

# Plan vägmarkering med stora glaspärlor

Undersökning av förutsättningar  
för att utveckla en prediktionsmodell  
för våtfunktion

Sara Nygårdhs

**vti**

VTI resultat 2020:1  
Utgivningsår 2020  
[vti.se/publikationer](https://vti.se/publikationer)



VTI resultat 2020:1

# **Plan vägmarkering med stora glaspärlor**

**Undersökning av förutsättningar  
för att utveckla en prediktionsmodell  
för våtfunktion**

Sara Nygårdhs

Författare: Sara Nygårdhs, VTI (<http://orcid.org/0000-0001-5769-7193>)

Diarienummer: 2016/0191-8.4

Publikation: VTI resultat 2020:1

Utgiven av VTI, 2020

---

## Förord

---

Våtsynbarhet hos vägmarkeringar uppnås vanligtvis genom att markeringen utförs *profilerad*, det vill säga att den läggs i ett mönster som underlättar för regnvatten att rinna av och som ger en stor vertikal yta riktad mot föraren, där ljus från fordonet kan reflekteras. Våtsynbarhet kan även uppnås genom att *stora glaspärlor* appliceras på ytan av vägmarkeringen. Den senare metoden är förhållandevis ny på svenska vägar, vilket har lett till ett behov av ökad kunskap om den typen av markeringar, bland annat med avseende på hur de slits (livslängd) och hur dess funktion kan mätas.

Retroreflexionen för profilerade vägmarkeringar i vått tillstånd har sedan länge kunnat mätas mobilt, med hjälp av en prediktionsmodell där våtfunktionen skattas utifrån markeringens retroreflexion i torrt tillstånd och dess textur. Eftersom det är önskvärt att kunna göra motsvarande mätningar på markeringar med stora glaspärlor tog VTI och Ramboll tillsammans med Trafikverket initiativ till föreliggande studie.

Initialt var målet med studien att utveckla en prediktionsmodell för mätning av våtfunktion hos vägmarkering med stora glaspärlor. På grund av tekniska problem vid utförandet av de ursprungliga mätsträckorna gjordes en omstart av projektet, då också inriktningen reviderades något. Syftet med studien, som redovisas i föreliggande rapport, har varit att undersöka förutsättningarna att ta fram en prediktionsmodell, för att öka kunskapen och få ett underlag till fortsatta studier om vägmarkeringar med stora glaspärlor.

Stort tack till Sara Nygårdhs, VTI, som har genomfört alla analyser och skrivit rapporten, samt till Berne Nielsen och Danny Tayanin, Ramboll, som har tillhandahållit mätdata.

Kontaktperson vid Trafikverket var vid projektets början Lars Pettersson och senare Ulf Söderberg.

Linköping, september 2020

*Carina Fors*  
*Projektledare*

---

## Kvalitetsgranskning

---

Intern peer review har genomförts 29 september 2020 av Anna Vadeby. Sara Nygårdhs har genomfört justeringar av slutligt rapportmanus. Forskningschef Anna Anund har därefter granskat och godkänt publikationen för publicering 26 oktober 2020. De slutsatser och rekommendationer som uttrycks är författarens egna och speglar inte nödvändigtvis myndigheten VTI:s uppfattning.

---

## Quality review

---

An internal peer review was conducted on 29 September 2020 by Anna Vadeby. Sara Nygårdhs has made adjustments to the final report. Research Director Anna Anund has thereafter reviewed and approved the report for publication on 26 October 2020. The conclusions and recommendations in the report are those of the author and do not necessarily reflect the views of VTI as a government agency.

---

## Innehållsförteckning

---

<b>Förord</b> .....	<b>3</b>
<b>Kvalitetsgranskning</b> .....	<b>4</b>
<b>Quality review</b> .....	<b>4</b>
<b>Sammanfattning</b> .....	<b>7</b>
<b>Summary</b> .....	<b>9</b>
<b>1. Bakgrund</b> .....	<b>11</b>
<b>2. Syfte</b> .....	<b>12</b>
<b>3. Metod</b> .....	<b>13</b>
3.1. Utförande och data .....	13
3.2. Analys .....	14
<b>4. Resultat</b> .....	<b>15</b>
4.1. Slitage .....	15
4.1.1. Torr retroreflektion .....	15
4.1.2. Våt retroreflektion.....	17
4.2. Särskilja markeringar med stora glaspärlor från glaspärlor med standardfraktion .....	20
4.3. Förutsättningar för prediktionsmodell.....	21
4.4. Kompletterande data från provfält .....	22
<b>5. Slutsatser</b> .....	<b>25</b>





---

## Sammanfattning

---

### **Plan vägmarkering med stora glaspärlor: Undersökning av förutsättningar för att utveckla en prediktionsmodell för våtfunktion**

av Sara Nygårdhs (VTI)

Vägmarkeringar med stora glaspärlor kan användas som alternativ till profilerade markeringar för att öka markeringens våtfunktion. Tidigare prediktionsmodeller för våt retroreflektion har baserats på profilerade vägmarkeringar med glaspärlor av standardfraktion. Förutsättningarna för att skapa en modell för våtfunktion som baseras på stora glaspärlor behöver därför undersökas.

Syftet med projektet har varit att analysera mätdata från handhållna och mobila mätningar med avseende på:

- 1) hur vägmarkeringar med stora glaspärlor slits i jämförelse med standardfraktionen,
- 2) om det med befintliga sensorer för vägmarkeringsmätning går att särskilja markeringar med stora glaspärlor från de med standardfraktion och
- 3) om det finns förutsättningar för att kunna predicera våtfunktionen för markeringar med stora glaspärlor utifrån de parametrar som mäts mobilt.

Resultaten visade att:

- 1) torrfunktionen tycks avta på samma sätt för vägmarkeringar med stora glaspärlor som för de med standardfraktion, medan våtfunktionen initialt sett var högre för vägmarkeringar med stora glaspärlor jämfört med standardfraktionen.
- 2) Mikrotextur och medelprofildjup (MPD) kan, i kombination med annan data, vara parametrar värda att utforska vidare för att kunna skilja mellan vägmarkeringar med stora glaspärlor och standardfraktion.
- 3) De mobila funktionsparametrarna torr retroreflektion och MPD bör kunna användas för att skapa en prediktionsmodell för våt retroreflektion för färg med stora glaspärlor. Dock är det i nuläget svårt att bedöma om en sådan prediktionsmodell duger som mätmetod, bland annat beroende på osäkerheter vid handhållen våtmätning.



---

## Summary

---

### **Flat road marking with large glass beads: Exploration of prerequisites for developing a prediction model for wet performance**

by Sara Nygårdhs (VTI)

Road markings with large glass beads can be used as an alternative to profiled markings to increase the wet function of the marking. Previous predictive models for wet retroreflection have been based on profiled road markings with standard fraction glass beads. The prerequisites for creating a wet function model based on large glass beads therefore need to be explored.

The aim of the project has been to analyse measurement data from handheld and mobile measurements with respect to:

- 1) wear of road markings with large glass beads compared to those with the standard fraction,
- 2) if, with existing sensors for road marking measurement, it is possible to distinguish markings with large glass beads from those with standard fraction and
- 3) if there are prerequisites for being able to predict the wet retroreflection of markings with large glass beads based on the parameters measured mobile.

The results showed that:

- 1) the dry function appears to decline in the same way for road markings with large glass beads as for those with standard fraction, while the wet function was initially higher for road markings with large glass beads compared to the standard fraction.
- 2) Microtexture and mean profile depth (MPD) may, in combination with other data, be parameters worth exploring further to distinguish between road markings with large glass beads and those with standard fraction.
- 3) The mobile functional parameters dry retroreflection and MPD should be possible to use to create a predictive model for wet retroreflection for paint with large glass beads. However, it is at present difficult to assess whether such a prediction model is good enough as a measurement method, partly due to uncertainties in handheld wet measurements.



---

## 1. Bakgrund

---

För att en vägmarkering ska synas i mörker används glaspärlor som reflekterar ljuset från fordonsbelysningen tillbaka mot föraren. Dessa är vanligtvis av en fraktion med en diameter mindre än 1000  $\mu\text{m}$  och benämns här i fortsättningen glaspärlor av standardfraktion.

