

Mobila Retroreflexionsmätningar och Inventering av Vägmarken

Ett pilotprojekt för utvärdering av Advanced Mobile Asset Collection (AMAC)

*Hawzheen Karim
Verksamhetutvecklare, Svevia AB
Exportgatan 81
SE-422 46 Hisings Backa*

Förord

Föreliggande rapport presenterar resultatet av utvecklingsprojektet ”Mobil retroreflexionsmätning och inventering av vägmärken”, som syftade till att tillämpa, testa och utvärdera en ny metod som kallas för Advanced Mobil Asset Collection (AMAC) för reflexionsmätning av vägmärken i Sverige. Med hjälp av en speciell utrustad mätbil ska man kunna samla in data som krävs för bedömning av olika vägmärkens retroreflexionsförmåga samt inventera vägmärkena. Målet är att kunna använda mätmetoden för att få en trovärdig tillståndsmätning som underlag för underhåll och utbyte av vägmärken. Projektet finansierades av Trafikverket, Svevia och Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond (SBUF) inom ramen för verksamhetsnära utvecklingar.

Projektets referensgrupp bestod av följande personer:

Benjamin Kellerer, Cidaut

Carina Zetterström, Skanska

Daniel Klintbäck, Svevia

Hans Holmén, Trafikverket

Hawzheen Karim, Svevia

Henrik Hansson, NCC

José Miguel Perandonés Peidró, Cidaut

Göteborg, juni 2013

Hawzheen Karim

Innehållsförteckning

Förord	2
1 Bakgrund.....	4
1.1 Syfte	4
1.2 Mål	4
2 Metodbeskrivning och Utförande	4
2.1 Utrustning.....	6
2.1.1 Fordon för datainsamling.....	6
2.1.2 Programvaran för databearbetning	7
2.1.3 Programvaran för visualisering (Display).....	8
2.2 Testområde	8
2.3 Förutsättningarna vid fältmätningarna:	8
3 Resultat och diskussion.....	11
3.1 Kapacitet	12
3.2 Kvalité	13
3.3 Säkerhet och trafikstörningar vid mätningprocessen	13
3.4 Kostnadseffektivitet.....	13
3.5 Begränsningar vid användning av AMAC	14
4 Slutsatser	15
5 Rekommendationer	15

1 Bakgrund

I de nya driftkontrakten som har upphandlats under de senaste två åren har Trafikverket infört ett nytt krav på att mäta retroreflexion för vägmärken. För mätningen rekommenderar Trafikverket en metod där ett handburet instrument används. Metoden innebär stora risker för personalen eftersom man är tvungen att gå ut ur driftfordonet för att mäta retroreflexionen genom att hålla mätutrustningen mot vägmärkena. Eftersom det inte går att mäta alla färger samtidigt, mäts retroreflexionen för varje färg för sig på vägmärken. Detta innebär ett långt, riskfyllt samt kostsamt arbetsmoment. Av den anledningen har Trafikverket inte ställt några krav på retroreflexionsmätning för portaler och lokaliseringmärken. På grund av de begränsningar som finns i den innevarande metoden, är kunskapen om reflexionsmätningar och underhållsintervall mycket begränsad för vägmärken. Detta beror på att uppföljning och arkivering av mätningarna inte genomförs i dagsläget. Den innevarande mätmetoden är inte anpassad för att spara data.

1.1 Syfte

Projektet syftar till att testa och utvärdera ett nytt system som kallas för Advanced Mobil Asset Collection (AMAC) för mätning reflexionsförmåga av vägmärken i Sverige med fokus på följande aspekter:

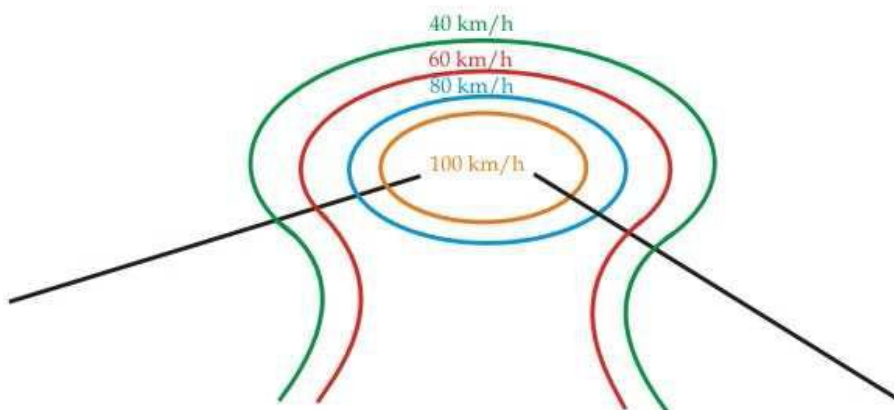
- Kostnadseffektivitet
- Kvalité
- Produktionskapacitet
- Trafiksäkerhet

