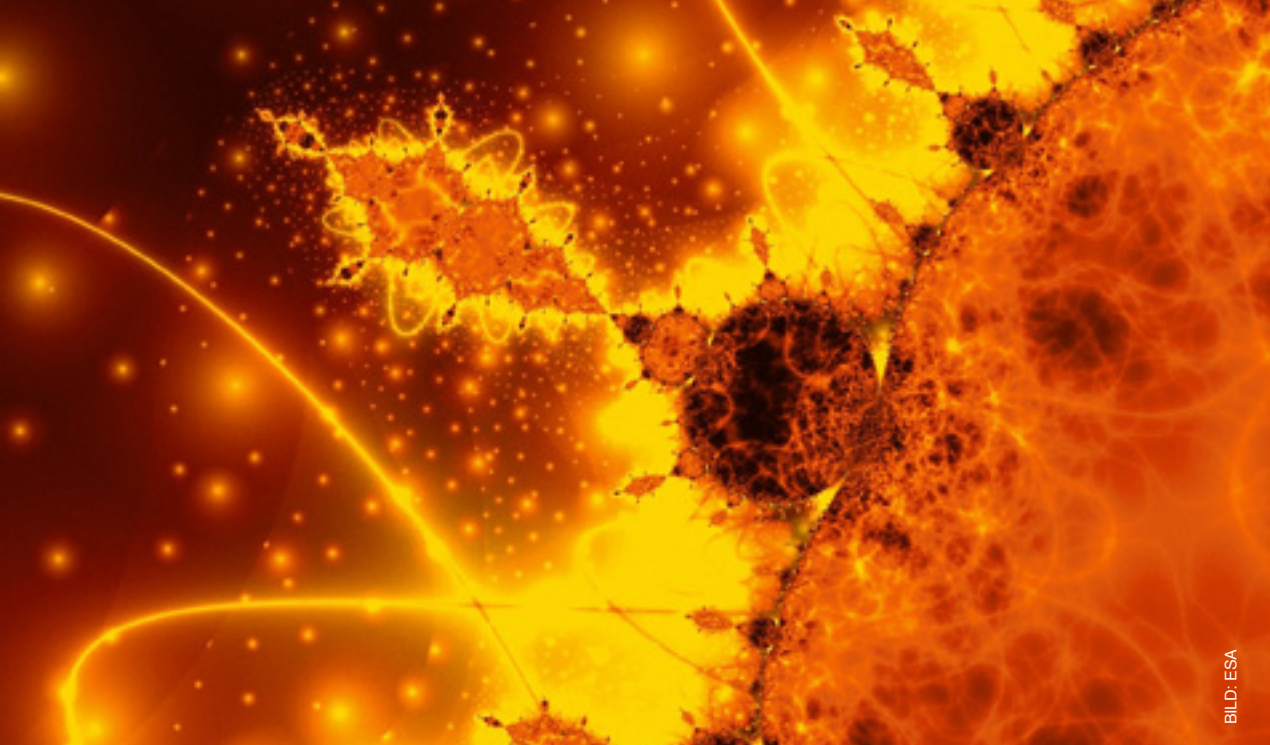


BILD: ESA

Solstormar påverkar jordens magnetosfär och kan på så vis ge upphov till en geomagnetisk storm som kan störa satellitsignaler.

SÅRBARHET

Att använda GNSS för tidssynkronisering är både billigt och tillgängligt och det är dessutom den tidskälla som har högst noggrannhet. Men att göra sig helt beroende av GNSS-klockor innebär att man blir sårbar för störningar av satellitsignalerna. De kan till exempel störas av solstormar i rymden, skymmande föremål eller av olagliga störsändare.

Därför är det viktigt att användare av olika slags teknisk utrustning vet vilka funktioner som är beroende av GNSS-tid, samt hur länge de klarar sig ifall satellitsignalerna störs, eller mottagaren går sönder. Utifrån den kunskapen kan man bestämma vilka reservsystem som krävs. Men ofta är det först när något går fel som användarna förstår att utrustningen är satellitsynkad.

– Bland kommuner och mobiloperatörer är kunskapsnivån varierande. Vissa är väl insatta och för andra är det här ett relativt nytt område. Ibland brister kraven i upphandlingar då kunskapen kring det egna beroendet av GNSS är bristande, vilket tyvärr kan få stora konsekvenser, säger Richard Widh vid Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB).

För att öka tillförlitligheten kan man använda SP Sveriges Tekniska Forskningsinstituts tids-servrar som ett komplement till GNSS-tiden. De är direkt kopplade till atomklockor utplacerade i flera svenska städer och låter användarna synkronisera sin tid över internet (via Network Time Protocol). Under 2015 kommer en uppgraderad version att tas i drift som kan klara sig utan satellitsignaler i flera månader.



VART SKA VI TA VÄGEN?

Stomnät i luften sparar
tid och pengar



Satellit teknik blir allt viktigare vid både nya vägbyggen och underhåll av befintliga vägar, där den används både för att mäta ut vägsträckningar och för att guida vägmaskiner. Med teknikens hjälp kan miljontals kronor sparas och byggtiden kortas.

UTBYGGNADEN AV E45 och järnvägen mellan Göteborg och Trollhättan stod klar 2012. Det var inte bara ett av Sveriges största infrastrukturprojekt utan också ett pilotprojekt för användandet av ett nytt, satellitbaserat mätsystem som med en noggrannhet på centimeternivå kunde hjälpa ingenjörer och vägarbetare att både mäta ut vägsträckan och att styra vägmaskinerna.

– Tekniken ledde till en besparing på över 30 miljoner kronor, jämfört med traditionell mätteknik, konstaterar Michael Skoglund på Trafikverket, som var en av initiativtagarna till pilotprojektet.

Diskussionerna om att använda satellitbaserad teknik startade i början av 2000-talet när en ny kilometerlång vägbro skulle börja byggas i centrala Göteborg – den så kallade Partihallsförbindelsen. Redan när staden anlades på 1600-talet var lerjorden en stor utmaning och även dagens ingenjörer måste ta hänsyn till de instabila markförhållandena. På många håll är det närmare 100 meter ned till fast berg.

Traditionellt utgår man från rör eller dubbar nedsänkta i marken när ett infrastrukturprojekt ska mätas ut – ett så kallat stomnät. Punkterna är koordinatbestämda och genom att mäta avståndet från dessa punkter går det att avgöra exakt var vägen ska anläggas. Men när marken är instabil, som vid Partihallsförbindelsen, riskerar punkterna att flytta på sig och det krävs stora resurser för att underhålla dem och kontrollera att de befinner sig på rätt plats. Då fungerar ett virtuellt, satellitbaserat stomnät bättre.

För att sätta ut och bygga en vägsträcka krävs en mycket högre noggrannhet än vad ett fristående GNSS-system kan leverera. Därför använder man

GNSS-teknik användes vid bygget av Hjulsta trafikplats utanför Stockholm.

FOTO: TOPPOSITION

dessutom ett nät av fasta stationer på landbacken som korrigerar för störningar i satellitsystemet, SWEPOS (se faktaruta). Med hjälp av SWEPOS kan användaren positionera sig på centimeternivå, snarare än på meternivå.

Med det här arbetssättet kan mätingenjörerna anlägga vägen på kontoret och sen skicka kartan till grävmaskinerna. När en grävmaskinist sätter sig i sitt fordon kan han eller hon på sin monitor se en modell över den väg som ska anläggas och var skopan på maskinen befinner sig i denna modell. Maskinisten kan dessutom se hur djupt det måste grävas för att nå rätt höjd. På samma sätt kan schaktbladen i en vägghyvel styras automatiskt, eftersom datorn med hjälp av satelliterna vet hur nära underlaget de befinner sig.

