



Tillståndsmätningar av vägmarkeringar i Norden

En jämförelse mellan vägmarkeringars funktion
i Norge, Sverige och Finland

Carina Fors
Mohammad-Reza Yahya
Sven-Olof Lundkvist

Tillståndsmätningar av vägmarkeringar i Norden

En jämförelse mellan vägmarkeringars funktion i Norge, Sverige och Finland

Carina Fors

Mohammad-Reza Yahya

Sven-Olof Lundkvist

Diariernr: 2014/0414-8.2
Omslagsbild: Hejdlösa Bilder AB
Tryck: LiU-Tryck, Linköping 2015

Förord

Mätningar av vägmarkeringars funktion görs årligen i de nordiska länderna. Utvecklingen av mobila mätinstrument har gjort det möjligt att göra mätningar i förhållandevis stor omfattning, och det har sannolikt lett till en ökad kunskap hos dem som utför och använder sig av mätningarna. En systematisk sammanställning av mätresultaten från de olika länderna skulle kunna bidra till att kunskapen sprids och att de inblandade aktörerna kan lära av varandra. Inom *Nordiskt möte för förbättrad vägutrustning* (NMF) togs därför initiativ till föreliggande projekt, med syfte att göra en jämförande studie av vägmarkeringars funktion i Finland, Norge och Sverige.

Studien har finansierats av Statens Vegvesen i Norge, Trafikverket i Finland och Trafikverket i Sverige.

Sven-Olof Lundkvist, VTI, har planerat studiens upplägg och genomfört de statistiska analyserna. Mohammad-Reza Yahya, VTI, har sammanställt insamlade mätdata. Carina Fors, VTI, har författat rapporten.

Mätningarna av vägmarkeringarnas funktion har i Norge och i Sverige gjorts av Ramböll RST där Berne Nielsen varit kontaktperson, och i Finland av Ramböll RST, Cleanosol, Destia och Svevia, där Tuomas Vasama vid NTM-centralen varit kontaktperson.

Kontaktpersoner på vägmyndigheterna har varit Bjørn Skaar, Statens Vegvesen, Tuomas Österman, Trafikverket i Finland och Lars Petersson, Trafikverket i Sverige.

Tack till alla som har bidragit till projektets genomförande!

Linköping, april 2015

Carina Fors

Kvalitetsgranskning

Intern peer review har genomförts 18 maj 2015 av Jan Andersson. Carina Fors har genomfört justeringar av slutligt rapportmanus. Forskningschef Jan Andersson har därefter granskat och godkänt publikationen för publicering 22 maj 2015. De slutsatser och rekommendationer som uttrycks är författarens/författarnas egna och speglar inte nödvändigtvis myndigheten VTI:s uppfattning.

Quality review

Internal peer review was performed on 18 May 2015 by Jan Andersson. Carina Fors has made alterations to the final manuscript of the report. The research director Jan Andersson examined and approved the report for publication on 22 May 2015. The conclusions and recommendations expressed are the author's/authors' and do not necessarily reflect VTI's opinion as an authority.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	7
Summary	9
1. Inledning	11
1.1. Längsgående vägmarkering	11
1.2. Vägmarkeringars funktion	11
1.3. Funktionskrav på längsgående vägmarkering	12
1.4. Syfte	13
2. Metod.....	14
2.1. Mätobjekt	14
2.1.1. Norge	14
2.1.2. Sverige	15
2.1.3. Finland	15
2.2. Mätningar	15
2.3. Analys	16
2.3.1. Funktionsmått	16
2.3.2. Statistisk analys.....	18
3. Resultat.....	19
3.1. Norge.....	19
3.1.1. Antal objekt.....	19
3.1.2. Retroreflexionens medelvärde, R_L	19
3.1.3. $Retro_x$	21
3.2. Sverige	23
3.2.1. Antal objekt.....	23
3.2.2. Retroreflexionens medelvärde, R_L	23
3.2.3. $Retro_x$	25
3.3. Finland	27
3.3.1. Antal objekt.....	27
3.3.2. Retroreflexionens medelvärde, R_L	27
3.3.3. $Retro_x$	28
3.4. Norden.....	30
3.4.1. Retroreflexionens medelvärde, R_L	30
3.4.2. $Retro_x$	30
3.4.3. Statistisk analys med avseende på land, ÅDT och körbanebredd – övergripande resultat	37
3.4.4. Effektiv ljusmängd.....	39
3.4.5. Retroreflexion i regionerna	40
4. Diskussion och slutsatser	42
Referenser	44
Bilaga 1 – Regionskartor	45
Finland	45
Norge	46
Sverige	47