1.2 Mål

Målet är att kunna använda AMAC-systemet för att få ett trovärdigt underlag för underhåll och utbyte av vägmärken. Metoden som ska testas klarar av att utföra mätningar nattetid och i höga hastigheter, vilket kommer att effektivisera åtgärden då mätningarna kan genomföras snabbare och behovet av att ha personal på vägen och trafikordningar vid reflexionsmätning försvinner. Med hjälp av systemet kan man inventera vägmärkena och registrera positionen för dessa. Systemet kommer att innehålla även en databank där resultat från mätningarna kan lagras.

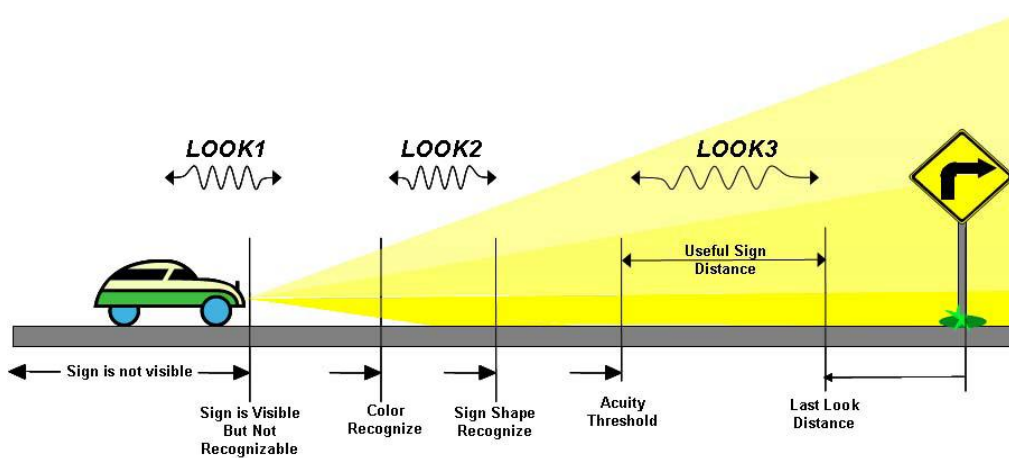
2 Metodbeskrivning och Utförande

Vägmärken förser trafikanterna med information, regelverk, varning och vägledning. Vägmärken ska vara synliga och läsbara för trafikanten på ett visst specifikt avstånd beroende på hastigheten. Ju högre hastigheten är ju mindre blir det synliga området från trafikantens öga. Det innebär att trafikanten måste känna igen tecknen på höga hastigheter på ett visst avstånd. Bild 1 visar det synliga området under vissa hastigheter.



Figur 1. Det synliga området för trafikantens ögon beroende på hastigheten

Under den mest kritiska tiden, nämligen nattetid, måste trafikanten kunna se tecken så tidigt som möjligt. Vägmarkerna lamineras därför med en särskild folie som gör vägmärken synliga genom att reflektera tillbaka ljuset från strålkastarna till trafikantens öga. Denna fysiska egenskap kallas retro-reflexion. Ju högre retro-reflexionen av vägmärkena är desto ljusare retro-reflekterande är materialet. Retro-reflexionsförmågan är den andelen av ljuset som tillhandahålls av fordonets belysningsssystem och som returneras tillbaka till trafikanten.



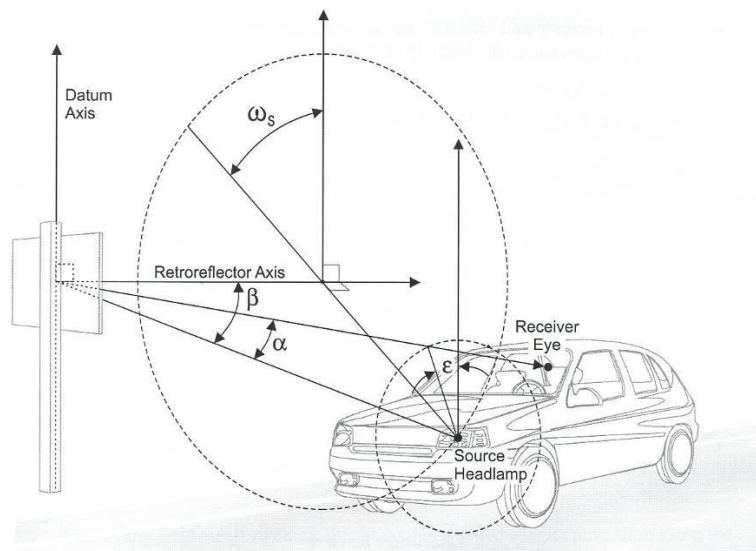
Figur 2. Den så kallade "THREE LOOKS MODEL"