Eftersom även marken mellan Göteborg och Trollhättan till stor del består av lera utsågs infrastrukturprojektet BanaVäg i Väst till pilotprojekt för den nya tekniken. Utbyggnaden av E45 och järnvägen är till 90 procent gjord av vägmaskiner som är styrda av GNSS i kombination med SWEPOS. Som mest använde sig 200 maskiner av satellitpositionering och maskinstyrning. Men man hade dessutom ett visst antal traditionella stompunkter i marken som referens.

– Det betyder att vi alltid kan gå tillbaka och använda traditionell teknik ifall det blir strömavbrott eller teleavbrott, så att 200 maskiner inte blir stillastående, säger Michael Skogslund.

– Ibland behöver man dessutom ännu högre noggrannhet och får mäta på traditionellt sätt. Men SWEPOS täcker

90 procent av allt det som ska göras.

I dag används satellitbaserad teknik vid i stort sett alla vägprojekt, så även under utbyggnaden av E4 söder om Sundsvall. Mätchefen Daniel Sjölund från entreprenören Peab vittnar om att arbetet blev mycket mer effektivt med hjälp av den nya tekniken.

– Förr gick vi runt med mätutrustning. Nu hoppar vi ur bilen och har direkt all data i handen. Förr fick vi visualisera bygget ute i terrängen och sätta ut så kallade stakkäppar och höjdflukter och maskinisten var tvungen att hoppa ut och titta på markeringarna. Nu ser de allt på en monitor inne i hytten.

I ett infrastrukturprojekt deltar många olika entreprenörer och tidigare ställde varje företag upp sina egna referensstationer. Men tack vare SWEPOS kan alla använda sig av samma värden, vilket minskar risken för felaktigheter.

Under E4-bygget användes SWEPOS för i stort sett alla mått, med undantag för när bärlagret under asfalten skulle läggas ut.

– Där var det lite kinkigare med noggrannheten, och därför satte vi upp en egen basstation i närheten av den maskin som lade ut materialet, säger Daniel Sjölund.

En viktig fördel med satellitpositionering är att vägmaskinerna kan användas mer flexibelt. Tidigare var man tvungen att ägna en dag åt att förbereda ett område med markeringar innan en vägmaskin kunde ta sig an sträckan. I dag kan maskinisten ge sig ut och jobba varsomhelst på bygget eftersom markeringarna är virtuella.



FOTO: ISTOCK

SWEPOS

SWEPOS är ett nät av cirka 300 fasta referensstationer som är utplacerade över hela Sverige och som sköts av Lantmäteriet. På stationerna finns satellitmottagare som är inmätta på millimeternivå och som tar emot signaler från GNSS-systemen. Deras uppgift är att upptäcka felaktigheter i satellitdatan – de ser kanske att satellit nummer 1 mäter en meter fel och satellit nummer 2 mäter 30 centimeter fel. Orsaken är att satellitsignalerna på sin väg till jorden bland annat påverkas av förhållandena i atmosfären.

Med de här uppgifterna som utgångspunkt skickas korrigeringar till dem som prenumererar på tjänsten, till exempel vägentreprenörer. Med endast satellitsignaler kan användarna positionera sig med en noggrannhet på en eller två meter. När satellitdatan kombineras med korrigeringar från SWEPOS kan de komma ner på en noggrannhet under två centimeter.

För att få ännu mer exakta mätningar, som krävs vid infrastrukturprojekt, sätter Lantmäteriet i samarbete med Trafikverket dessutom upp ytterligare referensstationer i projektområdet, så kallad projektanpassad nätverks-RTK. Då får man en noggrannhet på cirka en centimeter både i sidled och höjdlid.

A man with a mustache and glasses, wearing a headset and a grey flight jacket, is seated in the cockpit of a red helicopter. He is looking down at a laptop computer. The helicopter is flying over a lush green valley with a small village and a river. In the background, there are large, rugged mountains under a clear blue sky.

FLYG SÄKERT

EGNOS navigerar
med precision

En helikopterbesättning undersöker mottagningen av GNSS-signaler och samlar data om hur Europas bågge system för satellitnavigation – EGNOS och Galileo – kommer att fungera tillsammans i framtiden.



FOTO: ESA

Med hjälp av satellitsystemet EGNOS kan flygnavigationen förbättras på svenska flygplatser. Det innebär säkrare och jämnare inflygningar, vilket gör att bränsle sparas, bullret minskar och antalet avbrutna landningar blir färre.

FLYG W64295 FRÅN Tuzla i Bosnien är på väg in över Göteborg City Airport, flygledarna har gett klartecken och nu återstår bara landningen. Inom några minuter kommer piloten att kunna se landningsbanan och inleda landningsproceduren.

De senaste decennierna har det blivit allt trängre i det europeiska luftrummet, vilket ofta leder till förseningar och långa väntetider då flyg får cirkla runt i väntan på att kunna landa.

Det konventionella systemet för flygnavigering innebär att flyget följer ett antal markbaserade radiofyrar som sänder signaler och där planet flyger ”mellan” de olika fyrarna. Med hjälp av det europeiska satellitbaserade navigationssystemet EGNOS kan navigationen väsentligt förbättras, eftersom det korrigerar GNSS-signalerna så att avvikelser minskar från omkring sex meter, till mellan en och två meter.

– EGNOS består av geostationära satelliter som ligger med fast position vid ekvatorn och som har en stödjande funktion till det befintliga systemet med roterande GNSS-satelliter. Med hjälp av EGNOS får vi en stabilare signal för flygplanen, vilket gör att noggrannheten i navigationen ökar, berättar Helen Erikson som arbetar med navigationsärenden på Luftfartsverket.

När ett flygplan befinner sig på normal marschhöjd, vilket ofta är kring 10 000 meter över marken, är det relativt gott om utrymme mellan de olika flygkorridorer som skapats. Men ju närmare landning ett plan kommer desto mindre blir marginalerna, vilket i sin tur ställer ökade krav på

noggrannhet i både sid- och höjddled. Det är här EGNOS-systemet kommer in.

– Med satelliter och modern utrustning ombord i flygplanen kan man få vertikal information under inflygning och landning. Nästan alla flygplatser i Sverige har markbunden utrustning med den här funktionen för en av sina landningsbanor. Den nya tekniken kan nu både införas som ersättning och komplement för samtliga landningsbanor. Med vertikal information under landningen ökas säkerheten och piloten får möjlighet att flyga med en jämn hastighet och sjunkprofil, vilket gör att bränsle sparas samtidigt som bullret minskar, fortsätter Helen Erikson.

”Med satelliter och modern utrustning ombord i flygplanen kan man få vertikal information under inflygning och landning.”

EN AV DE första flygplatser i Sverige som har infört nya EGNOS-stödda procedurer för inflygning, som fungerar parallellt med det traditionella systemet för instrumentlandning, är Göteborg City Airport (tidigare Säve flygplats). Det är meningen att systemet och dess motsvarigheter ska användas på samtliga större flygplatser i världen senast år 2016. Det kräver dock stora investeringar, både från flygbolagens och från flygplatsernas sida.

Ett flygplans bränslekonsumtion

och koldioxidutsläpp avgörs i stor utsträckning av förhållandena under flygningen, som till exempel höjd, vindförhållande, hastighet och temperatur. En optimering av flygets bana är därför en nyckelfråga i arbetet med att minska utsläpp och miljöpåverkan. En av de stora vinsterna, både när det gäller tid och miljö, sker i slutet av själva flygningen. Inför landningen finns det en regel som säger att piloten måste kunna se landningsbanan från en viss höjd, annars måste landningen avbrytas och påbörjas på nytt.

– Med hjälp av den ökade precisionen och framförallt den vertikala informationen i EGNOS kan piloten komma ytterligare närmare marken innan landningsbeslutet tas. Därmed ökar pilotens möjlighet att se landningsbanan innan den begränsande höjden nås, vilket leder till ökad säkerhet och färre avbrutna landningar, konstaterar Helen Erikson.