Vägmarkeringsmassan kan bestå av termoplast som läggs flera millimeter tjock, eller färg som typiskt är 0,5 millimeter tjock. För att öka retroreflektionen från en vägmarkering vid regn eller fuktig väderlek kan profilerade termoplastmarkeringar användas, där profilen ska göra att markeringen höjer sig över vattnet, men även plana färgmarkeringar med stora glaspärlor (Europastandard EN 1436:1997), där tanken istället är att glaspärlorna sticker upp och kan reflektera fordonsbelysningen bättre. Med stora glaspärlor avses glaspärlor med en diameter över 1000  $\mu\text{m}$ , ofta 1400  $\mu\text{m}$  eller mer. Den primära fördelen med att använda stora glaspärlor i vägmarkering är således en ökad våtfunktion.

Idag används färg med stora glaspärlor främst som komplettering på vänster kantlinje på motorväg i Sverige, vilket gör att det är viktigt att kunna mäta torr- och våtfunktionen mobilt. Tidigare prediktionsmodeller för våt retroreflektion har baserats på profilerade markeringar och inte på markeringar med stora glaspärlor. Därför finns det ett behov av att undersöka förutsättningarna för att skapa en modell för våtfunktion som baseras på stora glaspärlor. En relevant fråga är också om markeringar med stora glaspärlor slits i samma takt som färg med glaspärlor av standardfraktion. Erfarenheten talar för att när vägmarkeringen utsätts för slitage från trafik släpper de stora glaspärlorna och då försvinner genast mycket av synbarheten just eftersom de är stora. Därför används vattenburen färg med stora glaspärlor på vänster kant på motorväg främst för att komplettera gammal vägmarkering i slutet av dess livslängd.

---

## 2. Syfte

---

Syftet med projektet är att analysera mätdata utifrån tre frågeställningar:

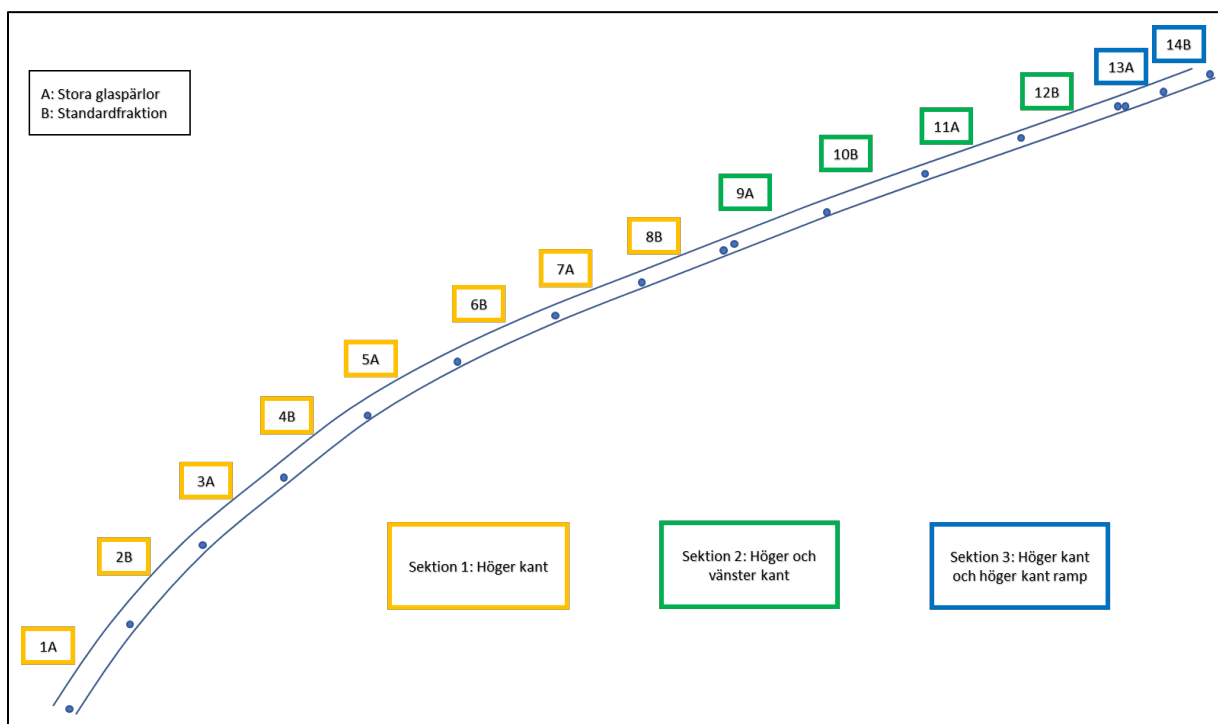
1. *Hur fort slits markeringar med stora glaspärlor jämfört med markeringar med glaspärlor av standardfraktion?*  
Retroreflektionens förändring över tid för både torra och våta markeringar analyseras. En jämförelse görs även mot retroreflektionen där ingen åtgärd gjorts.
2. *Går det att med befintliga sensorer för vägmarkeringsmätning särskilja markeringar bestående av färg med stora glaspärlor från färg med glaspärlor av standardfraktion?*  
En förutsättning för att en modell för mobil mätning ska vara användbar är att det går att identifiera markeringar som består av färg med stora glaspärlor. Detta analyseras genom att jämföra olika parametervärden från mätningar på färg med stora glaspärlor med mätningar på färg med glaspärlor av standardfraktion.
3. *Går det att skapa en modell för skattning av markeringarnas våtfunktion utifrån de parametrar som mäts mobilt?*  
Eftersom det insamlade datamaterialet kommer att vara begränsat med avseende på antal provsträckor och typ av markering kommer det inte vara möjligt att ta fram en slutgiltig modell, men det bör gå att få fram en indikation på huruvida de mobilt uppmätta parametrarna innehåller tillräckligt mycket information för att det ska vara möjligt att ta fram en modell. Detta görs genom att studera samband mellan olika parametrar, t ex med linjär regression men även andra modellansatser kan komma att prövas.

För att ytterligare utforska vägmarkeringsmaterial med stora glaspärlor fastställdes under projektets gång ännu ett syfte, nämligen att undersöka data från vägmarkeringsmaterial med stora glaspärlor i förhållande till antalet hjulpassager. Detta görs genom att använda data från material som lagts ut på provfält inom den nordiska certifieringen av vägmarkeringsmaterial.

## 3. Metod

### 3.1. Utförande och data

En sträcka på E6.1 (motorväg separerad med mittremsa med två körfält i varje riktning) mellan Lommavägen och trafikplats Burlöv i Malmö användes som provsträcka i försöket (se Figur 1). Sträckan innehöll en högerkurva (dvs. innerkurva) följt av en raksträcka och längs sträckan var den ursprungliga kantlinjen utförd som trappflex. I slutet av maj 2018 kompletterades höger kantlinje med färg på totalt 14 delsträckor (8 i högerkurva och 6 på raksträcka) som var ca 100 m långa med 5 m emellan, där ingen komplettering gjordes. Förutom detta kompletterades vänster kant för de 4 första delsträckorna på raksträckan. Varannan kompletteringssträcka lades med stora glaspärlor med fraktionen 212–1400  $\mu\text{m}$  (Echostar 30 WBP 1400-212, Sovitec) och varannan med glaspärlor med standardfraktion 180–850  $\mu\text{m}$  (UCme 850-180 MP, Geveko Markings). Handhållen mätning av torr, RL(torr) och våt, RL(våt), retroreflektion gjordes vid totalt sex tillfällen, i fem mätpunkter med cirka två meters avstånd emellan runt mitten av varje delsträcka, medan mobil mätning genomfördes på hela delsträckan vid totalt elva tillfällen mellan juni 2018 och juli 2019 (innan sträckan fick ny vägmarkering). Vid de mobila mätningarna erhöles data för RL(torr), MPD (mean profile depth), maktrotetur, dvs. rough texture RMS (rrms) och mikrotetur, fine texture RMS (frms). Samtliga mätningar på E6.1 genomfördes av Ramboll.



Figur 1. Schematisk bild över provsträcka E6.1 där siffrorna 1-14 är löpnummer för delsträckorna. Delsträckor med beteckning A har lagts med stora glaspärlor och delsträckor med beteckning B har lagts med glaspärlor av standardfraktion.