Vid mätningen av retro-reflexionsnivåerna av vägmärken är det nödvändigt att styra tre olika parametrar:

- Belysningsstyrka (Illuminance)
- Luminans (Luminance)
- Geometrin mellan ljuskälla, observatör och vägmärke (Relative geometry between source of light, observer and traffic sign).

Belysningsstyrkan (Illuminance) är mängden ljus som avges av fordonets belysningsssystem och som ytan av ett vägmärke. Det ljus som reflekteras tillbaka är luminansen som är den parameter som ska ange om en trafikant kan se ett vägmärke eller inte. För att beräkna retro-

reflexion måste geometrin, i form av avståndet mellan fordonet och vägmärket samt observationsvinkeln och ingångsvinkeln, styras (Figur 3).



Figur 3. De geometriska parametrar som måste styras vid mätning av retro-reflektion

Enligt den europeiska standarden, ska retro-reflexionsförmågan av vägmärken mätas med en observationsvinkel (α) 0.33° och en ingångsvinkel (β) av 5° .

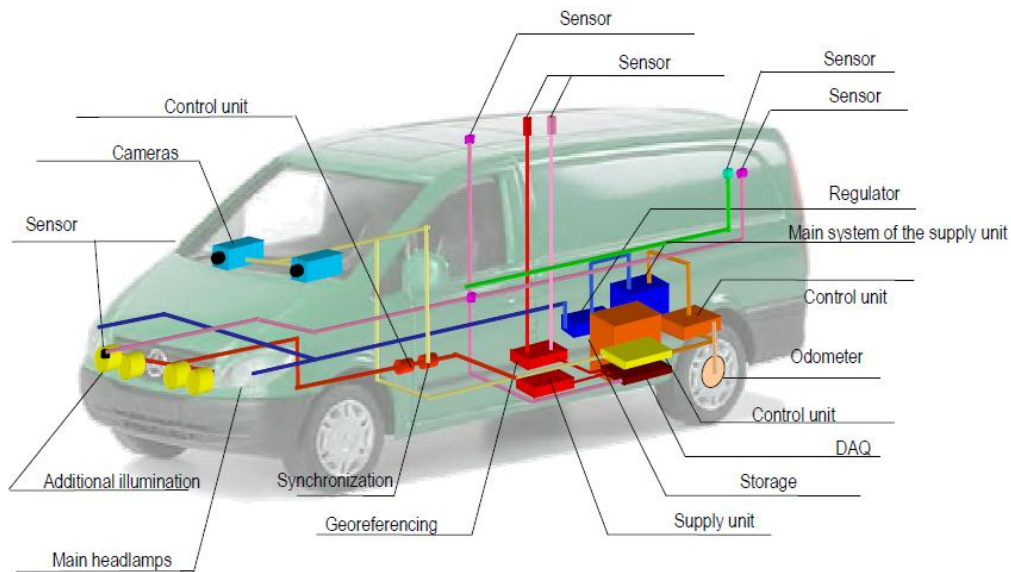
2.1 Utrustning

Den teknik som testades i utvecklingsprojektet kallas ”Advanced Mobil Asset Collection (AMAC)”. AMAC ger möjligheten att på ett dynamiskt sätt mäta retro-reflexionsförmågan av vägmärken samt storleken (höjd och bredd), vägmärkenas GPS-position och vägmärkens höjd från vägytan. Systemet består av tre komponenter:

- Ett fordon för datainsamling
- En programvara för databearbetning
- En programvara för visualisering av resultat

2.1.1 Fordon för datainsamling

Systemets alla nödvändiga utrustningar för insamlingsinformation (bilder och data) vid fältmätningarna är installerad i en skåpbil (Figur 4).



Figur 4. Fordon för datainsamling

Fältmätningarna utförs med skåpbilen nattetid i den rådande trafikhastigheten utan att störa trafiken.