SATSNINGEN PÅ NYA procedurer för inflygning är delvis kopplad till ett projekt som heter EcoDescend som innebär att planen sänker farten med tio knop den sista biten. EcoDescend infördes permanent på både Landvetter och Göteborg City Airport i början av 2014 och målet är att systemet ska införas i hela Sverige. Hastighetssänkningen innebär att planet kan lämna marschhöjden tidigare. Tidsmässigt blir skillnaden minimal för passage-rarna, men miljömässigt innebär besparingen ett kilo bränsle per knop, vilket gör stor skillnad med flera tusen landningar under en och samma dag.



FOTO: ESA

EGNOS

EGNOS är en förkortning för The European Geostationary Navigation Overlay Service. Det mäter med hjälp av fasta markstationer upp små avvikelser i GNSS-datan och skickar sen ut en korrigering till exempelvis flygplan eller fartyg, via satelliter i geostationära bana.

EGNOS har tillkommit på initiativ av EU-kommissionen och European Space Agency och syftar till att öka precisionen i det amerikanska GPS-systemet i Europa. I framtiden kommer det även att fungera som stödsystem för det europeiska Galileo.

Runt om i världen finns flera liknande regionala hjälpsystem som går under samlingsnamnet Satellite Based Augmentation System (SBAS). FN:s organ för flygsäkerhet ICAO vill påskynda införandet av teknik och procedurer baserade på SBAS eller med annan vertikal funktion för att öka säkerheten vid landning.



FLYT I TRAFIKEN

Spara bränsle med GNSS-system



Bättre bränsleekonomi, färre trafikstockningar och effektivare användning av redan hårt belastade vägar. Det är några exempel på hur GNSS-tekniken bidrar till att förändra trafiken och därmed också vår gemensamma miljö.

DEN LÅNGA RADEN av lastbilar segar sig upp för backen, väl däruppe får de bromsa sig ned och sedan göra om samma sak i nästa backe, och i nästa, allt medan en massa bränsle går åt i onödan.

Bränsleekonomi blir en allt viktigare faktor för transporter i framför allt Europa. Just nu sker enorma förändringar inom transportsektorn. Ett exempel är Scantias arbete med att minska bränsleförbrukning genom att med hjälp av GNSS och kartdata anpassa fordonets hastighet och växelsval. Scania Active Prediction, som systemet heter, använder GPS för att avgöra fordonets position och förutsäga vägens topografi. Systemet för hastighetsstyrning lanserades 2012 och sedan dess har flera nya funktioner kopplats på.

– Ett exempel är stöd för växelsval och eco-roll, en funktion som lägger i neutral i växellådan då det är bäst att rulla fordonet utan växel, till exempel i utgången av en utförbacke, för att utnyttja den högre hastighet bilen fått. Totalt räknar vi med att chauffören sparar upp till fem procent bränsle, vilket kan motsvara en årskostnad på upp till 20 000 kronor per lastbil, berättar Andreas Renberg på Scania.

Enkelt uttryckt innebär Scania Active Prediction att lastbilen ”vet” hur vägen framför ser ut. Med en vanlig farthållare håller fordonet samma hastighet hela uppförsbacken, ända fram tills det bär nedåt igen. Det här innebär att hastigheten blir för hög i det ögonblick det vänder nedåt. Föraren måste därmed bromsa, med ökad bränsleförlust som följd. Med hjälp av Scantias system vet lastbilen exakt när den ska minska gaspådraget, för att i stället dra nytta av det nedförslut som strax kommer.

Den största vinsten uppstår längs lätt kuperade vägsträckor. Vid körning på nya vägar, i mörker eller vid dåligt väder hjälper systemet även erfarna förare att spara bränsle.

– I bilarnas styrsystem finns topografisk data som vi köpt från leverantörer av karttjänster. Bilens position får vi sen via GNSS, fortsätter Andreas Renberg.

Integrationen av GNSS i lastbilars styrsystem är bara en del av en större teknikförändring som innebär att allt mer av den avancerade körningen tas över av tekniken. I ett utbyggt system kan körningen även matchas mot trafiksituationen längs rutten så att lastbilen har information om trafikljus och ombyggnationer och därmed kan anpassa farten med utgångspunkt från data via GNSS.

– Ju mer information vi kan få in i systemet, desto större blir besparingarna. Det handlar om hur korsningar ligger, var hastighetsskyltar står och mycket annat. Ju högre upplösningen är på den data vi får från våra leverantörer, desto större möjligheter har vi att utveckla systemet, konstaterar Andreas Renberg.

ETT ANNAT PROJEKT som tangerar detta är utvecklingen av fordonskolonner. Väg och trafikinstitutet VTI, Scania och KTH har med stöd från Vinnova drivit projektet IQ Fleet. När lastbilar kör i kolonn kan de som ligger bakom den första bilen dra nytta av det minskade luftdraget som uppstår och på det sättet spara bränsle. Principen är densamma som cyklister

använder när de ligger tätt bakom varandra i klunga.

Magnus Hjälmdahl är forskare på VTI och en av dem som arbetat i projektet:

– Vi står inför en enorm omställning av ett trafiksystem som varit statiskt i hundratals år. Automatiseringen med stöd av satellitdata innebär att föraren kan fokusera på annat, ja på längre sikt kanske till och med ta en tupplur medan bilen kör sig själv. Det är helt enkelt ett paradigmskifte vi har framför oss.

”Automatiseringen med stöd av satellitdata innebär att föraren kan fokusera på annat, ja på längre sikt kanske till och med ta en tupplur medan bilen kör sig själv.”

KOLONNKÖRNING, DET SOM på engelska brukar kallas platooning, är en del av det större området automation inom transportsektorn som spänner över allt från dagens system med farthållare till de försök som Google gör med helt förarlösa bilar.

Nyckeln till utvecklingen är satellitnavigeringen, den allt bättre upplösningen vad gäller data i kombination med bland annat radarteknik.

– När en bil på sikt ska kunna köra helt själv i ett tätbebyggt område blir precisionen i informationen från satelliterna otroligt viktig, det handlar ju om några centimeters marginaler.

Därför betyder utvecklingen av Galileo-systemet mycket för framtiden i kombination med användningen av kameror, radar och annat, konstaterar Magnus Hjälmdahl på VTI.

DET PÅGÅR OCKSÅ försök med förarlösa bilar i Sverige, bland annat så driver Volvo och Göteborgs stad projektet Drive Me. Även här blir de tekniska lösningarna allt mer avancerade, samtidigt som misstron fortfarande är stor hos oss människor. Vågar vi verkligen lita på tekniken? Human Machine Interface (HMI) som det hela kallas, är ett område där inte minst psykologi och beteendeforskning spelar en stor roll.

– Det svåraste är nog att få oss förare att samverka med tekniken. För lastbilschaufförer är det en stor del av yrkestoltheten att vara en bra chaufför, och vad händer då om man lejer bort allt utom att vrida på ratten? I projektet IQ Fleet ser vi hur föraren förlorar en stor del av kontrollen. Att behöva anpassa sig till andra och ingå i fordonskolonner känner många också som ett intrång i den personliga friheten. Samtidigt kan systemet spara bränsle så det är inga enkla frågor det här, fortsätter Magnus Hjälmdahl.

IQ Fleet nyttjar befintlig teknik i form av adaptiva farthållare som använder radar för att säkerställa en korrekt tidslucka och reglera avståndet till bilen framför. Bränslebesparingen är cirka fem procent med en tidslucka på cirka två sekunder. För att kunna minska avstånden mellan bilarna och därmed öka besparingen,

men fortfarande göra det säkert, kan man utrusta bilarna med wifi för att få dem att kommunicera med varandra. Försök i Japan med väldigt korta avstånd på fem meter visar på möjliga besparingar på upp till 23 procent.