Bilaga 2 – Detaljerad analys för Norge.....	49
Antal objekt	49
Retroreflexionens medelvärde	50
Andelen vägmarkeringslängd som uppfyller kraven	51
Bilaga 3 – Variansanalyser med interaktionseffekter	55
Retroreflexion på vägar med olika ÅDT	55
Retroreflexion på vägar med olika körbanebredd	56

Sammanfattning

Tillståndsmätningar av vägmarkeringar i Norden. En jämförelse mellan vägmarkeringars funktion i Norge, Sverige och Finland

av Carina Fors (VTI), Mohammad-Reza Yahya (VTI) och Sven-Olof Lundkvist (VTI)

Mätningar av vägmarkeringars funktion görs i varierande omfattning i de nordiska länderna. Det övergripande syftet med föreliggande studie var att sammanställa och jämföra vägmarkeringarnas funktion i Norge, Sverige och Finland, för att sprida kunskapen mellan länderna. Mer specifikt syftade studien till att undersöka om det finns skillnader i vägmarkeringarnas funktion mellan de tre länderna, och om det finns skillnader i vägmarkeringarnas funktion beroende på trafikflöde och körbanebredd.

Ett urval om 98–167 mätobjekt gjordes i varje land, där varje objekt utgjordes av en cirka 2–10 kilometer lång vägsträcka. Samtliga mätobjekt bestod av tvåfältsvägar, vilka var indelade i fem olika klasser baserat på årsmedeldygnstrafik (ÅDT) och körbanebredd. För varje mätobjekt mättes retroreflexionen på båda kantlinjerna och på mittlinjen.

Två olika mått på vägmarkeringarnas funktion beräknades: retroreflexionens medelvärde och andelen vägmarkeringslängd som uppfyller kravnivån i en viss retroreflexionsklass, definierad av standarden EN 1436. Klasserna/kravnivåerna som ingick i analysen var 100, 150 och 200 mcd/m²/lx för vita torra markeringar, 35 och 50 mcd/m²/lx för vita våta markeringar, samt 100 och 150 mcd/m²/lx för gula torra markeringar.

Resultaten visade att vägmarkeringarnas funktion tenderade att vara något bättre i Norge och Sverige än i Finland. Retroreflexionens medelvärde (mcd/m²/lx) för torra kantmarkeringar var i Norge 179, i Sverige 177 och i Finland 142. Motsvarande värden för mittmarkeringar var i Norge 137 (gul markering), i Sverige 164 (vit markering) och i Finland 102 (vit markering) respektive 107 (gul markering). För våta kantlinjer var retroreflexionen i Norge 45 och i Sverige 31. I Finland har inga våtvärden mätts. Variationen i vägmarkeringarnas funktion mellan olika fylken/län/regioner var i vissa fall förhållandevis stor.

För de tre länderna sammantaget uppnådde 86 % av vägmarkeringslängden avseende torra kantmarkeringar retroreflexionsklassen R2 (≥ 100 mcd/m²/lx) och 62 % uppnådde klassen R3 (≥ 150 mcd/m²/lx). För vita torra mittmarkeringar uppnådde 82 % av vägmarkeringslängden retroreflexionsklassen R2 (≥ 100 mcd/m²/lx) och 51 % uppnådde klassen R3 (≥ 150 mcd/m²/lx). För gula mittmarkeringar uppnådde 69 % av vägmarkeringslängden retroreflexionsklassen R2 (≥ 100 mcd/m²/lx) och 35 % uppnådde klassen R3 (≥ 150 mcd/m²/lx).

Vidare visade resultaten att kantlinjernas retroreflexion är oberoende av ÅDT och av körbanebredd. Mittlinjer på vägar med ÅDT < 2 000 hade lägre retroreflexion än mittlinjer på mer högttrafikerade vägar.