En ytterligare sträcka på E22 (motorväg separerad med mittbarriär med två körfält i varje riktning) mellan Gamla Lundavägen (Vallgårdens golfklubb) och Stora Uppåkravägen strax utanför Malmö helkompletterades över en ny trappflex med färg med stora glaspärlor, troligen av samma typ som på E6.1, i början av juni 2018 på både höger och vänster kantlinje. Mobila mätningar av torr retroreflektion genomfördes av Ramboll på höger kant norrgående och vänster kant södergående vid totalt tio tillfällen mellan juni 2018 och juli 2019.

Som komplement till mätningarna på E6.1 och E22 användes även insamlade data från material utlagda på provfält inom det nordiska certifieringssystemet för vägmarkeringsmaterial (<http://www.nordiccert.com/>), där materialen certifieras utifrån hur många hjulpassager de klarar. Certifieringssystemet introducerades under 2015 och under årens lopp har vissa material lagts ut med stora glaspärlor. Det var därför av intresse att titta på torr- och våtfunktionen även för dessa material.

## 3.2. Analys

För att kunna göra rättvisande jämförelser användes inte alla data vid analyserna av E6.1. De fyra delsträckorna med vänster kantlinje (9A-12B i Figur 1) mättes endast handhållet. Två av dessa delsträckor innebar markeringar med stora glaspärlor och för dessa analyserades våtfunktionen i en jämförelse mellan vänster och höger kantlinje. De sista två delsträckorna på provsträckan var i början av en avfartsramp från motorvägen, vilket gör att ett delvis annat körmönster kan förväntas då det låg dubbla linjer till höger där, jämfört med den tidigare raksträckan med fyra delsträckor. Därför användes endast höger kantlinje och bara för sträckorna med enkel kantlinje i huvudanalyserna för delsträckorna på E6.1.

På E22 mättes retroreflektionen endast mobilt, vilket innebar att endast torr retroreflektion över tid samt skillnaden mellan höger och vänster kantlinje för torra vägmarkeringar kunde analyseras.

Data analyserades med variansanalys. Främst användes medelvärdesbildade data över en hel sträcka i analyserna, men i något fall har även medelvärdet för var 10:e meter av sträckan använts och det skrivs då ut i text. Linjär regression tillämpades på data i ansatsen till prediktionsmodell för stora glaspärlors våtfunktion. Vid samtliga analyser användes signifikansnivån 5 %.



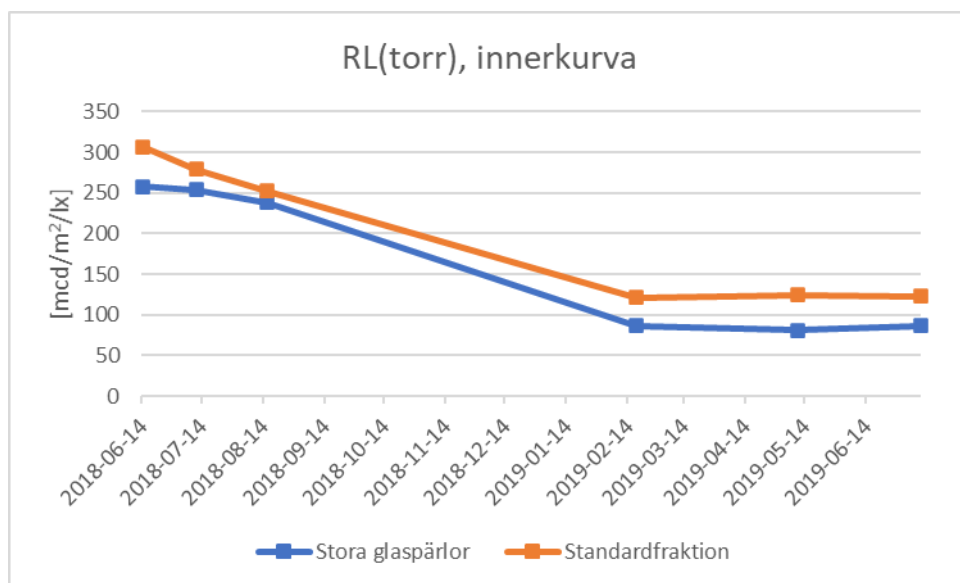
## 4. Resultat

### 4.1. Slitage

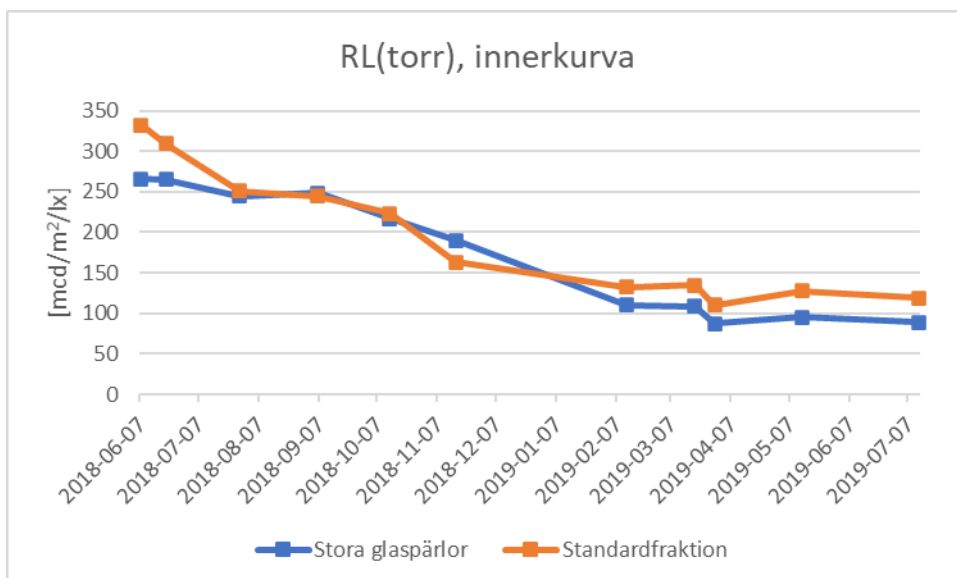
*Frågeställning 1: Hur fort slits markeringar med stora glaspärlor jämfört med markeringar med glaspärlor av standardfraktion?*

#### 4.1.1. Torr retroreflektion

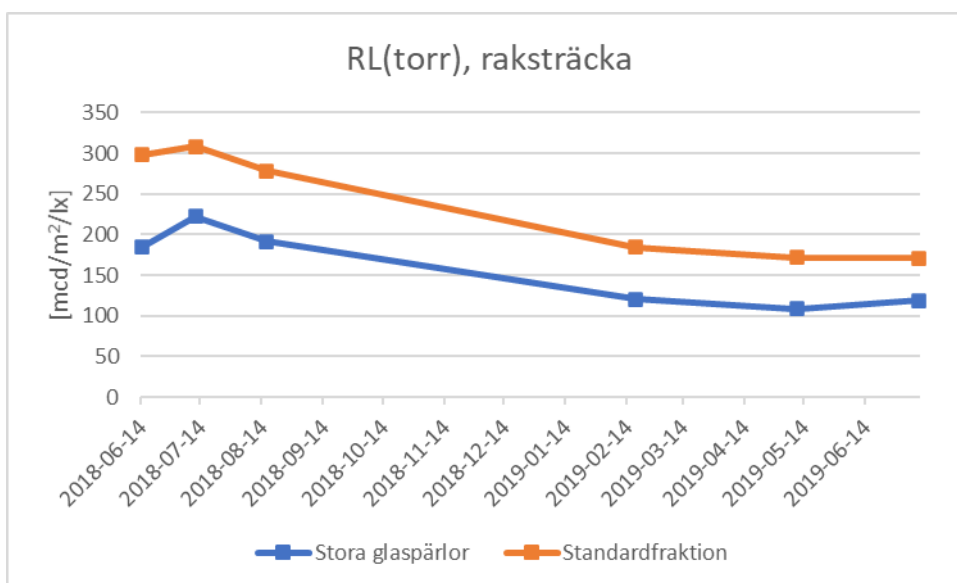
Retroreflektionen för torr markering på höger kantlinje avtar på samma sätt för färg bestående av stora glaspärlor som för färg med glaspärlor av standardfraktion, dvs. ingen interaktionseffekt mellan tid och markeringstyp kunde påvisas för varken handhållen ( $F(5, 60)=0,240$ ;  $p>0,05$ ) eller mobil mätning ( $F(10, 110)=1,249$ ;  $p>0,05$ ). Dock har färgen med standardfraktion en något högre initial torrsynbarhet. Detta kunde ses både från handhållna ( $F(1, 10)=15,685$ ;  $p<0,05$ ) och mobila ( $F(1, 10)=201,402$ ;  $p<0,05$ ) mätningar på höger kantlinje på E6.1. Det gör att torrfunktionen generellt sett är högre för färg med glaspärlor av standardfraktion, med ett medelvärde på  $87 \text{ mcd/m}^2/\text{lx}$ , jämfört med färg med stora glaspärlor där medelvärdet var  $76 \text{ mcd/m}^2/\text{lx}$  ( $F(1, 82)=7,824$ ;  $p<0,05$ ), se Figur 2–Figur 5.