Spänning för skåpbilens belysningsdelsystemet regleras för att säkerställa en konstant nivå av ljusstyrka. Belysningsystemet påverkar inte andra trafikanter och mätningarna den ger är oberoende av närvaron av andra fordon samt av påverkan av vägbelysning. Systemets standard belysningskonfiguration är enligt UMTRI specifikationer för standardiserade europeiska fordon. Systemet har som mål att skicka en konstant och registrerad belysningsnivå till trafikmärket.

Delsystemet som används för insamling av bilder i AMAC-systemet består av en uppsättning av hög upplösning och hög hastighetskameror, ett elektroniskt system för att synkronisera mätning och olika datorer samt ett lagringssystem. Detta delsystem syftar till att mäta luminans för varje färg av vägmärken.

AMAC-systemet ger två bilder av samma vägmärke, en med en kontrollerad belysning och en utan. Skillnaden i luminans mellan båda bilderna är därför bara på grund av den kontrollerade belysningsstyrkan från skåpbilens belysningsssystem.

AMAC-systemet har också en geopositioneringssystem installerad i skåpbilen. Varje bild som tas från skåpbilen är synkroniserad med detta system. Den innehåller även en vägmätare för att korrelera läget med milstolpen.

2.1.2 Programvaran för databehandling

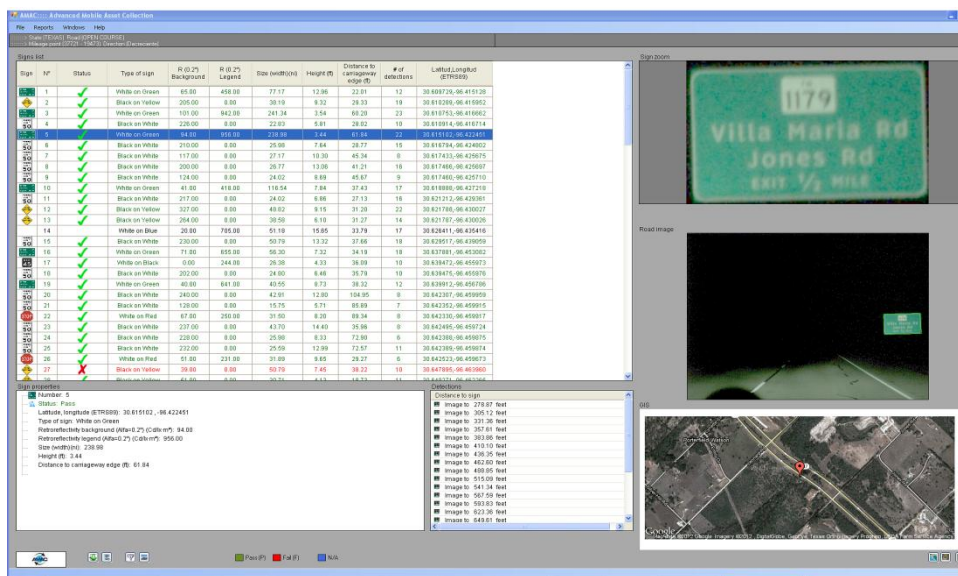
En annan del av AMAC-tekniken består av en uppsättning av hårdvaror som möjliggör mätningen av vägmärkenas egenskaper baserad på insamlad data med skåpbilen. När bilderna har hämtats behandlas de genom följande steg:

- Automatisk identifiering av vägmärkena i bilderna.
- Identifiering och klassificering av vägmärken.
- Registrering av GPS-positionerna för vägmärkena.
- Avlägsning av störningar från extern belysning.
- Beräkning av Luminans för varje färg på vägmärkena.

- Beräkning av retro-reflexionsförmåga för varje färg.
- Förberedelse av resultat som ska visas i visualiseringsprogramvara.

2.1.3 Programvaran för visualisering (Display)

Programvara för visualisering (Figur 5) visar resultaten efter behandling av insamlad data från fältmätningarna för att analysera dem. Den har olika fönster där användaren kan bläddra i resultatet av bedömningen av vägmärken, dess position på en GIS-karta samt olika bilder av vägmärken.



Figur 5. Programvaran Display för visualisering.

2.2 Testområde

Testet utfördes inom driftområdet Göteborg på ett antal specifika vägar (Figur 6). Mätningarna innefattade s.k. standard vägmärken, lokaliseringmärken – och portalskyltar (Tabell 1). Mätningarna utfördes december 2013 nattetid.