Summary

Performance assessment of road markings in Norway, Sweden and Finland

by Carina Fors (VTI), Mohammad-Reza Yahya (VTI) and Sven-Olof Lundkvist (VTI)

Assessments of road marking performance are carried out regularly to various degrees in the Nordic countries. The overall aim of the present study was to compile and compare road marking performance in Norway, Sweden and Finland, in order to disseminate knowledge. More specifically, the study aimed at investigating whether there are any differences in road marking performance between the countries, and whether there are any differences in road marking performance depending on traffic volume and road width.

A sample of 98–167 objects were selected from each country, where each object consisted of a 2–10 kilometre long stretch of road. All objects were two-lane roads, which were divided into five classes based on AADT and roadway width. For each object, the retroreflexion of both edge lines and the centre line was measured.

Two different measures of road marking performance were calculated: the average of the retroreflexion and the percentage of road marking length that fulfils the requirements in a certain retroreflexion class, defined by the standard EN 1436. The classes/requirements included in the analysis were 100, 150 and 200 mcd/m²/lx for white dry markings, 35 and 50 mcd/m²/lx for white wet markings, and 100 and 150 mcd/m²/lx for yellow dry markings.

The results showed that road marking performance tended to be somewhat better in Norway and Sweden than in Finland. The average of the retroreflexion (mcd/m²/lx) for dry edge markings were in Norway 179, in Sweden 177 and in Finland 142. Corresponding results for centre lines were in Norway 137 (yellow markings), in Sweden 164 (white marking) and in Finland 102 (white marking) and 107 (yellow marking), respectively. For wet edge markings, the retroreflexion was 45 in Norway and 31 in Sweden. In Finland, no data on wet markings was available. The variation in road markings performance between counties were in some cases relatively large.

For the three countries altogether, 86% of the road markings length regarding dry edge markings fulfilled the retroreflexion class R2 (≥ 100 mcd/m²/lx) and 62% fulfilled the class R3 (≥ 150 mcd/m²/lx). For white dry centre lines, 82% of the road markings length fulfilled the retroreflexion class R2 (≥ 100 mcd/m²/lx) and 51% fulfilled the class R3 (≥ 150 mcd/m²/lx). For yellow centre markings, 69% of the road marking length fulfilled the retroreflexion class R2 (≥ 100 mcd/m²/lx) and 35% fulfilled the class R3 (≥ 150 mcd/m²/lx).

Furthermore, the results showed that the retroreflexion of the edge markings was independent of AADT and roadway width. Centre markings on roads with AADT < 2000 had lower retroreflexion than centre markings on roads with larger traffic volume.

1. Inledning

Utvecklingen av mobila instrument för mätning av vägmarkeringars funktion har inneburit att mängden långsgående vägmarkering som varje år mäts i Norden är förhållandevis stor. Syftet med dessa mätningar varierar; det kan vara utförandekontroll, garantikontroll eller kontroll av slumpmässigt valda objekt, så kallad tillståndsmätning.

Mätresultaten och den kunskap mätningarna ger stannar huvudsakligen inom respektive land. En systematisk sammanställning och spridning av mätresultat skulle kunna innebära att inblandade aktörer kan lära av varandra och att den generella kunskapsnivån ökar. En tidigare studie från 2004 (Nygårdhs & Lundkvist) visar exempel på hur resultat från mätningar i olika nordiska länder kan sammanställas. I föreliggande studie görs en mer omfattande och systematisk sammanställning av vägmarkeringarnas funktion i Finland, Norge och Sverige, där mätobjekten i respektive land har valts ut så att en jämförelse ska vara möjlig.

1.1. Långsgående vägmarkering

Långsgående vägmarkeringar används på ett likartat sätt i alla tre länderna, dock skiljer det lite i utformningen. I Finland används både vit och gul markering (Tiehallinto, 2004). Mittlinjen är en 0,1 m bred vit intermittert linje, vilken kan kombineras med en 0,1 m bred gul varnings- eller spärrlinje. Kantlinjen är alltid en vit heldragen linje, med undantag för t ex i korsningar och vid busshållplatser där kantlinjen är intermittert. På tvåfältsväg är bredden på kantlinjen 0,1 m.