– Vårt intresse för GNSS handlar bland annat om att vi vill bygga in kommunikationen mellan fordonen. Positionering används redan i dag flitigt i lastbilsbranschen, för att veta var bilar befinner sig. Genom att bygga in kommunikationen mellan fordonen kan bilar längre bak i kolonnen få information när bilen framför bromsar, eller om det finns hinder längs vägen, berättar Magnus Adolfson som forskar kring intelligenta transportsystem på Scania.

Redan i dag sker en omfattande, informell kolonnkörning i bland annat Tyskland, men utan nya tekniska hjälpmedel finns större risker för olyckor.

ERFARENHETERNA FRÅN IQ Fleet tas nu vidare i EU-projektet Companion. Tanken är till exempel att olika åkare ska kunna lägga in sina transportuppdrag i ett system som automatiskt räknar ut den energieffektivaste vägen för en möjlig kolonnkörning. Längs vägen ansluter sig sedan fordon till kolonnen. En idé är att systemet därefter räknar ut kostnadsbesparingen och fördelar pengarna mellan de medverkande åkerierna, men detta ligger fortfarande en bit fram i tiden.

GÖDSLA MINDRE

Precisionsjordbruk minskar utsläpp





SEDAN UTSLÄPPEN FRÅN de stora städerna runt Östersjön byggts bort är det i dag framför allt jordbruket som bidrar till övergödningen. Problemet är att utsläppskällorna är många och decentraliserade. Ett sätt att minska jordbrukets miljöpåverkan och även kostnaden för jordbrukaren är därför utvecklingen av ett precisionsjordbruk där jordbrukaren med hjälp av satellitinformation och kartor med hög upplösning kan anpassa spridningen av gödnings- och bekämpningsmedel. Detta är något som Institutionen för mark och miljö, avdelningen för precisionsodling vid Lantbruksuniversitetet SLU och Hushållningssällskapet i Skaraborg arbetar med.

– Det vi framför allt tittar på är hur vi ska anpassa gödslingen efter fältets olika delar, berättar Henrik Stadig på Hushållningssällskapet i Skaraborg.

Inom ett åkerfält kan variationen vara stor när det gäller jordart, lutning, mineraliseringsförmåga och annat. Därför måste också gödningen anpassas.

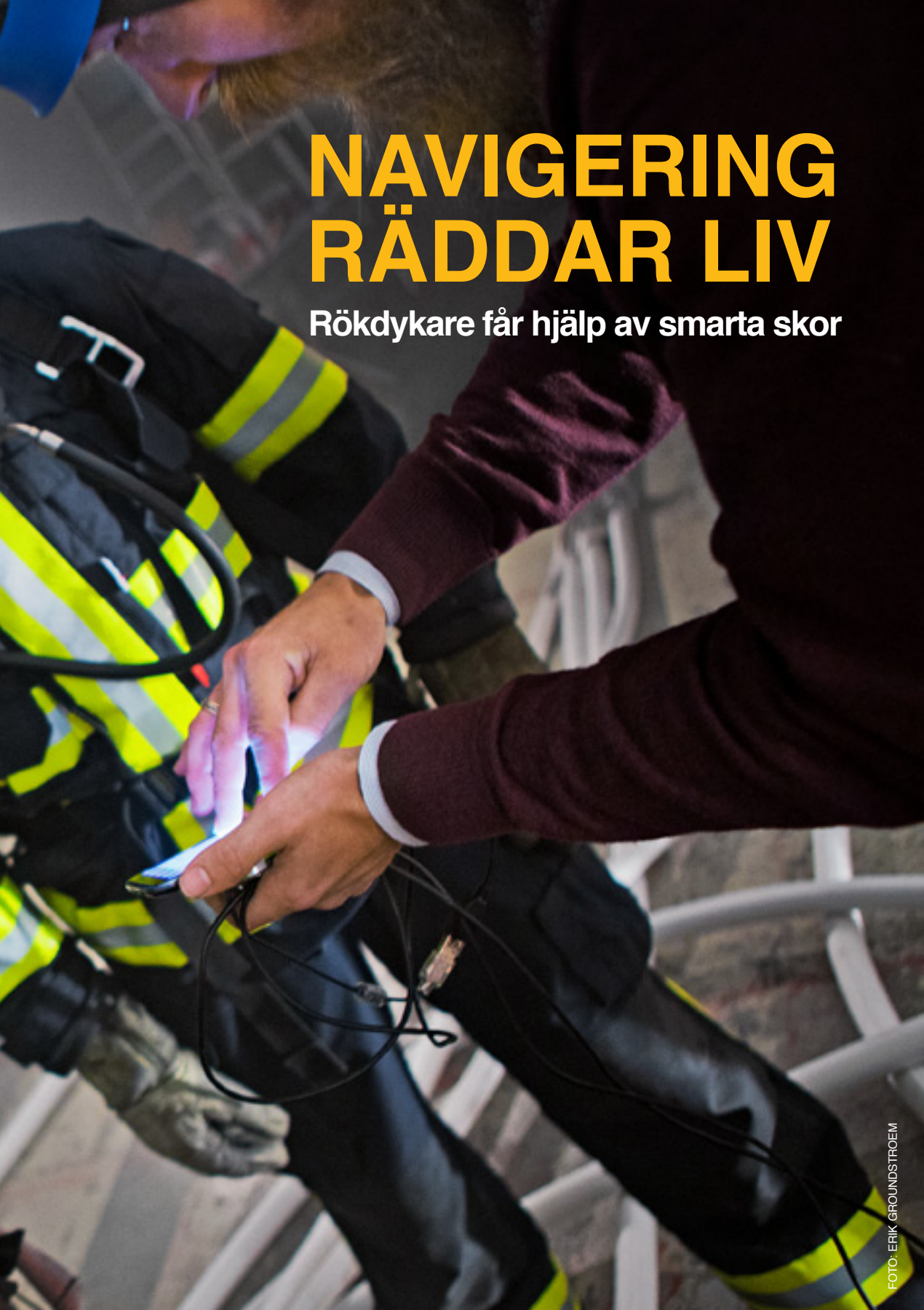
– Med hjälp av nytagna satellitbilder kan vi ta fram index för hur tjock grödan är och därmed skapa en varierad rekommendation för kvävegödsling som sedan programmeras in i gödselspridaren. Med hjälp GNSS-teknik kan föraren sedan köra efter bilderna, fortsätter Henrik Stadig.

Satellitnavigation används också för att skapa bättre körvägar som minskar slitaget på jorden enligt en modell som kallas Controlled Traffic Farming. Resultatet är mindre överlappning och bättre arbetsmiljö. Och nästa steg – det är förstås helt förarlösa traktorer, ungefär som en robotgräsklippare.

– Navigation inom jordbruket har exploderat de senaste fyra-fem åren och i dag har 80 procent av alla nya, större traktorer tillgång till någon form av autostyrning. När det gäller gödslingen har problemen så här långt varit för dålig upplösning på satellitdata och för dyra bilder, men även där händer det mycket som kommer att göra det lättare för oss att tolka markförhållanden, bland annat så kommer data att bli mycket billigare än i dag, konstaterar Henrik Stadig.



AP



NAVIGERING RÄDDAR LIV

Rökdykare får hjälp av smarta skor

Med utvecklingen av en smart sko som sänder data om hur användaren rör sig hoppas en grupp forskare på KTH att de ska kunna revolutionera rökdykarnas arbete och bidra till att fler liv kan räddas.

JOHN-OLOF NILSSON STÅR med headsetet på. I handen håller han läsplattan där han kan följa rökdykarnas arbete. Därinne i den rökfyllda lokalen letar sig brandmännen fram mot de människor som antagligen finns kvar och som det gäller att rädda. Kanske handlar det bara om minuter innan någon avlider.

På skärmen ser vi rökdykaren förflytta sig, steg för steg, meter för meter. Det är lite som att vara med i en film. Men det är på riktigt.