2.3 Förutsättningar vid fältmätningarna:

Fältmätningarna utfördes nattetid i samma hastigheter som resten av trafiken, utan något behov av skyddsfordon. Fältmätningarna utfördes under december som en representativ period för några av de mest frekventa siktförhållanden i Sverige. Erfarenhet från tidigare mätningar i Spanien visar dock att retroreflexionsvärdena som uppmätts vintertid blir lägre än de verkliga värdena som uppmätts vid torra förhållanden på grund av kondens och isbildningar på vägmärkensytan. Detta ansågs dock inte vara en nackdel eftersom denna situation är representativ för ett allmänt körförhållande för trafikanter i Sverige. Några krav på när, dvs. vilken årstid, mätningarna ska utföras i Sverige finns heller inte.



Figur 6. Driftområdet Göteborg och de vägar som mätningarna utfördes på

Tabell 1. Antal vägmärke som innefattades av mätningarna

Väg/trafikplats	Antal vägmärke
155	684
158	176
159	774
563	147
565	79
570	49
587	146
E6	300
E6.20	155
E45	190
Trafikplats 1	74
Trafikplats 2	35
Trafikplats 3	26
Trafikplats 4	26
Trafikplats 5	152
Trafikplats 6	58
Trafikplats 7	31
Total	3.102

Tabell 2 visar Trafikverkets krav på lägsta tillåtna nivå av retro-reflexionsförmåga för vägmärken. Värdena har använts i testet för att utvärdera synligheten av vägmärkena

Tabell 2. Lägsta krav på retroreflexion för vägmärken

Reflexfärg	Retroreflexion (cd/lux/m ²) $\alpha=0,33^\circ$; $\beta = 5^\circ$	
	Portalplacerade	Markplacerade
Gul	21	14
Vit	30	20
Röd	6	4
Blå	1,8	1,2
Grön	4,2	2,8

I vissa fall, t.ex. när vägmärket skyddades av en bro, ett träd, andra vägmärken eller en kurva, var det inte möjligt att utföra mätningarna vid standard observationsvinkel $0,33^\circ$. I dessa fall har mätningarna utförts vid observationsvinkeln $0,5^\circ$ om möjligt. Trafikanterna observerade också vägmärkena vid observationsvinkeln.

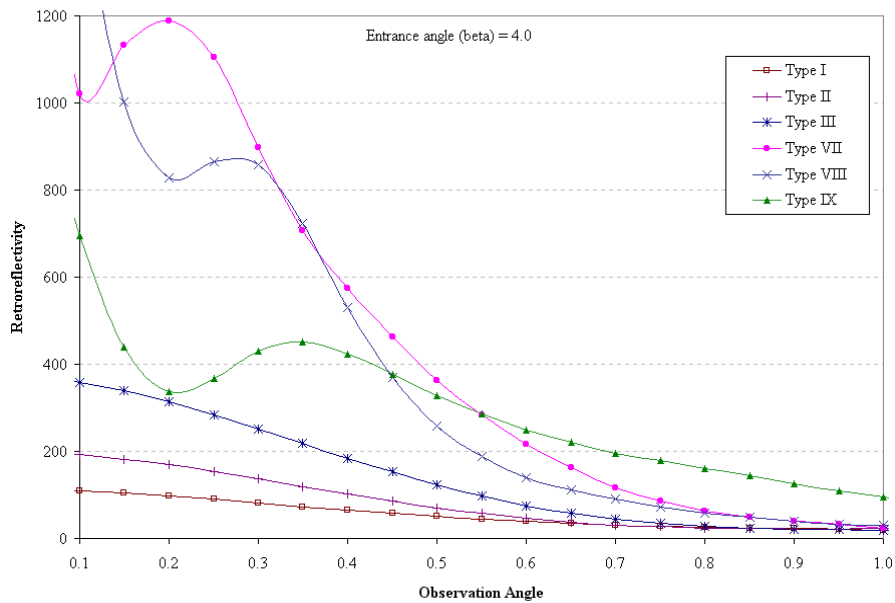
Figur 7 visar att retroreflexionsvärdena vid observationsvinkeln $0,5^\circ$ i de flesta fall är minst lika höga som värdena vid observationsvinkeln $0,33^\circ$. Om det värde som uppmättes vid $0,5^\circ$ var över värdena i tabell 2, godkändes vägmärket eftersom dess retroreflexionsvärden vid $0,33^\circ$ skulle vara minst lika högt som dess värde vid $0,5^\circ$. Om det uppmätta värdet vid $0,5^\circ$ var under värdena i tabell 2, kunde vägmärkestillstånd inte bedömas på grund av det okända minimikravet på retroreflexionen vid observationsvinkeln $0,5^\circ$. Dessa vägmärken klassificerades under kategorin ”Inga kriterier” i Display.