Även i Norge används både vit och gul markering. Gul markering används för att skilja mellan motgående körriktningar, medan all annan markering är vit (Statens vegvesen, 2014a). Den gula mittlinjen är vanligtvis en intermittert linje (där linjelängden är kortare än mellanrummet), men den kan även utföras som en intermittert varsellinje (där linjelängden är längre än mellanrummet), dubbla heldragna spärrlinjer, eller som en kombination av intermitterta och/eller heldragna linjer. Kantlinjerna är alltid vita. På vägar med mittlinje används en heldragen kantlinje, medan vägar utan mittlinje har intermittert kantlinje. Bredden på både mittlinjer och kantlinjer är på tvåfältsväg antingen 0,1 m eller 0,15 m, beroende på vägbredd och hastighetsgräns.

I Sverige används enbart vita markeringar (Trafikverket, 2012). Den vita mittlinjen är vanligtvis en intermittert linje (där linjelängden är kortare än mellanrummet), men den kan även utföras som en intermittert varningslinje (där linjelängden är längre än mellanrummet), som dubbel heldragen linje eller som en kombination av en heldragen och en intermittert linje. På tvåfältsväg är kantlinjen vanligtvis intermittert, men heldragen linje kan användas om det bedöms olämpligt med biltrafik utanför körfältet, eller då man vill öka synbarheten. Bredden på både mittlinjer och kantlinjer är på tvåfältsväg antingen 0,1 m eller 0,15 m, beroende på hastighetsgräns.

1.2. Vägmarkeringars funktion

Vägmarkeringarnas funktion beskrivs med ett antal fysikaliska parametrar, vilka ges av europastandarden EN 1436. Parametrarna är:

- **Luminanskoefficient**, Q_d , [$\text{mcd}/\text{m}^2/\text{lx}$]: Luminanskoefficienten är ett mått på markeringarnas reflexion (ljushet) i dagsljus, där observatören befinner sig relativt långt ifrån markeringen.
- **Luminansfaktor**, β , [$\text{mcd}/\text{m}^2/\text{lx}$]: Luminansfaktorn är liksom luminanskoefficienten ett mått på markeringarnas reflexion (ljushet) i dagsljus, men där observatören befinner sig relativt nära markeringen.
- **Retroreflexion**, R_L , [$\text{mcd}/\text{m}^2/\text{lx}$]: Retroreflexionen R_L är ett mått på markeringarnas reflexion i fordonsbelysning, dvs. markeringarnas synbarhet i mörker.
- **Färg**: Markeringens färg anges med färgkoordinater x och y enligt CIE:s färgsystem.
- **Friktion**: Friktionen mäts med en *Skid Resistance Tester* (SRT) och anges i SRT-enheter.

I föreliggande studie undersöks retroreflexionen R_L , som ur ett trafikantperspektiv kan sägas vara den mest relevanta parametern, eftersom den är relaterad till hur väl markeringen syns i mörker. I EN 1436 definieras ett antal klasser för retroreflexionen, se Tabell 1.

Tabell 1. Retroreflexionsklasser enligt EN 1436 (draft 2015).

	Färg	Klass	R_L (mcd/m ² /lx)
Torra markeringar	Vit	R0	-
		R2	≥ 100
		R3	≥ 150
		R4	≥ 200
		R5	≥ 300
	Gul	R0	-
		R1	≥ 80
		R2	≥ 100
		R3	≥ 150
		R4	≥ 200
Våta markeringar	-	RW0	-
		RW1	≥ 25
		RW2	≥ 35
		RW3	≥ 50
		RW4	≥ 75
		RW5	≥ 100
		RW6	≥ 150

1.3. Funktionskrav på längsgående vägmarkering

Funktionskraven för längsgående vägmarkering, med avseende på retroreflexion, skiljer sig lite åt mellan de tre länderna:

De finska funktionskraven ges av dokumentet *Tiemerkintöjen laatuvaatimukset* (Tiehallinto, 2007), vilket anger krav för både nylagda och icke nylagda markeringar. För nylagda torra markeringar anges kraven till 150 mcd/m²/lx för vita och 100 mcd/m²/lx för gula markeringar. Motsvarande våtvärde är 50 mcd/m²/lx för både vita och gula markeringar. För icke nylagda torra markeringar anges funktionskraven till 100 mcd/m²/lx för vita och 80 mcd/m²/lx för gula markeringar. För våta markeringar är kravet 35 mcd/m²/lx för både vita och gula markeringar. De krav som tillämpas i entreprenader i praktiken skiljer sig lite från kravdokumentet. Dels används samma kravnivåer för vita och för gula markeringar, beroende på att inte alla mätutrustningar kan identifiera färgen på markeringen. Dels används olika kravnivåer för olika typer av material. För termoplast är kravet 150 mcd/m²/lx för nylagda markeringar och 100 mcd/m²/lx för icke nylagda markeringar, medan motsvarande krav för målade markeringar är 130 respektive 80 mcd/m²/lx. Våtkrav tillämpas inte i praktiken, eftersom man saknar metoder för att mäta våtsynbarhet.

I Norge ges funktionskraven av *Håndbok R610 – Standard for drift og vedlikehold av riksveger* (Statens vegvesen, 2014b). För torra, vita markeringar är kraven olika beroende på ÅDT. På högratifierade vägar med ÅDT ≥ 5000 är kravet 150 mcd/m²/lx, medan kravet är 100 mcd/m²/lx på vägar med ÅDT < 5000. För torra, gula markeringar är kravet alltid 80 mcd/m²/lx. För våta markeringar är kravnivåerna 50 mcd/m²/lx för vita och 35 mcd/m²/lx för gula markeringar.

I Sverige anger de nationella riktlinjerna för krav i upphandling att kravet för torra vita markeringar är 150 mcd/m²/lx och för våta vita markeringar 35 mcd/m²/lx, för samtliga vägtyper. Gula markeringar används inte i Sverige.

De funktionskrav som gäller i praktiken i de tre länderna, och som avser befintliga, icke nylagda, vägmarkeringar, vilket är vad som undersöks i föreliggande studie, sammanfattas i Tabell 2.

Tabell 2. Funktionskrav för vägmarkering med avseende på retroreflexion, i Finland, Norge och Sverige.

	Funktionskrav		
	Finland	Norge	Sverige
R_{L-torr} , vita markeringar	Termoplast: 100 Målad/färg: 80	ÅDT < 5000: 100 ÅDT ≥ 5000: 150	150
$R_{L-vät}$, vita markeringar	-	50	35
R_{L-torr} , gula markeringar	100	80	-
$R_{L-vät}$, gula markeringar	-	35	-

1.4. Syfte

Det övergripande syftet med studien är att sammanställa och jämföra mätdata över vägmarkeringars funktion i Norge, Sverige och Finland för att bidra till ett kunskapsutbyte mellan de nordiska länderna. Tre konkreta frågeställningar har formulerats:

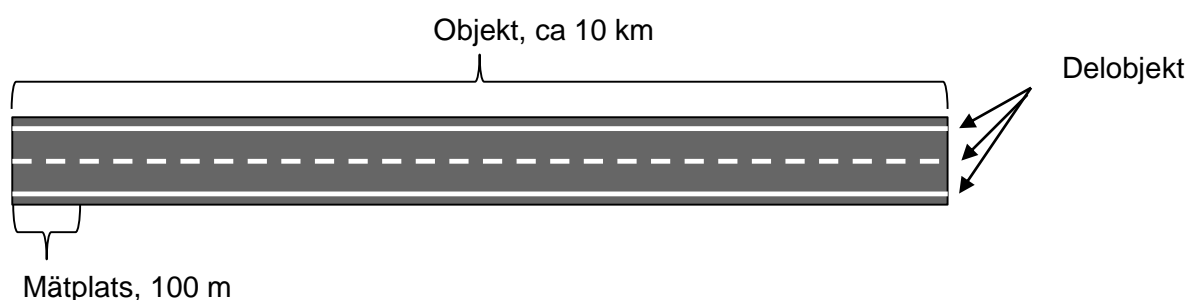
- Finns det någon skillnad i vägmarkeringarnas funktion mellan Finland, Norge och Sverige?
- Finns det någon skillnad i vägmarkeringarnas funktion för vägar med olika trafikflöde?
- Finns det någon skillnad i vägmarkeringarnas funktion för olika vägtyper (vägbanebredder)?