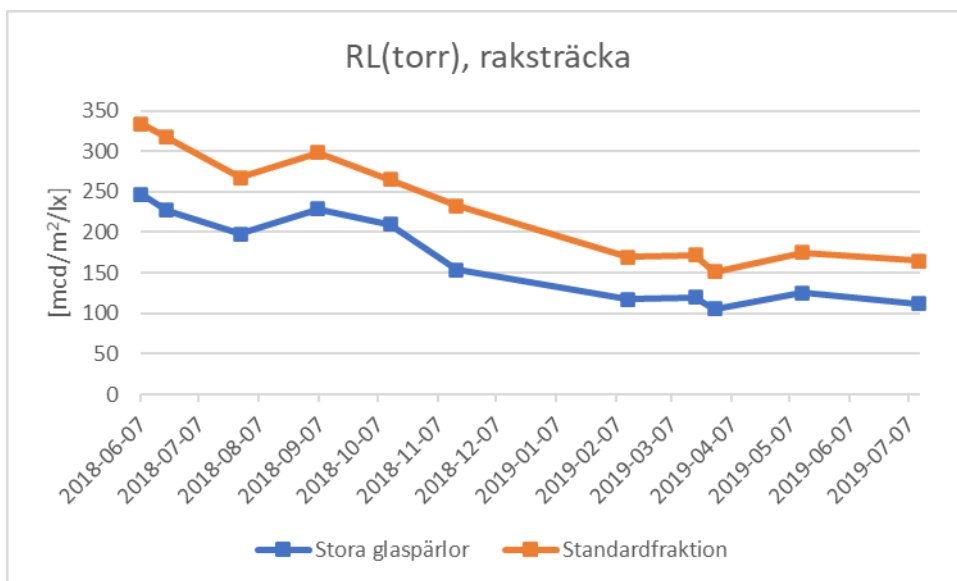
*Figur 2. Torr retroreflektion för stora glaspärlor respektive glaspärlor med standardfraktion i innerkurva på E6.1. Handhållen mätning av 1A-8B.*



Figur 3. Torr retroreflektion för stora glaspärlor respektive glaspärlor med standardfraktion i innerkurva på E6.1. Mobil mätning av 1A-8B.

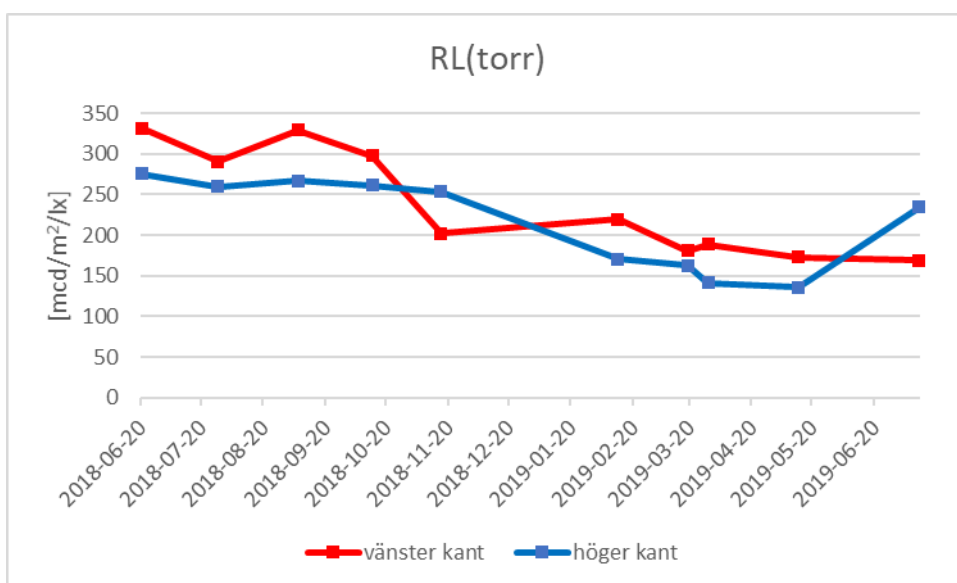


Figur 4. Torr retroreflektion för stora glaspärlor respektive glaspärlor med standardfraktion på raksträcka på E6.1. Handhållen mätning av 9A-12B.



Figur 5. Torr retroreflektion för stora glaspärlor respektive glaspärlor med standardfraktion på raksträcka på E6.1. Mobil mätning av 9A-12B.

För E22 visas utvecklingen för torrfunktionen utifrån mobila mätningar i Figur 6. En variansanalys med medelvärden för varje mätomgång gav ingen signifikant skillnad mellan torrfunktionen på vänster och höger kantlinje ( $F(1, 18)=0,638$ ;  $p>0,05$ ).



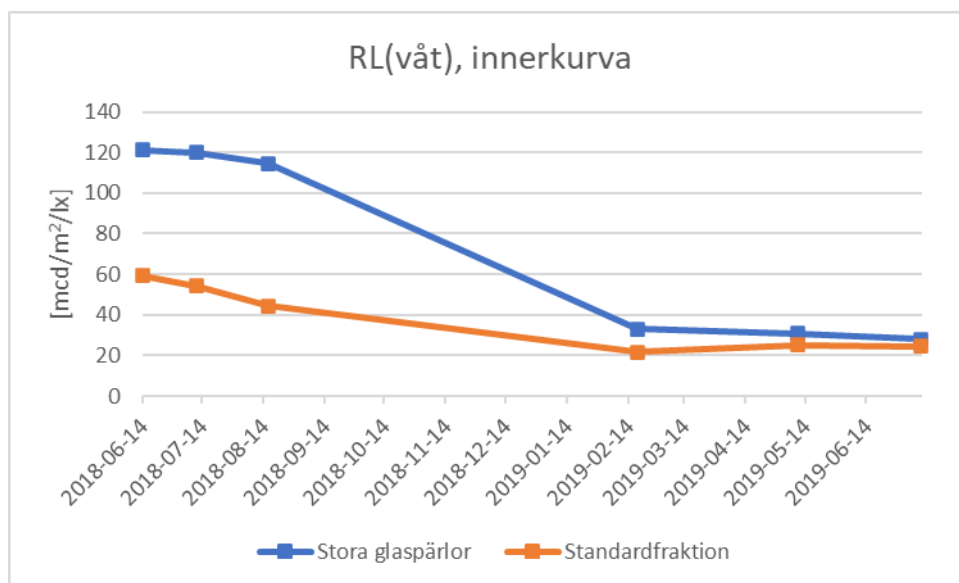
Figur 6. Torr retroreflektion för stora glaspärlor på vänster och höger kantlinje på E22. Mobil mätning.

**Summering:** Markeringar med stora glaspärlor tycks slitas på samma sätt som markeringar med standardfraktion. Retroreflektionen vid torrt väglag var lägre för stora glaspärlor jämfört med standardfraktionen och det var ingen skillnad mellan stora glaspärlor applicerade på höger kantlinje jämfört med vänster kantlinje för vägmarkeringarna i denna studie.