I vissa fall var avstånden mellan datainsamlingsfordonet och vägmärkena så kort att det inte heller gick att mäta vid observationsvinkeln $0,5^\circ$ (Figur 8). Dessa vägmärken klassificerades som N/A i Display.

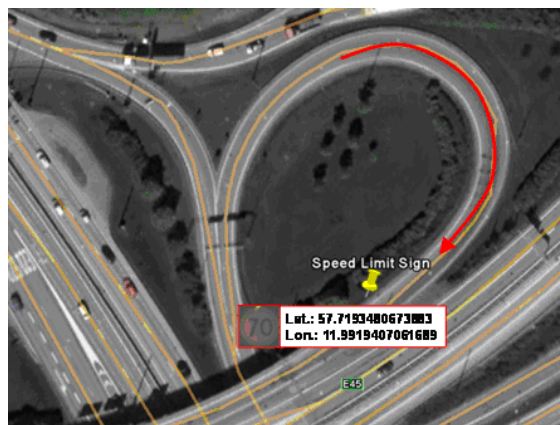
Inom testområdet förekom flera orange omledningsvägmärken inom vägarbetsområdena. För dessa vägmärken fanns inte några kriterier för utvärdering. Vägmärken klassificerades därför som ”Ej klassificerad” i Display.

Resultaten sammanfattas i nästa kapitel och tillhandahålls som en programvara visir är då själva retroreflexion att en förare ser i en frekvent körning scenario.

Under vissa väderförhållanden, speciellt vid isbildningar på trafikskyltarnas ytor, har kvaliteten på färgbilder, som används för visualiseringsändamål, inte varit lika hög som under torra förhållanden. Detta är inte ett problem för mätningen då dessa bilder inte används för mätningens ändamål.



Figur 7. Observationsvinkelns kurvor för retroreflekterande material



Figur 8. Ett hastighetsvägmärke som varken gick att mäta vid observationsvinkeln $0,5^\circ$ eller mindre.

För att ge användaren ett alternativ att förbättra visualiseringen av resultaten, har en option lagts till i Display för att få möjlighet att även se svartvita bilder av vägmärkena.

3 Resultat och diskussion

Fältnätningarna, som utfördes på 11 timmar, innefattade 3102 vägmärken. Insamlade data bearbetades för att beräkna retroreflexionsförmågan av vägmärkena för både batkgroundsfärgen och Text-/symbolfärgen. Vägmärkena klassificerades sedan under fem kategorier, ”godkänd”, ”underkänd”, ”Inga kriterier”, ”N/A” och ”Icke klassificerad” (Tabell 3). Bearbetningsprocessen pågick under 2 veckor.

O

Tabell 3. Resultatet av utvärderingen av retroreflexionsförmågan för vägmärkena i driftområdet Göteborg.

Väg nr. /trafikplats	Godkänd	Underkänd	Inga kriterier	N/A	Icke klassificerad
155	446	170	22	41	5
158	144	32	0	0	0
159	514	210	18	29	3
563	79	57	5	6	0
565	58	18	2	1	0
570	25	15	3	6	0
587	76	55	5	10	0
E6	183	111	2	2	2
E6.20	120	35	0	0	0
E45	166	21	2	1	0
Trafikplats 1	56	6	1	11	0
Trafikplats 2	31	2	2	0	0
Trafikplats 3	25	0	0	0	1
Trafikplats 4	22	1	1	2	0
Trafikplats 5	131	2	4	15	0
Trafikplats 6	49	0	4	5	0
Trafikplats 7	29	1	0	1	0
TOTAL	2154	736	71	130	11

3.1 Kapacitet

Med AMAC har retroreflexionen av 3102 vägmärken uppmätts på 11 timmar. Detta innebär en markant ökning i produktionskapacitet jämfört med innevarande metod som använder sig av en handhållen mätutrustning. Den innevarande metoden kräver att en person ska stiga av arbetsfordonen för att kunna hålla utrustningen mot vägmärkena och mäta retroreflexionen för varje enskild färg förekommer på vägmärkena. Om vi räknar med att den processen ska ta 15 minuter per standard vägmärke (inkl. transport) med den innevarande metoden, vilket är en väldigt ambitiös uppskattning, hade vi behövt 775 timmar för att inventera 3102 vägmärken med den innevarande metoden. Detta under förutsättning att alla dem inventerade vägmärkena är markplacerade märken, dvs. inga portalplacerade vägmärken har varit med som kräver mycket mer tid än 10 minuter för att kunna nås.