Varje dag, året om, ger sig rökdykare in i byggnader för att stoppa bränder och rädda människoliv. I de flesta fall är sikten minimal eller obefintlig. Utanför befinner sig en rökdykarledare som ska leda och sörja för rökdykarnas säkerhet. Som en del av arbetet försöker rökdykarledaren hela tiden spåra och bestämma rökdykarnas positioner. Detta görs framförallt genom kommunikation över talradio, men eftersom rökdykarledaren inte kan se rökdykarna blir det alltför ofta en gissningslek.

Det är detta som projektet OpenShoe vid KTH kan komma att ändra på. OpenShoe är en sensormodul för skomontage som medger automatisk spårning av bäraren. Det hela kallas för tröghetsnavigering (på engelska Inertial Navigation System, INS), och bygger på att man med noggranna accelerometrar mäter

objektets lägesändring och utifrån detta beräknar dess nya position. Systemet kan ses som en komplettering till satellitdata genom GNSS, eftersom det tar vid där satellitdata inte finns tillgängligt, till exempel i krävande inomhusmiljöer.

– Den grundläggande idén är relativt gammal och används av bland annat ubåtar när de ska navigera. Vad vi skapat är en fotmonterad tröghetsnavigeringsmodul som kan användas i praktiken och lätt kombineras med till exempel GNSS, berättar John-Olof Nilsson som är en av forskarna bakom projektet.

OpenShoe är en del av den snabba utvecklingen inom området inomhusnavigering. Projektet bygger på att en liten dator med rörelsesensorer byggs in i skon. Sensorerna kan sedan avläsa



OpenShoe är en sensormodul för skomontage som gör att bäraren kan spåras.

hur användaren rör sig och därigenom med utgångspunkt från en startposition, till exempel den sista GNSS-punkten (fix), följa var användare befinner sig. Den stora utmaningen i projektet var att få ihop nödvändig hårdvara med tillräcklig prestanda i en tillräckligt liten modul, samt att modularisera tekniken så att all rådata inte behövde föras upp från foten. Lösningen blev att kombinera flera en-chips tröghetermoduler som vanligen återfinns i mobiltelefoner, med en flyttalsmikrokontroll och en blåtandsmodul. På mikrokontrollen på foten görs tröghetsnavigeringen på stegbasis och de resulterande stegen förs uppåt till exempelvis en smartphone. På skärmen syns sedan hur personen tar ett steg framåt och även "spåret" efter hur personen gått.

PROJEKTET STARTADE KRING 2007 efter att en grupp forskare på KTH Signalbehandling fick kontakt med FOI, Försvarets forskningsanstalt som såg möjliga militära kopplingar.

– Då var det hela relativt teoretiskt och vi insåg att om vi skulle kunna använda tekniken i praktiken för att studera dess potential så var vi tvungna att modularisera den, fortsätter John-Olof Nilsson.

Det var viktigt för forskarna att ha ett mål med arbetet och där passade rökdykarna och deras problem perfekt in. Dessutom var detta ett av de mest krävande områden som man kunde tänka sig.

– Vi såg stora möjligheter med tekniken och hur den skulle kunna

komma till nytta. Kunde vi skapa en lösning för rökdykare så visste vi att problemen kunde lösas också på många andra områden, konstaterar John-Olof Nilsson.

"OpenShoe är en del av den snabba utvecklingen inom området inomhusnavigering. Projektet bygger på att en liten dator med rörelsesensorer byggs in i skon."

HITTILLS HAR REAKTIONEN också varit positiv från de brandmän som provat systemet, även om de är luttrade när det gäller nya idéer: alltför ofta drabbas de av teknik som på pappret ser fantastisk ut, men som inte klarar svåra förhållanden.

– Fågelperspektivet som man får med informationen i systemet gör att vår teknik är lätt att ta till sig, eftersom vi är vana vid att läsa information av det slaget på en skärm. Rökdykaren måste i traditionell navigering hela tiden rapportera var han befinner sig, vilket tar mycket uppmärksamhet från huvudsysslan. Med OpenShoe kan mycket automatiseras, samtidigt som tryggheten och säkerheten för brandmännen ökar, fortsätter John-Olof Nilsson.

OpenShoe är ett open source-projekt med finansiering från bland annat Vinnova och Vetenskapsrådet, vilket innebär att forskarlaget bakom projektet öppet publicerat all källkod

och hårdvarudesign så att andra ska kunna använda och bygga vidare på det som åstadkommit. 2014 fick projektet priset Best Demo Award på den internationella forskarkonferensen IPIN2014.

– Vi är finansierade av allmänna medel och då ska det vi gör också komma allmänheten till godo. OpenShoe är en delkomponent i ett större forskningsarbete och det är helt upp till andra vad de vill bygga med utgångspunkt från vår forskning, menar John-Olof Nilsson.

Det finns redan nu många möjliga användningsområden, till exempel för att kunna avläsa hur personer med funktionshinder, eller ärftliga sjukdomar som Parkinson, rör sig. Inom underhållningsvärlden finns det också många idéer. Sedan projektet startade har dessutom priset på den teknik som används sjunkit.

– Inom industrin finns det ett klart intresse för det vi gjort, även om det i de flesta fall är ett ganska långt steg till färdiga produkter. Det finns dock redan ett indiskt företag som tillverkar och säljer OpenShoe-moduler för runt 3 000 kronor.

VAD ÄR NÄSTA steg i projektet?

– För att systemet ska fungera för en bred grupp av användare krävs att det är stabilt, driftsäkert och enkelt att använda och dit har vi ännu inte kommit. Många små delar behöver utvecklas och vi behöver få till fler faktiska försök i verklig miljö för att kunna prova hur robust systemet är i praktiken. Sedan måste systemet ytterligare

integreras med andra informationskällor för bland annat avståndsmätning.

En av utmaningarna är hur rökdykarna ska kunna tillgodogöra sig den nya information de nu har tillgång till, de kan ju inte gärna springa runt med läsplattor i händerna. I framtiden kan man tänka sig att informationen finns på till exempel glasögon i den andningsmask de har på sig, ungefär som de glasögon med inbyggd kamera och video som Google utvecklat.

En relaterad del i projektet är utvecklingen av 3D-ljud i rökdykarnas masker som skulle kunna hjälpa dem att bättre positionera varandra, eftersom en person till höger då verkligen skulle höras på höger sida, i stället för som i dag i form av ett ljud där källan inte kan lokaliseras rumsligt.

– Med hjälp av den teknik vi utvecklat och stereoheadset är det möjligt att rendera talet så att det låter från det håll personen är, även om den personen kanske befinner sig på andra sidan en vägg. Ja, det är lite som Stålmannens röntgensyn, fortsätter John-Olof Nilsson och låter inte så lite nöjd.



Sensormodulen som monteras i rökdykarens sko.



"Ja, det är lite som Stålmännens röntgensyn."



MAYDAY MAYDAY

Satelliten som spårar nödställda



1982 startade driften av det internationella räddningssystemet COSPAS-SARSAT efter en flygolycka i Kanada. Sedan dess har systemet använts i samband med tusentals räddningsoperationer världen över och bidragit till att rädda över 35 000 liv. Nu utvecklas COSPAS-SARSAT ytterligare genom att de nya Galileo-satelliterna får den utrustning som krävs för att de ska kunna ta emot och skicka vidare nödsignaler.

COSPAS-SARSAT ÄR ETT internationellt navigationssystem för räddningsoperationer som består av:

- Nödradiosändare för flyg, fartyg och personlig användning. Dessa skickar signaler vid en nödsituation och kan köpas av vem som helst.
- Instrument på geostationära satelliter och lågflygande satelliter som kan upptäcka signaler från nödradiosändare.
- Markbaserade mottagningsstationer som tar emot och behandlar satellitsignaler.
- Kontrollcentra som tar emot larmen och för dem vidare till de center som koordinerar räddningsinsatser.