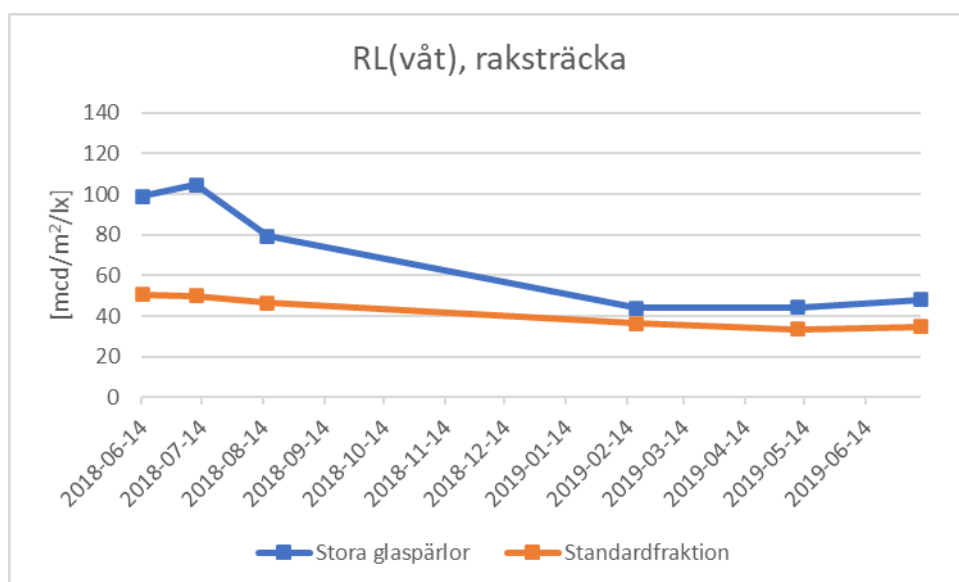
#### 4.1.2. Våt retroreflektion

För våt markering visar mätningarna att interaktionseffekten mellan markeringstyp och tid är signifikant ( $F(5, 72)=9,56$ ;  $p<0,001$ ). Här är skillnaden mellan glastypernas våtfunction stor i början, där retroreflektionen i väta är betydligt högre med stora glaspärlor, se Figur 7 och Figur 8. Inga våtmätningar gjordes mellan mitten av augusti och mitten av februari, vilket förklarar den långa raka

delen av kurvan. Det är dock viktigt att påpeka att vintern i Skåne 2018/2019 var snöfattig, dvs. att inget slitage från plogning på markeringarna förekom.

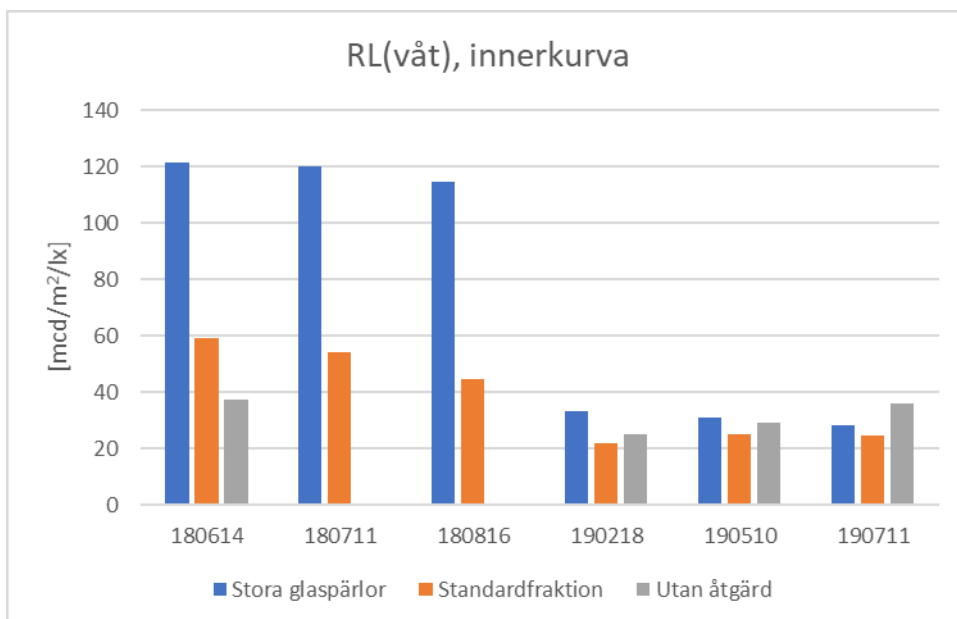


Figur 7. Våt retroreflektion i innerkurva på E6.1. Handhållen mätning av 1A-8B.

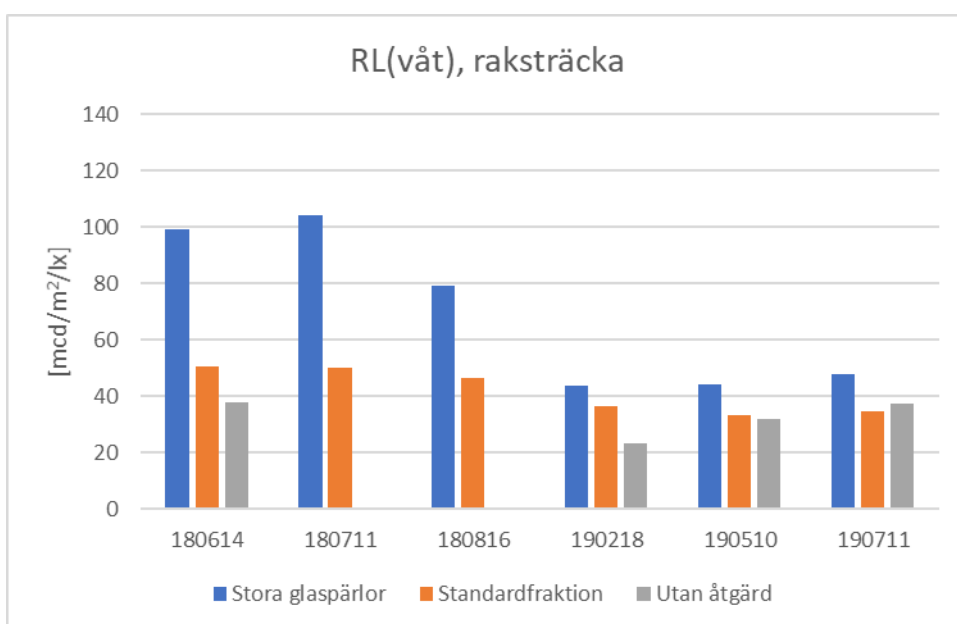


Figur 8. Våt retroreflektion på raksträcka på E6.1. Handhållen mätning av 9A-12B.

En jämförelse mellan komplettering med stora glaspärlor, med standardfraktion och där ingen kompletterande åtgärd gjorts (befintlig trappflex mellan kompletteringssträckorna) tyder på att stora glaspärlor har en betydligt högre våtsynbarhet under sommaren då de är nya, men att våtfunktionen efter vintern har samma nivåer som om ingen åtgärd hade gjorts, se Figur 9 och Figur 10. Två tvåvägs variansanalyser visade en signifikant interaktionseffekt mellan åtgärdstyp och tid både i innerkurvan ( $F(8, 64)=12,79$ ;  $p<0,05$ ) och på raksträckan ( $F(8, 24)=7,67$ ;  $p<0,05$ ). Post hoc-test visade att våtfunktionen i innerkurvan var signifikant högre för stora glaspärlor jämfört med för standardfraktionen eller där ingen åtgärd gjorts. Även på raksträckan var våtfunktionen signifikant högre för stora glaspärlor än för övriga och där hade dessutom standardfraktionen signifikant högre våtfunktion jämfört med där ingen åtgärd gjorts.

