

# ***Vidaretest av metod inför ett integrerat fullskaleprojekt med kombinerad maskinell vägmarkering av tvärgående samt längsgående vägmarkering***

Ett utvecklingsprojekt med sikte på förbättrade produktionsmetoder för vägmarkering.

---

Andreas Bäckström  
Verksamhetutvecklare, Svevia AB  
Grimboåsen 5  
SE-417 49 Göteborg

**SVEVIA**

Lundgren  Nordstrand



TRAFIKVERKET

**SBUF** 

## **Förord**

Föreliggande rapport presenterar resultatet av utvecklingsprojektet ” Vidaretest av metod inför ett integrerat fullskaleprojekt med kombinerad maskinell vägmarkering av tvärgående samt längsgående vägmarkering”, som syftar till att testa och utveckla nya produktionsmetoder. Projektet finansierades av Trafikverket, Svevia och Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond (SBUF) inom ramen för verksamhetsnära utvecklingar.

Projektets referensgrupp bestod av följande personer:

Hawzheen Karim, Trafikverket

Lars Pettersson, Trafikverket

Mikael Högberg, Svevia

Johan Lundberg, NCC

Christer Andersson, PEAB

Carina Zetterström, Skanska

**Göteborg, februari 2015**

Andreas Bäckström

## Innehållsförteckning

<b>Förord .....</b>	<b>2</b>
<b>1 Bakgrund.....</b>	<b>4</b>
1.1 Syfte .....	7
1.2 Mål .....	7
<b>2 Metodbeskrivning och Utförande .....</b>	<b>8</b>
2.1 80 cm skopa med våfunktion.....	8
2.2 Reglering av materialmängd.....	8
2.3 Nya styrprogram .....	8
2.3.1 PLC-Program.....	8
2.3.2 Scanningsprogram .....	8
2.3.3 Intermittens programmering, styrutrustning .....	8
2.4 Summering av projektetapper.....	9
2.4.1 Etapp 1, 80 cm skopan/ Reglering av materielmängd/ Styrprogram ..	9
2.4.2 Etapp 2, Testutförande.....	10
<b>3 Resultat och diskussion .....</b>	<b>12</b>
3.1 Effektivitet.....	12
3.2 Kapacitet .....	12
3.3 Kvalitet .....	12
3.4 Övriga effekter.....	12
3.5 Begränsningar.....	13
<b>4 Slutsatser .....</b>	<b>13</b>
<b>5 Rekommendation .....</b>	<b>13</b>
<b>Bilaga 1, SVMF utredning om lönsamhet 2010.....</b>	<b>I</b>
<b>Bilaga 2, Effektkalkyl .....</b>	<b>II</b>

# 1 Bakgrund

Trafikverkets kostnader för drift och underhåll av det statliga vägnätet är cirka 8 miljarder kronor per år. Hälften är kostnader för underhåll av beläggningar.

Nuvarande metoden som används för vägmarkering kräver att aktiviteten utförs i flera steg och med flera olika enheter på grund av begränsningar i den utrustning som i dagsläget används. Normalt görs vid anläggningsarbeten "manuell" inmätning av ny väg med så kallade utsättningsfordon som traditionellt utgörs av lätta lastbilar som därefter förmarkerar eller "prickar" det som senare skall vägmarkeras. Längsgående vägmarkering med linjer utförs därefter med vägmarkeringsfordon av lastbils typ och tvärgående med handläggning dvs manuellt arbete. Driftandet av vägmarkeringar kräver därefter inventering av befintlig vägmarkerings kvalitet som utförs på stora delar av vägnätet årligen vilket normalt utförs av utsättare med utsättningsfordon på våren när vinterns slitage kvantifieras.



Bild 1, Utsättningsfordon, Transportläge

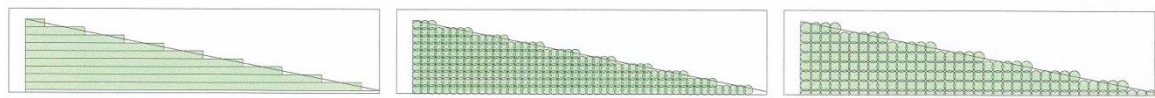


Bild 2, Utsättningsfordon, Arbetsläge

Kostnader för vägmarkering utgör en signifikant del av kostnaderna för underhåll av beläggningar och uppgår till miljardbelopp årligen i Sverige. Det är självfallet angeläget att minimera stora samhällskostnader och ta tillvara på möjligheter att utveckla utförande med avseende på kvalitet, ekonomi, miljö, framkomlighet, trafiksäkerhet och arbetsmiljö i takt med att nya teknikframsteg görs.