Det bör understrykas att studien syftar till att jämföra vägmarkeringarnas *funktion*. Med funktion avses dels retroreflexionens medelvärde, dels hur stor andel av vägmarkeringslängden som uppfyller de kravnivåer som definieras av retroreflexionsklasserna i EN 1436. Att undersöka hur väl vägmarkeringarna uppfyller funktionskraven i respektive land ingår inte i studien.

2. Metod

2.1. Mätobjekt

Ett *mätobjekt* definieras som en ca 10 km lång vägsträcka, Figur 1. Varje mätobjekt delas vanligtvis in i tre *delobjekt*, där varje delobjekt motsvarar en av de längsgående linjerna. Det vill säga, på tvåfältsvägar består delobjekten av två kantlinjer och en mittlinje. Mittlinjen i Finland delas dessutom upp i vit och gul markering. Varje delobjekt indelas i ca 100 *mätplatser*, där varje mätplats är en 100 m lång sträcka.



Figur 1. Illustration över objekt, delobjekt och mätplatser.

Fem väglklasser har definierats enligt Tabell 3, med utgångspunkt från de frågeställningar studien syftade till att undersöka. Målet var att i varje land mäta minst ett objekt per klass och län/fylke/landskap. En beskrivning och sammanställning av urvalet per land ges nedan, medan kompletta tabeller över antal objekt per klass och region ges av kapitel 3.

Tabell 3. Väglklasser.

Väglklass	ÅDT	Vägbanebredd
A	5001 – 10000	7,50 – 9,00
B	5001 – 10000	6,00 – 7,49
C	2000 – 5000	7,50 – 9,00
D	2000 – 5000	6,00 – 7,49
E	< 2000	6,00 – 7,49

2.1.1. Norge

I Norge finns 19 fylken. Dessa är indelade i fem regioner som har definierats av Statens Vegvesen: Region Øst, Region Sør, Region Vest, Region Midt och Region Nord. En karta över regionerna finns i Bilaga 1.

Ett objekt valdes slumpvist från varje väglklass och fylke. Om varje väglklass hade varit representerad i alla fylken hade detta blivit $19 \cdot 5 = 95$ mätobjekt. Nu var bortfallet (dvs. inget objekt med sammanhängande längd om minst 5 km existerade i fylket) 12 objekt, varför det inledande slumpvalet gav 83 mätobjekt. För att få en fokusering på högtrafikerade vägar valdes ytterligare ett mätobjekt slumpvist i varje fylke som hade minst två objekt med ÅDT > 5000 (väglklass A eller B). Detta skulle ha inneburit $83 + 19 = 102$ mätobjekt. Emellertid var bortfallet här 4, varför det totala antalet mätobjekt kom att stanna vid 98.

2.1.2. Sverige

I Sverige finns 21 län. Dessa är indelade i sex regioner som har definierats av Trafikverket: Region Syd, Region Väst, Region Öst, Region Mitt, Region Stockholm och Region Nord. En karta över regionerna finns i Bilaga 1.

För Sverige har urvalet av mätobjekt gjorts från de årliga tillståndsmätningarna (Fors, Yahya & Lundkvist, 2015). Liksom för Norge har det inte varit möjligt att välja ut ett mätobjekt i varje län och vägklass, eftersom inte alla vägklasser existerar i alla län. Från de omkring 300 objekt som år 2014 ingick i de svenska tillståndsmätningarna har samtliga objekt som hör till någon av de fem vägklasserna i Tabell 3 valts ut att ingå i föreliggande analys, vilket resulterade i 167 objekt.

2.1.3. Finland

I Finland finns femton *Närings-, miljö- och trafikcentraler* (NTM). Dessa femton centraler är indelade i nio centraler med trafikansvar. För att få en geografisk indelning som är jämförbar med svenska Trafikverkets och norska Statens Vegvesens indelningar i fem respektive sex regioner, har de nio regionerna med trafikansvar delats in i sex olika regioner, vilka motsvarar indelningen för de finska regionförvaltningsverken, Tabell 4. En karta över regionerna finns i Bilaga 1.