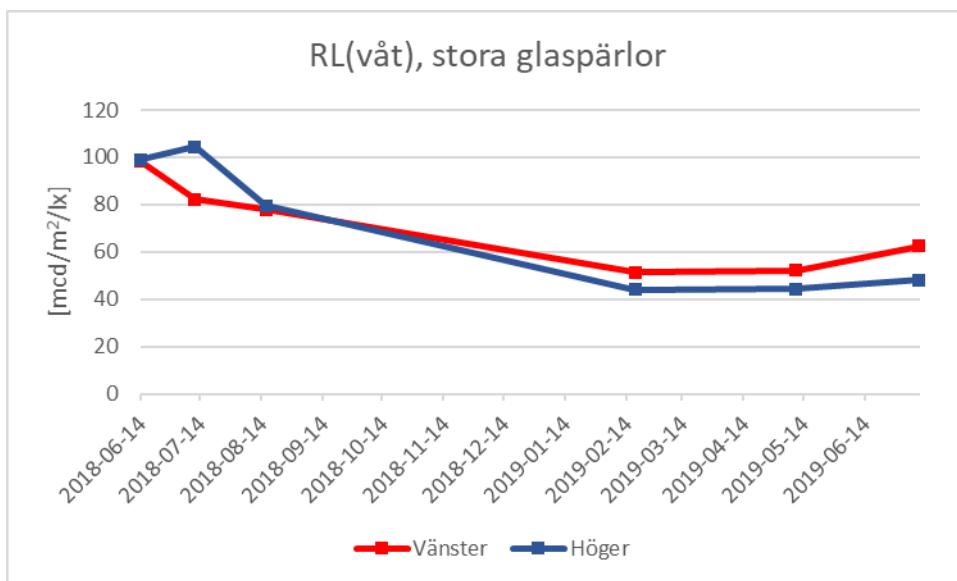


Figur 9. Våtfunktion på E6.1 i innerkurva för färg med stora glaspärlor, standardfraktion, respektive utan åtgärd. Handhållen mätning av kompletteringssträckorna 1A-8B samt mellanrummen mellan dessa.



Figur 10. Våtfunktion på E6.1 på raksträcka för färg med stora glaspärlor, standardfraktion, respektive utan åtgärd. Handhållen mätning av kompletteringssträckorna 9A-12B samt mellanrummen mellan dessa.

Figur 11 visar våtfunktionen för stora glaspärlor för de två delsträckor på E6.1 där handhållna mätningar gjordes på både vänster och höger kantlinje. Retroreflektionen i väta skilde sig inte signifikant åt mellan höger (medelvärde 69,9 mcd/m<sup>2</sup>/lx) och vänster (70,7 mcd/m<sup>2</sup>/lx) kantlinje (F(1,22)=0,007; p>0,05) på dessa delsträckor.



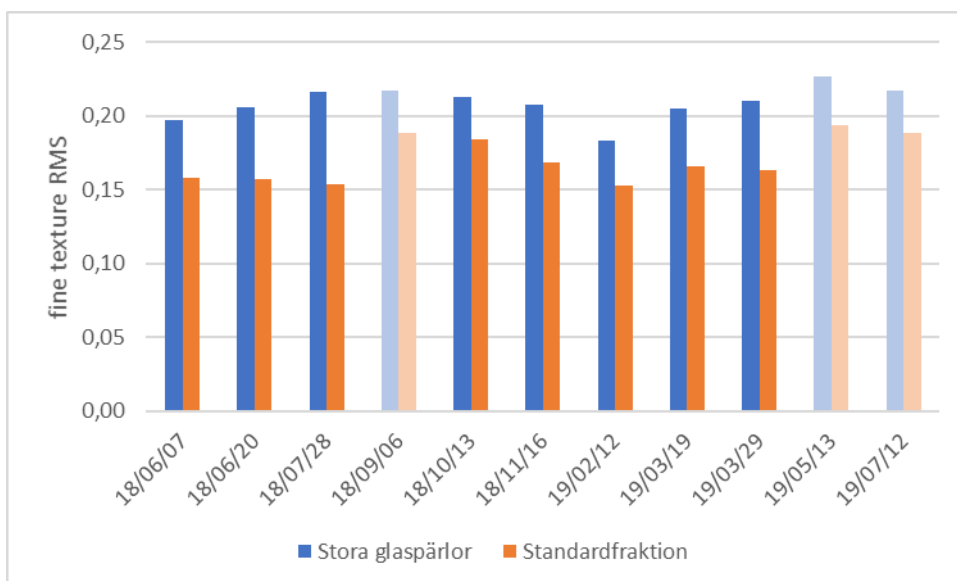
Figur 11. Våtfunktion för de två delsträckor (raksträckorna 9A och 11A) på E6.1 som mättes handhållet på både vänster och höger kantlinje.

**Summering:** Våtfunktionen är initialt betydligt högre för stora glaspärlor jämfört med för standardfraktionen. Effekten tycks dock vara borta efter vintern.

#### 4.2. Särskilja markeringar med stora glaspärlor från glaspärlor med standardfraktion

Frågeställning 2: Går det att med befintliga sensorer för vägmarkeringsmätning särskilja markeringar bestående av färg med stora glaspärlor från färg med glaspärlor av standardfraktion?

Vid en jämförelse mellan sträckor med stora glaspärlor och standardfraktion på E6.1 kunde ingen signifikant skillnad påvisas för rrms ( $F(1, 132)=1,69$ ;  $p>0,05$ ) men däremot för frms ( $F(1, 132)=76,98$ ;  $p<0,05$ ) under det första året efter utläggning. Figur 12 visar medelvärden för frms för det första året efter utläggning.



Figur 12. Medelvärden för fine texture RMS på E6.1. Stapelgrupper med skarpa färger innebär en signifikant skillnad i frms mellan stora glaspärlor och standardfraktion.

I samtliga fall innebar material med stora glaspärlor ett högre medelvärde för frms jämfört med standardfraktionen och i de flesta fall var denna skillnad signifikant. Det kan därför finnas anledning att tro att det kan gå att särskilja markeringar med stora glaspärlor från andra färgmarkeringar. Observera dock att frms för standardfraktionen vid ett mätillfälle kan vara högre än frms för stora glaspärlor vid ett annat mätillfälle (jämför t.ex. mätning 19/02/12 och 19/05/13 i Figur 12). Det är också intressant att notera att trots att våtfunktionen för markeringar med stora glaspärlor minskat kraftigt under vintern har inte frms minskat i samma utsträckning (jämför Figur 12 med Figur 9 och Figur 10). Om detta beror på att frms visar hål efter stora glaspärlor som lossnat eller något annat är inte klarlagt. I vilket fall som helst bör man inte endast förlita sig på frms-värdena för att avgöra om en färgmarkering innehåller stora glaspärlor eller ej. I den här studien gick det inte att se hur värdena står sig efter längre tid än ett år, eftersom markeringen lades om i augusti 2019. MPD var signifikant högre för markering med stora glaspärlor (1,072) jämfört med standardfraktionen (1,004) på E6.1 ( $F(1, 110)=17,44; p<0,05$ ).

**Summering:** Av de parametrar som var möjliga att undersöka i detta projekt verkar det som att frms och MPD är värda att gå vidare med för att eventuellt kunna skilja mellan vägmarkeringar med stora glaspärlor och standardfraktion. Troligen behöver dessa parametrar dock kombineras med andra.

### 4.3. Förutsättningar för prediktionsmodell

*Frågeställning 3: Går det att skapa en modell för skattning av markeringarnas våtfunktion utifrån de parametrar som mäts mobilt?*

Varierande antal fordon som kört över vägmarkeringarna samt olika väderförhållanden kan leda till olika grad av slitage och smuts på markeringarna mellan mätningar som inte utförs samtidigt. De handhållna och mobila mätningarna i denna studie utfördes inte under samma dagar, vilket gör att en direkt koppling mellan mobil torrämätning och handhållen våtmätning inte kan göras i detta projekt. För att få så lika förhållanden som möjligt valdes tre perioder ut där handhållen och mobil mätning skett inom en vecka (detta föreskrivs av standarden TDOK 2013:0461 version 2.0, där kontroll av mobila mot handhållna instrument för torr vägmarkering ska utföras med högst en veckas mellanrum). Dessa perioder var 180614–180620, 190510–190513 och 190711–190712. För alla tidsperioder fanns en signifikant korrelation ( $p<0,01$ ) mellan handhållen och mobil mätning för torr retroreflektion, som varierade mellan 0,88 och 0,96 för de olika tidsperioderna.