Lundgren & Nordstrand AB (L & N) har som ett av tre företag ingått i det Trafikverksfinansierade projektet "Maskinell tvärgående markering" för utveckling av utrustning att göra symboler på vägar dvs tvärgående vägmarkering sedan starten 2009.

L&N-gruppen har från lärdomar dragna från projektets första skede lagt om strategi och 2012 utvecklat en helt ny metod med målning med 16,5mm punktbredd med variabel punktlängd som anpassas till önskad symbols utseende.



L&N:s nya linjesystem

L&N:s punktsystem

Trysils punktsystem

Bild 3, Jämförelse med tidigare system (del av 5m pils huvud)

Lyckade tester i projektet gjordes i skala 1:2 som innebär att endast symboldelar som är 40cm breda kan utföras.



Bild 4, Exempel på symboler lagda med den nya metoden med 40 cm:s skopa

Målet är att efter detta utvecklingsprojekt kunna erbjuda en komplett installation av symbol och linjeläggning på vägmarkeringsfordon. Planen är att göra en förenklad provkörning av 800mm skopa och utveckling av både mekanik och program. Programvara som styr symbol och linje utläggningen kommer att utformas så den är kompatibel och kan nyttja indata från "GPS-styrd utsättning" enligt nedan.

Under 2013 utförde L & N tester med GPS-styrd utsättning som finansieras av Trafikverkets FUD projekt "GPS-styrd utsättning" GPS projektet som ingår i RoadPrint avslutade 2013 fas 1, där precisionen testats med hjälp av en handkörd GPS-vagn. I testet har koordinaterna för en rak linje lagt in i egenutvecklad programvara. Samma koordinater har därefter mätts ut och markerats på marken. GPS:en läser av läget för en "pekare" som sitter på en gejder, felavståndet mellan "pekaren" och den programmerade linjen skickas till reglering som flyttar "pekaren" så den alltid skall vara rakt ovanför linjen. Noggrannheten ligger på ca +/- 3-4 cm.



Bild 5, Testvagn för GPS-inmätning Fas1

Tester visade att tilltänkt positionering för symbolutläggning med GPS-koordinater kan utföras med erforderlig noggrannhet och anses fungera. Fas 2 i projektet är sluttester efter montering på utsättningsbil.



Bild 6, Utsättningsbil med provmonterad GPS utrustning.

## **1.1 Syfte**

Projektet syftar till att anpassa och integrera befintlig teknik för att vidareutveckla segmentet vägmarkering.

## **1.2 Mål**

Projektet förväntar sig att ta viktiga steg på vägen mot att i slutändan utveckla kombinerad maskinell vägmarkering för tvärgående samt längsgående vägmarkering med god kvalité och hög produktivitet.

Effektivisering av utförandet av vägmarkering förväntas på områdena.

- Ekonomi
- Miljö
- Framkomlighet
- Trafiksäkerhet
- Arbetsmiljö
- Kvalitet

## 2 Metodbeskrivning och Utförande

Detta projekt avser slutttest före en fullskaleprodukt kan byggas och innefattar följande testenheter:

### 2.1 80 cm skopa med våtfunktion

Noggranna tester har gjorts med en 40 cm:s skopa. I detta projekt tillverkas en 80 cm:s skopa för släta symboler, men också med möjlighet att testa en funktion som ger en räfflad beläggning, så kallad våtfunktion. Våtfunktionen erhålles genom att ändra trycket i skopan med en kolv som går fram och åter under körningen vilket kommer att skapa en vågig linje.

### 2.2 Reglering av materialmängd.

För att kunna göra symboler som är både smala och breda (t.ex. en pil) måste mängden material läggas ut i proportion till symbolens utseende i varje ögonblick. Detta löses genom att hålla ett konstant tryck i skopan istället för som i dag reglera materialpumpens hastighet efter förväntad materialåtgång. För att kunna lägga symboler i olika hastigheter och tjocklekar regleras trycket uppåt eller neråt. Tryckhållningen sker i en materialackumulator som förser skopan med material. Trycket fås genom en styrd lufttrycksregulator. Påfyllning av material sker genom en materialpump som i sin tur styrs av materialnivån i ackumulatorn.

### 2.3 Nya styrprogram

#### 2.3.1 PLC-Program

Tidigare utvecklad 40 cm:s skopa styrdes från en PLC med ett program som kunde läsa en symbolfil. Symbolfilen skapades genom att manuellt skriva in läget av varje öppning och stängning av materialportarna så att önskad symbol skapades. Även linjemarkeringen var programmerad som en symbol. För 80 cm:s skopans symbolprogram, som har 48 portar som skall öppnas och stängas med cm-noggrannhet, måste PLC:n omprogrammeras. Erfarenheterna från testerna visade att vi också måste ha justerbart till- och fränslagsdelay på samtliga portar.