HITTILLS HAR COSPAS-SARSAT

använt sig av data från lågflygande satelliter (LEO) vilka utgör det så kallade LEOSAR-systemet, och från geostationära (GEO) vilka utgör GEOSAR-systemet.

– Det nuvarande systemet som startade på 1970-talet bygger på ett mindre antal lågflygande satelliter som var och en ser en väldigt liten del av jorden. Ett av problemen är att det ibland tagit tid innan en satellit passerat

över just den plats där den nödställde befinner sig. Ett annat problem uppstår när sikten inte är tillräckligt klar, berättar Igor Stojkovic som är ansvarig för SAR-programmet (Search and Rescue) på den europeiska rymdorganisationen ESA.

DE GEOSTATIONÄRA SATELLITER som sköts upp i slutet av 1980-talet och i början av 1990-talet förbättrade visserligen sikten och gjorde det möjligt att se den största delen av jorden samtidigt, men fortfarande var problemen stora i bland annat norra Sverige på grund av satelliternas låga höjd över horisonten. Det begränsade antalet satelliter gör dessutom att det många gånger var problem att få tillräckligt sikt för att signalen skulle nå minst två satelliter.

– Fram till nu har räddningssystemet varit beroende av satelliter med låg och hög bana. För att få fram korrekt positionsdata krävdes det att två satelliter passerade över dig, något som kunde ta allt från några minuter till flera timmar, beroende på var den nödställde befann sig. Så ju fler satelliter som är anslutna till systemet, desto lättare och snabbare kommer de



FOTO: ESA

Satelliter tar emot signaler från nödsändare och skickar sedan vidare information om positionen.

nödstillda att kunna upptäckas, fortsätter Igor Stojkovic.

Det var kring millennieskiftet som man insåg vilka starka synergier som fanns med den tekniska utvecklingen av navigering med GNSS och det befintliga systemet för räddningsinsatser. Därför bjöd COSPAS-SARSAT in de tre systemet GPS, Glonass och Galileo till en diskussion om hur man skulle kunna bygga ett gemensamt system med enhetlig standard där nödsignaler från räddningsfyrar skulle kunna tas emot och föras vidare också av satelliter med medelhög omloppsbana (MEO), vilka utgör MEOSAR-system. Det är här som Galileo-systemet kommer in i bilden. Genom Galileo bidrar Europa till att utveckla nästa generation av

räddningsinsatser inom ramen för det internationella COSPAS-SARSAT samarbetet.

En viktig del av Galileos räddnings-system är de tre markstationer som nu tagits i bruk och som finns på Svalbard (Norge), Maspalomas (Kanarieöarna) och Larnaca (Cypern). Tillsammans bildar de tre stationerna en triangel som täcker Europa och genom detta kan nödsignalens exakta position identifieras. På varje station finns fyra antenner för att ta emot nödsignaler från satelliter på medelhög omloppsbana, där de Galileo-satelliter som hittills skickats upp ingår.

Stationerna länkas därefter samman med ett kontrollcenter i den franska staden Toulouse, liksom till nationella

kontrollcentra i Spanien och Norge. Sedan tidigare finns även en Galileo-station på Esrange i Kiruna som, även om den inte har något direkt med COSPAS-SARSAT att göra, ändå spelar en viktig roll i övervakningen av satelliterna och överföringen av data från MEO-systemet, vilka genom sin höjd och omloppsbanan bättre kan samla in data från jordens polarområden än andra satelliter.

– Det här är första gången som vi har ett nätverk som täcker hela Europa med sammankopplade stationer som samlar in data och information från nödsändare. Systemet gör det möjligt för de tolv antennerna att tillsammans följa de radiosändningar som förmedlas av MEOSAR-satelliterna, och på så sätt skapa hög effektivitet och precision i den information som vi får fram, säger Fermin Alvarez Lopez som arbetar med Galileo på ESA.

”Det här är första gången vi har ett nätverk som täcker hela Europa med sammankopplade stationer som samlar in data och information från nödsändare.”

Men trots att COSPAS-SARSAT utvecklats mycket de senaste åren med nya satelliter – också från GPS och Glonass – uppstår fortfarande situationer där det blir svårt att lokalisera flygplan. Under 2014 inträffade tre stora flygkatastrofer och när detta skrivs finns

fortfarande ingen information om vad som hänt det malaysiska planet MH 370 som i mars 2014 försvann på en flygning mellan Kuala Lumpur och Peking. I fallet med det malaysiska planet som i juli samma år sköts ned över Ukraina aktiverades däremot nödsändaren direkt och planets position kunde snabbt identifieras.

– Satelliternas kapacitet är alltså begränsad och det återstår flera år innan samtliga Galileo-satelliter är uppskickade. Det som hände vid kraschen med det första malaysiska planet var sannolikt att nödsändaren totalförstördes. Det krävs också att piloten eller någon annan aktiverar nödsändaren för att den ska bli funnen, men det pågår ett arbete för att utveckla nya sätt för hur nödsändarna ska kunna aktiveras på ett mer automatiserat sätt, konstaterar Igor Stojkovic.

FRAM TILL 2014 har sex Galileo-satelliter skjutits upp av vilka fyra än så länge ingår i COSPAS-SARSAT-systemet.

Runt 2019 beräknas Galileo-systemet vara komplett med cirka 30 satelliter, vilka alla kommer att vara integrerade i COSPAS-SARSAT-systemet.

Hur ska man då jämföra framtidens COSPAS-SARSAT med det som byggdes upp på 1980-talet? Ja, kanske är det som att jämföra en gammaldags telefon där man fick ringa upp och sen bli kopplad till rätt person, med dagens snabba bredbandsnätverk där vi alla är uppkopplade hela tiden. De simuleringar som hittills gjorts inom ramen för det nuvarande COSPAS-SARSAT-programmet visar också att 77 procent

av alla nödanrop kunnat lokaliseras inom ett avstånd av två kilometer och 95 procent inom fem kilometer.

– Hittills har de satelliter som tagits i bruk visat sig fungera mycket väl. Generellt har räddningsarbetet kraftigt förbättrats och de närmaste åren kommer det att stärkas ytterligare, konstaterar Fermin Alvarez Lopez.

ETT AV DE svenska företag som är engagerade i Galileo-projektet är RUAG Space i Göteborg som bland annat levererat kraftkort för räddningssändarna, liksom antenner och det centrala datahanteringssystem som har till uppgift att styra och övervaka satelliten och dess subsystem.

– Galileo har varit ett av våra största projekt under flera år. Miljön på en satellit är tuff och ställer stora krav på både konstruktioner, komponenter, tillverkning och test, konstaterar Peter Lindström på RUAG.

När Rosettas landare Philae sattes ned på en komet i slutet av 2014 så hade RUAG utvecklat satellitens datorer och styrsystem. I dagsläget jobbar företaget bland annat med en studie inför nästa generation av Galileo-satelliter.

– Det handlar till exempel om hur Galileo-systemet ska bli ännu noggrannare när det gäller positionsbestämning, men också hur satelliterna ska göras mer autonoma, fortsätter Peter Lindström.

”Generellt har räddningsarbetet kraftigt förbättrats och de närmaste åren kommer det att stärkas ytterligare.”



HITTA RÄTT

Senionlab har lösningar för inomhuspositionering





FOTO: ION ORCHARD MALL

Med hjälp av SenionLabs lösningar för inomhuspositionering kan vilsna shoppare hitta rätt i gigantiska gallerior och läkare snabbt hitta varandra på stora sjukhus. Idén, som började som ett projekt vid Linköpings universitet, sprids nu som en kommersiell produkt världen över.

ALLT BÖRjade med att David Törnqvist och hans kollegor hade svårt att hitta varandra i ett av de stora komplex som utgör Linköpings universitet. De insåg snabbt att andra också hade samma problem. Så föddes tanken att utveckla ett system för inomhuspositionering. 2010 startades företaget SenionLab.