Användning av AMAC kräver bearbetning av data efter datainsamlingsprocessen som krävde 120 timmars arbete.

3.2 Kvalité

Med AMAC utförs mätningarna maskinellt utan något behov av manuellt arbete. Detta minskar risken för felmätningar som kan förekomma på grund av mänskliga faktorer. Med AMAC mäter man hur hela systemet fungerar i verkligheten. Det förekommer t.ex. vissa fall där ett vägmärke är installerat med fel vinkel som gör att retroreflexionsförmågan inte fyller kravet, trots att retroreflexionsvärdena för färgerna fyller kraven som finns i tabell 2. Dessa fall går att upptäckas med hjälp av AMAC men inte med de innevarande metoderna för retroreflexionsmätning.

En annan fördel med AMAC är att alla vägmärken inventeras med utrustningen utan några okulära bedömningar som annars förekommer vid användning av den innevarande handhållna mätutrustningen. Med de handhållna mätutrustningarna går det i praktiken inte att inventera alla vägmärken med tanke på den tid och de kostnader som en sådan omfattande mätning skulle ta. Inventeringen börjar därför med en okulär bedömning i samband med de vanliga vägbesiktningarna i syfte att identifiera de vägmärken som inte tros klara kravet på retroreflexionsförmåga. För dessa vägmärken mäter man sedan retroreflexionsförmågan med hjälp av den handhållna mätutrustningen.

Bearbetning av insamlad dator i AMAC-systemet, sker också digitalt och möjliggör framtagningen av ett mycket bra underlag för uppföljning och planering av underhållsarbeten. Utöver retroreflexionsvärdena får man också andra information så som, måtten på vägmärkena, GPS-positionering, vägmärkenas höjd från vägens yta och bilder på vägmärkena.

3.3 Säkerhet och trafikstörningar vid mätningarna

Till skillnad mot innevarande metoder för mätning av retroreflexionsförmåga, utsattes inga personal för risken för trafikolyckor under mätningarna med AMAC, eftersom mätningarna utfördes inifrån mätfordonet utan något behov av personal på vägen. Då mätningarna utförs mobilt och i rådande hastighet utan behov för skyddsfordon och avstängningar, elimineras trafikstörningar och risken för olyckor som följd.

3.4 Kostnadseffektivitet

Användning av AMAC-systemet för inventering av retroreflexionsförmågan och framtagning av underlagsmaterialet för uppföljning samt redovisningen av resultatet i Display, kostade 142 kr per vägmärke i Driftområdet Göteborg.

Kostnader för inventering av retroreflexionsförmågan av vägmärken med innevarande metoder kan inte användas som referens för utvärdering av kostnaderna vid användning av AMAC av följande skäl:

- Med innevarande metoder mäter man enbart retroreflexionen av de vägmärken som har identifierats vid en tidigare okulär besiktning och som inte tros klara krav på retroreflexionsförmåga, till skillnad mot AMAC där alla vägmärken ingår i mätningarna.
- Med innevarande metoden mäter man enbart retroreflexionsförmågan, till skillnad mot AMAC som förutom retroreflexionsförmågan, möjliggör mätningen av vägmärkenas GPS-positionering, storlek, höjd samt ger ett mycket bra underlag för redovisning och uppföljning av inventeringsresultatet.

En jämförelse av kostnaderna för enbart fältmätningarna har ändå gjorts för att få en översikt över kostnadsskillnaden mellan AMAC och innevarande metoder under följande förutsättningar (Tabell 4):

- 3102 vägmärken skulle ha ingått i en eventuell fältmätningarna med innevarande metoder och att alla vägmärken skulle ha varit markplacerade vägmärke.
- Mätningkapacitet med innevarande metoder är uppskattad till 15 minuter per vägmärke inklusive transport mellan vägmärkena.
- Mätningen med innevarande metod kräver en person, en skåpbil och en del av de handhållna utrustningarna som används för fältmätningarna. Den totala kostnaden uppskattas till 400 kr/timme.

Tabell 4. Jämförelse av kostnader för fältmätningar av retroreflexion av vägmärken vid användning av AMAC och en eventuell användning av innevarande metoder.

	Fältmätning av retroreflexion med AMAC	Fältmätning av retroreflexion med innevarande metoder
Antal vägmärke (st)	3102	3102
Mätningkapacitet (minuter/vägmärke)	0,2*	15
Kostnaden för fältmätning (kr/vägmärke)	12	100

*Fältmätningarna har tagit totalt 11 timmar med en kostnad på 3350 kr/timme.