#### 2.3.2 Scanningsprogram

Ett program där man kan skanna in symbolerna måste tas fram. Dessa filer överförs till styrdatoren som gör det möjligt för föraren att välja symboler som skall printas.

#### 2.3.3 Intermittens programmering, styrutrustning

För att kunna göra linjer krävs ett s.k. intermittens program i styrdatoren. Styrdatoren måste programmeras för att samarbeta med PLC:en vid skopan.

Styrutrustningen måste även innehålla en funktion där föraren kan välja önskad symbol. Dessutom måste möjlighet finnas att välja delmarkering av symboler för återmålning av ojämnt slita symboler (pga. att symboler slits mest i hjulspåren).



Efter genomförandet planeras att göra tester ute på vägarna.

## 2.4 Summering av projektetapper

**Etapp 1:** Tillverka testenheter enligt ovan och programmera tillhörande mjukvara.

**Etapp 2:** Praktiskt utförande av fälttest

**Etapp 3:** Utvärdering och analys av resultat med avseende kvalitet, ekonomi, miljö, framkomlighet, trafiksäkerhet och arbetsmiljö.

**Etapp 4:** Rapportering av resultat.

### 2.4.1 Etapp 1, 80 cm skopan/ Reglering av materielmängd/ Styrprogram

Tidigare tester har gjorts med en 40 cm:s skopa med inbyggd kuggvals pump. Genom läckage i pumpen och ett litet övervarv kunde ett jämnt tryck hållas för testerna. På 80 cm:s skon byggdes ett externt tryckkärlet där konstant tryck kunde hållas med lufttrycksreglering. Den trycksatta termoplasten leddes ner i skon genom 2 kraftiga rör. Tryckkärlet fungerade som utjämnare vid varierande materialbehov speciellt vid symbolprintning. Materialpumpen styrdes från reglerutrustningen som kände av behovet av material genom nivåmätning i kärlet och antalet klaffar som var i drift. Testerna visade att klaff och tryckregleringen fungerade.

En viktig del av testen var att se om tryckregleringsprincipen fungerade. För detta prov scannades en fet och en mager text. Den feta texten visade att vi fick jämn utfyllnad över hela ytan och den magra visade att vi kunde växla mellan en 2cm bred linje till hela skopbredden och tillbaka 2 cm igen med bibehållen utfyllnad (se "T":et nedan).



Bild 7, Test av tryckregleringens funktion med avseende på utfyllnad

Den inbyggda våtfunktionen testades men måste utvecklas ytterligare för att få användbart resultat. Våtfunktion kan tillsvidare åstadkommas traditionellt med öppning och stängning av klaffar.

#### 2.4.2 Etapp 2, Testutförande

Första proverna utfördes som planerat med L & N läggare. Dess materialpump är en skrupvpump vilken visade sig läcka kraftigt och material trycktes bakvägen vilket gjorde regleringen av påfyllning av material känslig men fungerade efter noggrann inställning.



Bild 8, Test av tryckreglering med skrupvpump

Skopan är avsedd att användas på stora fordon med kugghjulspump. För att kunna göra ett riktigt test användes ett sådant fordon från Svevia. Först mättes alla mekaniska ändringar och därefter gjordes montering samt provkörning. Resultatet blev mycket bra och projektgruppen kunde konstatera utrustningen fungerar praktiskt.



Bild 9, Test av tryckreglering med kugghjulspump



Bild 10, Ytterligare exempel på symboler

#### 2.4.2.1 PLC-Program/ Scanningsprogram

I PLC programmet finns delayfunktioner inlagda enligt projektplan men dessa behövde inte användas då fullgoda resultat uppnåddes utan delaying. Programmet är förberett för GPS-positionering men då inte fått förväntad finansiering för GPS-utvecklingen erhållits för FUD-projektets fas 2 får dessa tester göras senare. I dagsläget uppnås positioneringen av symboler genom att ett utsättningsfordon gjort en startpunkt som symbolen appliceras utifrån.

Symbolfiler skapade i Scanningsprogrammet kunde läggas in i PLC:en och sedan väljas för "utskrift". Intermittensprogrammet hanterar signaler från en intermittens där klaffutgångarna utan delay skapar en avlång dynamisk "symbol" som är de önskade linjerna.