Liksom flera av kollegorna på SenionLab forskade David Törnqvist inom området reglerteknik och sensorfusion. Inom sin forskning hade de mycket kontakt med Saab och andra industrier som på olika sätt höll på med positioneringsfrågor.

– Företaget var en spinn-off från den forskning vi bedrev kring positionering. Vi insåg snabbt att det fanns en kommersiell nytta med forskningen och att den dessutom kunde appliceras på mobiltelefoner och därmed bli en massmarknadsprodukt, berättar David Törnqvist.

Alla som irrat runt i ett stort shoppingcenter, parkeringsgarage eller sjukhus kan frammana den där känslan av att tappa bort sig där man inte borde ha några problem att hitta, av hur allt ser precis likadant ut, och hur den information som står på skyltar och informationstavlor bara gör en mer förvirrad. Hur gör man för att hitta rätt, hitta sin bil, hitta ut? Till slut vill man bara därifrån!

Shoppingcenter i världens förmodligen shoppingtätaste stad – Singapore – blev den första marknaden för SenionLabs produkter. Hösten 2014 användes tekniken i ett 80-tal gallerior enbart i Singapore och totalt har några hundra installationer gjorts världen över.

HUR FUNGERAR DÅ systemet?

Den som besöker shoppingcentret laddar ned en gratis app till sin mobil (i Singapore kan en och samma app användas för alla center). Med hjälp av den kan besökaren dels se var denne befinner sig, dels se var olika affärer ligger, var toaletterna finns och vilken affär som kan tänkas ha just den vara man söker efter. Omvänt kan butikerna också skicka erbjudanden direkt till dem som går inom ett visst avstånd, till exempel att du mellan 14 och 15 år får två caffè latte till priset av en. Och för att hjälpa dig att komma ihåg var du parkerade din bil har systemet lagt in en markering för var du ställde den.

”På ett sjukhus kan man till exempel sätta en tagg på viss utrustning så att man enkelt kan hålla reda på var den finns.”

Inomhuspositioneringstekniken tar över där GNSS slutar fungera, eftersom satelliternas signaler är allt för svaga för att nå inomhus. Tekniskt bygger systemet på att information från rörelsesensorerna i telefonen kombineras med radiomätningar från till exempel wifi och blåttand. Funktionaliteten i ett system byggs sedan i nära samarbete med den som utvecklar mobilappen.

ANDRA EXEMPEL PÅ platser där SenionLabs system kommer till bra användning är storsjukhus där patien-

ter har svårt att hitta och där det också kan vara viktigt för läkare att snabbt hitta en kollega. Inomhuspositionering handlar inte bara om att hitta fasta föremål, lika viktigt kan det vara att hitta andra personer och utrustning som flyttas runt.

– På ett sjukhus kan man till exempel sätta en tagg på viss utrustning så att man enkelt kan hålla reda på var den finns. Företag kan också märka konferensrum så att de lätt kan bokas, eller felrapporteras. Här i Linköping har vi bland annat börjat utveckla en app som hjälper patienter att hitta till den avdelning på sjukhuset dit de är kallade, fortsätter David Törnqvist.

NÄSTA STEG FÖR SenionLab är utvecklandet av applikationer för industrin, till exempel positionering av truckar inom lagerhållning, eller positioneringssystem för väktare.

SenionLab ligger långt framme i den globala konkurrensen, men det finns andra företag inom området. Bland annat har Samsung och flera andra mobiltillverkare gått samman kring projektet In-Location Alliance som använder sig av wifi och blåttand. Även Apple har ett eget system, iBeacons.

– Det som gör oss unika är att vi skapat en helhetslösning som kan appliceras överallt. Det faktum att fler börjar intressera sig skapar uppmärksamhet kring branschen som helhet så det är bra, också för oss.

När man hör David Törnqvist berätta om systemet är det inte utan



FOTO: SENIONLAB

Med SenionLabs app kan man hitta rätt i butiken.

att man kommer att tänka på böckerna om Harry Potter och Marodörkartan som hjälper Potter att se var alla i slottet Hogwarts befinner sig. Hur är det då med övervakningen, kan SenionLabs system användas av regimer som vill övervaka medborgarna?

– Alla uppgifter i systemet är anonymiserade och på samma sätt som de som använder Googles plats-tjänst måste användarna av vårt system godkänna att man skickar upp deras positionsdata. Men visst går det att använda data från vårt system för en

mer generell statistik, konstaterar David Törnqvist.

Andra risker med positioneringen är att användaren litar alltför blint på den information som han eller hon får.

– Jag tror att vi i framtiden kommer att få se en standard när det gäller inomhuspositionering i alla stora byggnader, med en mängd kringtjänster. Själva har vi som mål att bli en av de verkligt stora spelarna inom detta så nu satsar vi på att expandera stort, fortsätter David Törnqvist.



CROWDSOURCING

Många kloka idéer bidrar till snabb problemlösning



Genom att få många människor att delta i problemlösning, faktainsamling och granskning av underlag kan komplicerade uppgifter lösas snabbt och relativt billigt. Modellen kallas för crowdsourcing, eller massbase-rad problemlösning och bygger på två ord: Engagerad folkmassa (crowd) och en utlagd arbetsuppgift (outsourcing).

” **DESSA GOOGLE EARTH-TIDER** är det svårt att föreställa sig att det fortfarande finns samhällen i världen som inte finns med på officiella kartor, men det finns faktiskt sådana platser, till exempel i Centralafrikanska republiken”, berättade Pete Masters, samordnare för projektet Missing Maps på Läkare Utan Gränser i samband med att projektet presenterades.

Missing Maps, som är ett samarbete mellan Läkare Utan Gränser, Röda Korset och Humanitarian Open Street Map Team går ut på att volontärer kartlägger de områden i världen som hittills har varit vita fläckar. Missing Maps bygger på Open Street Map, ett ideellt projekt som garanterar att den geografiska information som samlas in kommer att vara tillgängliga för alla i framtiden, utan några restriktioner. Kartorna är ”levande” i den betydelsen att alla kan lägga till, korrigera och utveckla dem. I utvecklandet av Open Street Map används en mjukvara med öppen källkod (RTKLIB) som utvecklar en mer precis positionering, baserad på rådata från GNSS-systemet. Projektet kan följas på Humanitarian Open Street Maps hemsida.

En av de svenska myndigheter som försiktigt börjat titta på crowdsourcing baserat på GNSS är Lantmäteriet. I ett idéförslag för några år sedan skissades på möjligheten att ta hjälp av allmänheten för att registrera informella namn på platser. Projektet kallades Platsnamna och tanken var att en app skulle utvecklas genom vilken människor

skulle kunna registrera de platsnamn som användes dagligdags. Men efter att projektet testats i Gävle lades det ned, intresset var helt enkelt inte tillräckligt stort.

Förutom detta har Lantmäteriet deltagit i en del möten på europeisk nivå där man bland annat diskuterat möjliga samarbeten med Open Street Map och andra crowdsourcing-aktörer.

ETT VIKTIGT OMRÅDE för crowdsourcing med hjälp av GNSS är att bygga upp information kring trafiksituationen i stora städer. 2010 startade The Mobile Millennium Stockholm Project med syfte att etablera en plattform för research och utveckling av trafikinformation i realtid i huvudstaden. Projektet bygger på ett omfattande arbete som genomförts i Berkeley i Kalifornien och är ett samarbete mellan KTH, Linköpings universitet, konsultföretaget SWECO och University of California i Berkeley. Projektet finansieras av bland annat Trafikverket.

– I första hand handlar det om korttidsprognoser för trafik och hur man bygger modeller för att prognosticera trafiken. Berkeley har lagt mycket tid på att utveckla den modell som vi nu kan använda oss av här i Sverige. Tack vare detta klarar vi oss med mycket mindre indata, jämfört med tidigare studier, berättar Jerk Brorsson på Trafikverket.