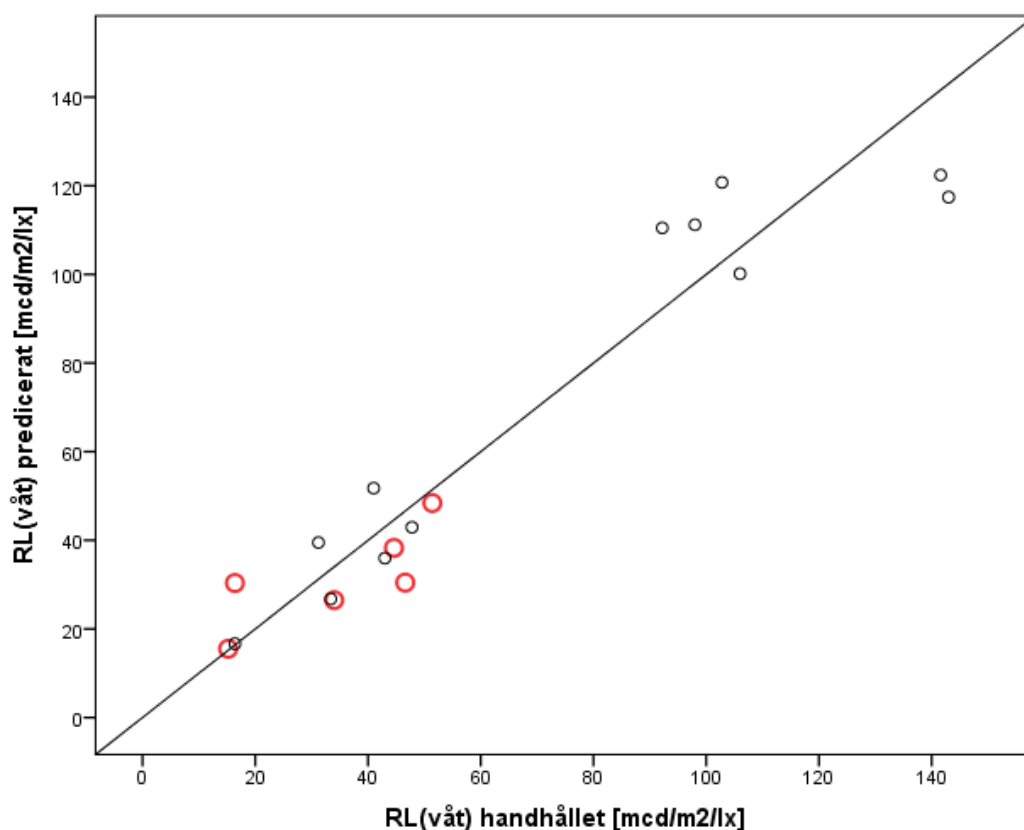
Med data från de två första tidsperioderna fås följande regressionslikvation<sup>1</sup>:

$$RL(\text{våt}) = -56 + 0,49 * RL(\text{torr})_{\text{mobilt}} + 40 * MPD \quad (R^2_{\text{adjusted}} = 0,876).$$

Om denna likvation appliceras på  $RL(\text{torr})_{\text{mobilt}}$  för tidsperiod tre blir korrelationen mellan  $RL(\text{våt})_{\text{handhållet}}$  och  $RL(\text{våt})_{\text{beräknat}}$   $r=0,77$  (se de röda markeringarna i Figur 13). Korrelationen är dock inte signifikant ( $p=0,072$ ), förmodligen beroende på att det var så få värden, endast sex stycken, med i samplet. Mätningarna kan dessutom vara behäftade med slumpfel, kanske särskilt de handhållna.

---

<sup>1</sup> Initiala analyser med linjär regression på data från vägmarkeringar med stora glaspärlor visade att förhållandet mellan  $RL(\text{våt})_{\text{handhållet}}$  och  $RL(\text{torr})_{\text{mobilt}}$ , MPD, rrms respektive frms var  $R^2=0,90$ ;  $R^2=0,36$ ;  $R^2=0,01$  respektive  $R^2=0,03$ . Därför inkluderades endast  $RL(\text{torr})_{\text{mobilt}}$  och MPD i denna linjära regressionslikvation.



Figur 13. Samband mellan handhållen och predicerad mätning av våt retroreflektion för period tre (röda, större markeringar) utifrån data från de två första perioderna (svarta, mindre markeringar). Linjen anger  $RL(våt)_{predicerat} = RL(våt)_{handhållet}$ .

**Summering:** För att kunna jämföra värden mellan handhållen och mobil mätning behöver prediktionsmodellen baseras på mätningar gjorda i princip samma dag. Det borde dock vara möjligt att använda de mobila funktionsparametrarna RL(torr) och MPD för att skapa en prediktionsmodell för RL(våt) för färg med stora glaspärlor.

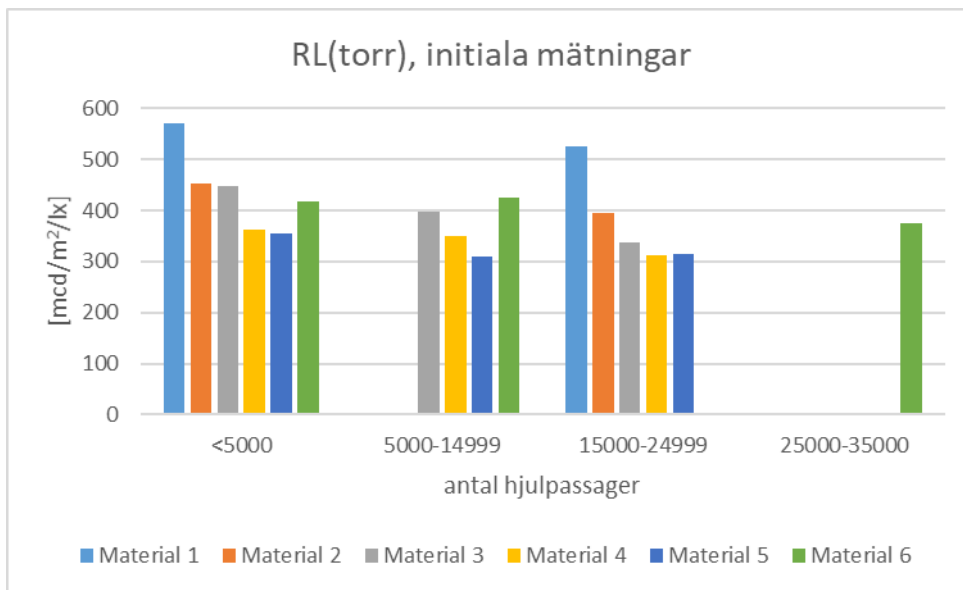
#### 4.4. Kompletterande data från provfält

Slitaget på en vägmarkering beror i hög grad av antalet hjulpassager, dvs. hur mycket de blir överkörda. Data från vägmarkeringsmaterial med stora glaspärlor utlagda inom den nordiska certifieringen av vägmarkeringsmaterial användes därför för att undersöka detta.

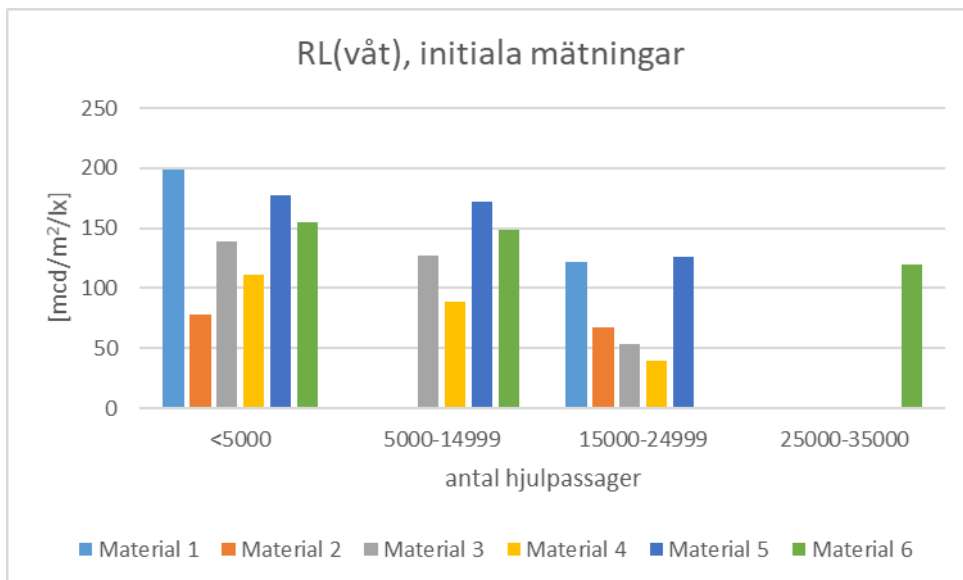
Sex material där det är säkerställt att stora glaspärlor använts på provfälten valdes ut. Samtliga markeringar var utförda som färg och totalt tre olika typer av stora glaspärlor med två olika fabriker var representerade. Vid certifieringen läggs materialen i flera linjer tvärs körfältet, vilket innebär att de linjer som ligger i hjulspåren kommer att bli överkörda fler gånger än de som inte gör det. Utifrån trafikdata på vägen och beroende av var en specifik linje ligger tvärs körfältet har antalet hjulpassager uppskattats. Eftersom det finns en viss osäkerhet i antalet hjulpassager anges i figurerna nedan intervall för antalet hjulpassager.