### **3 Resultat och diskussion**

Testen har visat att principen har fungerat. Detta bekräftas av produkten anses ha hålla sådan kvalité att L & N har påbörjat förhandlingar med 3st vägmarkeringsentreprenörer om att bygga på roadprintskor på vanliga målningsfordon. Även leverantör av kompletta vägmarkeringsfordon har visat intresse. Den höga utskriftshastigheten (4 sek. för en 5meterspil, 1,2 sek. för en hjattand) har även skapat intresse för användning på mindre maskiner som kan jobba i städer med begränsade gaturum.

Under projektet har även nya lösningar funnits och integrerats som t.ex. att bygga in tryckkärlet i skopan och därmed erhålls en kompaktare lösning. Detta ger möjligheter att koppla ihop upp till 5 st 800 mm skopor där 3st skopor läggs under lastbil med normalbredd på 2,5 m och 2 st utskjutningsbara. Detta ger målningsbredd på 4m.

#### **3.1 Effektivitet**

SVMF gjorde en utredning om lönsamhet 2010 beträffande fordon som endast gör symboler dvs tvärgående vägmarkering, denna bifogas som bilaga. Då längsgående vägmarkering även kan utföras med fordon som projektet syftar att få fram skapas dessutom samordningsvinster.

I effektkalkylen i bilaga 2 har ansats gjort att kvantifiera vad ett tekniskifte kan innebära jämfört med dagens produktionsmetod i Sverige. Den visar en besparingspotential på 38% (44Mkr/år). Miljöeffekter pga minskade utsläpp och energianvändning kommer följaktligen även att reduceras i samma procentuella storleksordning då färre målningsfordon behöver tillverkas och användas i produktion.

#### **3.2 Kapacitet**

Den nya metoden har fyra stora fördelar:

- Betydligt snabbare (en 5m pil som tog ca 1 minut att göra, gör nya metoden på 4 sek).
- Väsentligt lägre luftförbrukning dvs dyr och otympliga kompressorer krävs inte.
- Möjlighet att göra symboler
- Möjlighet att göra helt vanliga linjer, vilket gör att det nya fordonet får en väsentligt ökad nyttjandegrad

#### **3.3 Kvalitet**

Målning med 16,5mm punktbredd med variabel punktlängd håller en högre kvalité än de krav som Trafikverket ställer.

#### **3.4 Övriga effekter**

Utöver kostnadsbesparingar samt miljövinster pga ökad kapacitet för maskin samt förare reduceras utförandetid på väg (25% enl Bilaga 2) och således även olycksrisk och trafikstörningar då färre etableringar och passager krävs för arbetet. Den positiva inverkan på framkomlighet och olycksrisk skapas även delvis genom att längsgående

och tvärgående vägmarkering kan utföras med samma enhet och därmed kan trafikordning ofta i form av av kostsam tung avstängning med TMA nyttjas optimalt. Effektkalkylen i bilaga 2 visar på en generell minskning av personaltid i trafikmiljö på hela 54%. Arbetsmiljön för kvarvarande produktionspersonal förbättras även väsentligt då behov av traditionellt arbete med manuell handläggning minimeras då dessa arbeten kan utföras maskinellt och kan flyttas in i den betydligt säkrare, damm- och bullerreducerande maskinhytten.

### **3.5 Begränsningar**

Nackdelar som uppmärksammats är.

- Symboler får något lägre upplösning i förhållande till dagsläget med handläggning dock tillräcklig enligt Trafikverkets krav.
- Relativt arbetskrävande insatser vid reparation av mekanik.
- Vid internet- eller GPS bortfall blir positioneringens noggrannhet inte tillräcklig ex tunnlar.
- Motsatsförhållande mellan åtkomlighet och kapacitet dvs högeffektiva fordon blir otympliga. Behov av kompaktare produktionsenheter kan behövas pga trånga gaturum.
- Det behövs flera parallellt samverkande skor för att göra "breda" symboler alternativt flera körningar.

Om GPS noggrannheten ökar kan det bli möjligt att utföra halva vägmarkeringar för att kunna nyttja möjlig utläggningsbredd optimalt då möjlighet ges att skarva markeringar som inte kan fås med i sin helhet för att i slutändan minska på antalet passager.

## **4 Slutsatser**

Baserat på resultatet kan följande slutsatser dras:

Betydande besparingar för totalkostnad, positiva effekter för miljö, framkomlighet, kvalitet, arbetsmiljö och trafiksäkerhet.

## **5 Rekommendation**

Användning av den nya tekniken rekommenderas och kommer att bidra till en ökad effektivitet och produktivitet inom anläggnings- samt drift och underhållsverksamheten.

**Bilaga 1, SVMF utredning om lönsamhet 2010**

**Bilaga 2, Effektkalkyl**