Tabell 4 visar en stor potential för effektivisering av inventering av retroreflexionsförmåga och drift till följd av användning av AMAC.

Det är också värt att nämna att kostnaderna för användning av AMAC kan reduceras i framtiden när försäljning av AMAC-tjänster blir kommersiell. AMAC metoden är nyutvecklad och nuvarande priser för användning av AMAC kan vara höga med tanke på de höga utvecklingskostnader som har framkommit vid utvecklingen systemet. Kostnaderna kan också reduceras med en ökad mängd av beställningar.

3.5 Begränsningar vid användning av AMAC

Som alla andra system har AMAC sina begränsningar. Den största begränsningen som bör nämnas är att mätutrustningen inte kan ge verkliga retroreflexionsvärden när vägmärkena är våta på grund av kondensation eller när isbildningar på vägmärkenas yta förekommer. Ett tidigare test av AMAC i Spanien visar att retroreflexionsförmågan kan försämrats med 30 % när vägmärkenas ytor är våta. Det innebär att vissa av vägmärkena kan bli underkända på grund av det låga retroreflexionsvärdet som beror på väderförhållanden snarare än dåligt tillstånd på reflexmaterialet. Problemet kan man undvika genom att utföra mätningarna vid torra väderförhållanden. Det finns dock andra åsikter som förespråkar för att mätningarna ska utföras under dåliga väderförhållanden som i själva verket är mer representativt för Sverige.

Under testet förkom fördröjningar vid fältmätningarna på grund av snönederbörd. Man var tvungen att ställa in mätningarna för att undvika dålig kvalitet på bilderna. Mätningarna påverkas däremot inte av nederbörd.

4 Slutsatser

Det här utvecklingsprojektet syftade till att testa och utvärdera ett nytt system som kallas för Advanced Mobil Asset Collection (AMAC) för reflektionsmätning av vägmärken i Sverige. Baserat på resultatet kan följande slutsatser dras:

- Systemet AMAC för mobilt inventering och mätning av retroreflexionsförmåga av vägmärken kan tillämpas i Sverige utan några svårigheter eller behov av investeringar i väganläggningen.
- Inventering och mätningar av retroreflexionsförmåga av vägmärken med systemet AMAC sker effektivt med en produktionskapacitet på 0,2 minuter/vägmärke jämfört med en kapacitet på 15 minuter/vägmärke med innevarande metoder.
- Förutom tillståndsmätning av vägmärkenas retroreflexionsförmåga, kan andra parametrar inventeras med AMAC så som vägmärkenas GPS-position, storlek och höjden från vägytan.
- AMAC ger ett tillförlitligt underlag för planering och budgetering av underhåll av vägmärken.
- AMAC är kostnadseffektivare än innevarande metoder.
- Vid användning av AMAC för fältmätningar finns inget behov av avstängningar då fältmätningarna utförs i rådande trafikhastighet utan behov av personal på vägen. Med AMAC elimineras störningar i trafiken och ingen personal utsätts för olycksrisk i samband med fältmätningarna.
- AMAC erbjuder ett kraftfullt och användarvänligt redovisningssystem som möjliggör redovisning och filtrering av alla uppmätta parametrar för lättare planering och uppföljning av vägmärkesunderhåll.

5 Rekommendationer

Användning av AMAC-systemet rekommenderas i Sverige och det kommer att bidra till en ökad effektivitet och produktivitet inom underhållsverksamheten. Som ett sätt för att implementera AMAC-systemet i Sverige rekommenderas entreprenörer som har medverkat i detta utvecklingsprojekt att Trafikverket använder systemet för inventering av vägmärkena och för mätning av dess retroreflexionsförmåga innan baskontrakten upphandlas. En fördel med detta är att resultat kan användas för att förbättra förfrågningsunderlagen för baskontrakten med en bättre mängdförteckning och mindre utrymme för spekulationer och taktiska prissättningar. En annan fördel med det implementeringssättet är att Trafikverket kan samköra AMAC med andra mobila tillståndsmätningar, som t.ex. vägytamätningar, i syfte att minska kostnaderna och skapa bättre förutsättningar för marknaden.

Ett annat implementeringssätt är att låta inventeringen av vägmärkena och tillståndsmätningar och dess retroreflexionsförmåga vara en del i baskontrakten med tydligt krav på att utföra mätningarna mobilt i syfte att minimera trafikstörningar och ökad trafiksäkerhet för båda trafikanterna och vägarbetarna vid mätningarna samt krav på tillförlitliga mätningsmetoder och resultatredovisningar.