Figur 14 och Figur 15 nedan visar torr- respektive våtfunktion för sex material med stora glaspärlor två veckor efter utläggning, då inga dubbdäck kört över markeringarna. Överlag är torrfunktionen mycket god och ligger långt över kravet på 150 mcd/m<sup>2</sup>/lx och även våtfunktionen klarar kravet på 35 mcd/m<sup>2</sup>/lx för alla material.





Figur 14. Torrfunction på provfält för material med stora glaspärlor vid mätning ca två veckor efter utläggning.



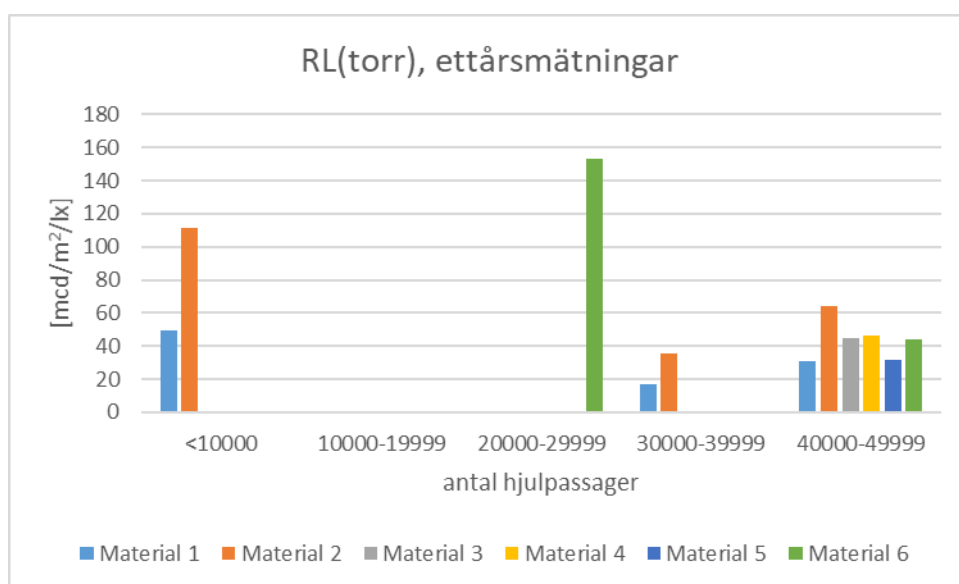
Figur 15. Våtfunktion på provfält för material med stora glaspärlor vid mätning ca två veckor efter utläggning.

Ett år efter utläggning, då materialen utsatts för slitage från dubbdäck och snöplogning, var flera linjer så pass slitna för de flesta material med stora glaspärlor att det inte kunde göras mätningar på dem (se Figur 16).



Figur 16. Slitna material med stora glaspärlor på provfält ett år efter utläggning. Ovan från vänster: Material 1 och material 2. Nedan från vänster: Material 3, 4 och 5.

Figur 17 visar torrfunktionen för de linjer som mättes för respektive material. Det kan konstateras att endast ett av materialen klarar kravet på torrfunktion på  $150 \text{ mcd/m}^2/\text{lx}$  för vita vägmarkeringar (och då för färre än 30 000 hjulpassager). Material med stora glaspärlor används dock i dagsläget inte där det är många hjulpassager utan som komplettering av linjer där antalet hjulpassager bedöms vara litet.



Figur 17. Torrfunction på provfält för material med stora glaspärlor vid mätning ca ett år efter utläggning.

---

## 5. Slutsatser

---

Syftet med projektet var att analysera mätdata som samlats in vid handhållna och mobila mätningar med avseende på hur mycket vägmarkeringar med stora glaspärlor slits i jämförelse med standardfraktionen, om det går att skilja ut markeringar med stora glaspärlor och om det finns förutsättningar för att kunna predicera våtfunktion för markeringar med stora glaspärlor utifrån de parametrar som mäts mobilt.

Av denna studie kan följande slutsatser dras:

Slitage:

- Torrfunktionen för färgmarkeringar med stora glaspärlor tycks avta på samma sätt som för färgmarkeringar med standardfraktion. Retroreflektionen vid torrt väglag var lägre för stora glaspärlor jämfört med standardfraktionen för vägmarkeringarna i denna studie.
- Våtfunktionen för stora glaspärlor är initialt betydligt högre jämfört med glaspärlor av standardfraktion. Effekten tycks dock vara borta efter vintern.

Särskilja markeringar:

- Av de parametrar som var möjliga att undersöka i detta projekt verkar det som att mikrotexturen, frms, och även MPD kan vara värda att gå vidare med för att möjligen kunna skilja mellan vägmarkeringar med stora glaspärlor och standardfraktion. Fler parametrar än dessa kommer dock troligtvis att krävas.

Förutsättningar för prediktionsmodell:

- Det bör vara möjligt att använda de mobila funktionsparametrarna RL(torr) och MPD för att skapa en prediktionsmodell för RL(våt) för färg med stora glaspärlor. Handhållna och mobila mätningar bör dock göras i princip samma dag för att skapa en rättvisande modell. I nuläget är det dock svårt att bedöma om en sådan prediktionsmodell är tillräckligt bra att använda som mätmetod, dels på grund av osäkerheter i de handhållna våtmätningarna, dels på grund av att datamängden här varit begränsad.

---

## OM VTI

---

**V**TI, Statens väg- och transportforskningsinstitut, är ett oberoende och internationellt framstående forskningsinstitut inom transportsektorn. Vår huvuduppgift är att bedriva forskning och utveckling kring infrastruktur, trafik och transporter. Vi arbetar för att kunskapen om transportsektorn kontinuerligt ska förbättras och är på så sätt med och bidrar till att uppnå Sveriges transportpolitiska mål.

Verksamheten omfattar samtliga transportslag och områdena väg- och banteknik, drift och underhåll, fordonsteknik, trafiksäkerhet, trafikanalys, människan i transportsystemet, miljö, planerings- och beslutsprocesser, transportekonomi samt transportsystem. Kunskapen från institutet ger beslutsunderlag till aktörer inom transportsektorn och får i många fall direkta tillämpningar i såväl nationell som internationell transportpolitik.

VTI utför forskning på uppdrag i en tvärvetenskaplig organisation. Medarbetarna arbetar också med utredning, rådgivning och utför olika typer av tjänster inom mätning och provning. På institutet finns tekniskt avancerad forskningsutrustning av olika slag och körsimulatorer i världsklass. Dessutom finns ett laboratorium för vägmateriell och ett krocksäkerhetslaboratorium.

I Sverige samverkar VTI med universitet och högskolor som bedriver närliggande forskning och utbildning. Vi medverkar även kontinuerligt i internationella forskningsprojekt, framförallt i Europa, och deltar aktivt i internationella nätverk och allianser.

VTI är en uppdragsmyndighet som lyder under regeringen och hör till Infrastrukturdepartementets verksamhets-/ansvarsområde. Vårt kvalitetsledningssystem är certifierat enligt ISO 9001 och vårt miljöledningssystem är certifierat enligt ISO 14001. Vissa provningsmetoder vid våra laboratorier för krocksäkerhetsprovning och vägmateriellprovning är dessutom ackrediterade av Swedac.

**vti**

Statens väg- och transportforskningsinstitut • [www.vti.se](http://www.vti.se) • [vti@vti.se](mailto:vti@vti.se) • +46 (0)13-20 40 00

---