I Berkeley användes bland annat en särskild app som trafikanterna kunde ladda ned. I Stockholm har projektet haft hjälp av GNSS-information från

bland annat 1 500 taxibilar, trafikdata som köpts in från andra källor, liksom information från ett antal fasta sensorer på olika platser i Stockholms trafiknät. Modellen är anpassad för det som kallas Probe Vehicle Data, vilket innebär att man även inkluderar bilens hastighet, tid, och körriktning baserat på information från förarens mobil. Traditionella modeller för mätning inkluderar däremot enbart fordonets position. Dessutom utnyttjas information från externa leverantörer.

Meningen är att insamlad data ska ge trafikanterna information på ett tidigt stadium och hjälpa till att styra deras beteende. Ett problem är dock att den information som presenteras på till exempel en stortavla vid E4-an om köer och framkomlighet framför allt bygger på historisk data från bilar före dig och inte nödvändigtvis berättar hur framkomligheten ser ut för dig.

”I första hand handlar det om korttidsprognoser för trafik och hur man bygger modeller för att prognosticera trafiken.”

ETT ANNAT PROBLEM är att trafikanternas ändrade beteende riskerar att skapa nya problem. När informationen om en bilolycka som stoppar trafiken i ett körfält kommer upp, väljer en stor del av bilisterna att ta en annan väg som ofta är en och samma, vilket förstås leder till nya trafikstockningar men på en annan plats.



Läkare Utan Gränsers volontärer från University of Lubumbashi i Kongo-Kinshasa kartlägger staden inom ramen för projektet Missing Maps.

– Det märks direkt att när information kommer upp på skyltarna så styrs trafiken om, vilket leder till trängsel på andra håll. I Stockholm med sina många tunnlar blir det därför särskilt viktigt att kunna förutse eventuella trafikproblem innan de blir akuta, fortsätter Jerk Brorsson.

ETT MÅL ÄR därför att åstadkomma en mer dynamisk trafikinformation där du som resenär får information om hur lång tid en resa tar i just det ögonblick du tänker dig att företa ta den, i kombination med alternativ på olika resvägar. Detta är också något vi i dag får genom olika kartappar i mobilen. Nästa steg är att du som resenär också får förslag på hur du kan effektivisera din resa genom att

sänka din hastighet, eller åka vid en annan tidpunkt. Utvecklingen går snabbt och de stora giganterna på internetmarkanden letar ständigt efter nya produkter och applikationer. Ett exempel är Googles köp av företaget Waze, vars tjänst relativt många i Sverige utnyttjar, och som bygger sin trafikdata på automatiserad crowdsourcing. Ett annat stort företag i branschen är Inrix som i många fall samarbetar med myndigheter och regionala trafikprojekt.

Andreas Allström är projektledare på konsultföretaget Sweco och en av dem som arbetat med Millenniumprojektet. Han ser projektet som ett första steg mot ett intelligentare informationssystem för trafikanterna.

Den stora utvecklingen inom mobil

positionering i dag är hur allt fler föremål blir internetbaserade, det som på engelska kallas Internet of Things. Biltillverkarna blir också allt mer intresserade av att integrera internet i bilen, Volvo är ett av flera företag som satsar stora resurser på detta.

– Tittar vi längre fram än de kommande två åren så tror jag att vi kommer att få nya källor till information som kommer att kunna ge bättre incidentvarning och göra det möjligt att stoppa köerna innan de uppstår. Ser man ännu längre fram i tiden kommer i stort sett alla bilar att vara uppkopplade och de kommer att kommunicera med varandra, fortsätter Andreas Allström.

EN NYCKEL TILL att framgångsrikt kunna använda informationen från insamlad trafikdata är att den är dels väldigt precis, dels exklusiv så att du som förare sitter inne med information som dina konkurrenter (de andra förarna) inte har. Det var bland annat detta som Jonas Bohman hade i tankarna när han startade företaget MindConnect.

– Jag har tidigare arbetat med rymdteknik och insåg att det fanns möjligheter att överföra en del tekniskt tänkande och räkna på trafik på ett noggrant sätt, berättar Jonas Bohman.

Jonas affärsidé är att räkna ut i detalj hur trafiken fungerar i centrala Stockholm, timme för timme, gata för gata, och sedan sälja informationen till företag i logistikbranschen. Informationen levereras som en app eller

integrerat i företagens egna datasystem och har bland annat samlats in i samarbete med kunder.

– Vi får in data genom olika typer av samarbeten, utbyten och partnerskap och det vi säljer är egentligen ett beslutsstöd. Utmaningen är att göra beräkningarna så precisa som möjligt i realtid. Här försöker vi hela tiden pressa gränsen för vad som är möjligt att göra med befintlig trafikdata, förklarar Jonas Bohman.

Ett företag som köper MindConnects tjänster får inte bara information om eventuella vägarbeten, avstängda körfält och lastbilar som blockerar gator. Kunden får också förslag på hur en logistikrutt bäst ska läggas upp just den dagen för att spara maximalt med bränsle och tid:

– Än så länge har vi inga resultat att gå på från Sverige, men det vi vet från studier i Tyskland är att förare som använder intelligenta trafiksystem kör 16 procent mer tidseffektivt samtidigt som de sparar fem procent bränsle, fortsätter Jonas Bohman.

TRAFIK I STORSTÄDER handlar nu inte bara om bilar. Cyklandet växer starkt i storstäder världen över och i världens cykelhuvudstad, Köpenhamn, finns redan en app som hjälper dig att välja rätt väg och anpassa din cykelhastighet för att du ska kunna surfa förbi trafikljusen på en grön våg. I Sverige används appen Cykelrapporten genom vilken cyklisterna enkelt kan ladda upp rapporter om hinder och faror i trafiken.

När myndigheter ska ta fram under-



FOTO: ISTOCK

De som samlar information om människors vanor bör ta hänsyn till deras integritet.

lag för planeringen av transportsektorn brukar man använda sig av resvanesundersökningar där människor får fylla i enkäter om resväg. Problemet är att allt färre vill fylla i enkäter. Dessutom blir informationen ofta inte korrekt, eftersom vi i efterhand sällan minns exakt vad vi gjorde. När Stockholm 2015 genomför en stor resvanesundersökning (SPOT) är förhoppningen att respondenterna även ska kunna dela med sig av sina resvanor via en app utvecklad av forskare på KTH.

MEN CROWDSOURCING KAN också innebära integritetsproblem, särskilt när informationen delas omedvetet eller ofrivilligt. Det är ju till exempel

inte säkert att alla vill skylta med sina resvägar, vart de åker på lunchen eller var de sov sin senaste natt. För att minska risken för detta har man i stora undersökningar som den i Berkeley försökt anonymisera data, eller helt tagit bort information om hur bilen rör sig de sista kvarteren innan den når sitt mål.

– Integriteten är en viktig fråga när det gäller trafikdata och vi avidentifierar därför positioner och tar bort data om vilka bostadsområden resenären åker till eller från. Men det faktum att vi ser rörelsemönster kan säkert i vissa sammanhang uppfattas som ett problem, konstaterar Jerk Brorsson på Trafikverket.



Satellitnavigering har förändrat vår vardag i grunden och är en viktig del av samhällets infrastruktur. Positionering med hög noggrannhet sparar till exempel miljonbelopp vid vägbyggen och ger mer bränslesnål lastbilstrafik. Kommunikation mellan tele- och datanät över hela världen optimeras med hjälp klockor som synkroniseras med satelliternas atomur.

Samlingsbegreppet för olika system för satellitnavigering är Global Navigation Satellite System (GNSS). Rymdstyrelsen samordnar det svenska deltagandet i det europeiska GNSS-programmet som heter Galileo.

Med denna skrift vill Rymdstyrelsen visa på bredden av användningsområden för GNSS-tekniken.