Tabell 4: Indelning av NTM-centralerna i sex regioner (vilka motsvarar indelningen för regionförvaltningsverken).

NTM-central med trafikansvar	Mätdata	Region
Lappland	Ja	Lappland
Norra Österbotten, Kajanaland	Ja	Norra Finland
Österbotten, Södra Österbotten	Nej	Västra och Inre Finland
Mellersta Finland	Ja	
Birkaland	Nej	
Norra Savolax, Norra Karelen, Södra Savolax	Ja	Östra Finland
Satakunta, Egentliga Finland	Ja	Sydvästra Finland
Tavastland, Nyland	Ja	Södra Finland
Sydöstra Finland	Ja	

För Finland liksom för Sverige har urvalet av mätobjekt gjorts från de årliga tillståndsmätningarna. Dock saknas mätdata från två av de nio NTM-centralerna (samtliga i regionen Västra och Inre Finland). För övriga centraler finns mätdata i varierande omfattning. Urvalet har därför gjorts på regionbasis, med ambitionen att välja fem objekt per region och vägklass. Detta skulle ha gett totalt 150 objekt, men på grund av att det inte alltid funnits 5 objekt i varje kategori, är det totala antalet objekt i Finland 108.

De finska mätningarna skiljer sig lite från de svenska och norska, med avseende på objektens längd. De finska objekten längd varierar från omkring 1 km upp till omkring 10 km, med en genomsnittliga längd av omkring 4–5 km. I urvalet av finska objekt har endast objekt längre än 2 km inkluderats.

2.2. Mätningar

Samtliga mätningar har gjorts mobilt med instrumentet LTL-M (Delta, Danmark), vilket mäter retroreflexionen för torra markeringar. I Norge och Sverige har mätningar gjorts med mätsystemet

Road Marking Tester (RMT) där LTL-M utgör en av komponenterna. Detta mätsystem ger även en skattning av retroreflexionen för våta markeringar.

Mätningarna har gjorts i torrt väglag under följande tidsperioder:

- Finland: 10 maj – 17 september
- Norge: 21 juli – 23 september
- Sverige: 21 maj – 6 november

Mätningarna i Finland har gjorts av Ramböll RST, Cleanosol, Destia och Svevia. I Norge och Sverige har samtliga mätningar gjorts av Ramböll RST.

I Finland har samtliga mätningar gjorts innan eventuella underhållsåtgärder. I Norge och Sverige har mätplatser i delobjekt som innehållit nylagd asfalt tagits bort ur analysen, för att jämförelsen mellan länen/fylkena ska bli mer rättvisande (det är större sannolikhet att län/fylke som mäts sent på säsongen har nylagd asfalt än de som mäts tidigt). Detta innebär att vissa delobjekt blivit avkortade och att andra utgått. Vidare har i några fall mätplatser tvingats utgå p.g.a. smuts på markeringen.

Delobjekt/mätplatser där markeringen är så sliten att retroreflexionen inte kan mätas har i analysen åsatts värdet $10 \text{ mcd/m}^2/\text{lx}$, vilket motsvarar vägytans luminans. Samma sak gäller då markeringar har saknats helt, med undantag för nyasfalterade vägar där man ännu inte hunnit lägga någon markering. I det senare fallet exkluderas objektet helt från analysen.

I Sverige gäller att vägar med $\text{ÅDT} \geq 4000$ ska ha våtsynbara kant- och mittlinjer¹ (såvida vägen inte är belyst). I de fall ett sådant objekt har saknat våtsynbara markeringar, har objektet i analysen åsatts (våt-)värdet $10 \text{ mcd/m}^2/\text{lx}$. För de norska objekten har det inte gått att få fram information om huruvida det finns krav på våtsynbarhet eller inte. De norska våtvärdena har därför beräknats utifrån de vägar som har våtsynbara markeringar (dvs. inte utifrån vilka som *borde* ha haft våtsynbara markeringar).

2.3. Analys

2.3.1. Funktionsmått

Den huvudsakliga analysen har gjorts i relation till retroreflexionsklasserna som definieras av EN 1436, Tabell 1. Måttet $Retro_x$ används för att beskriva hur stor andel av vägmarkeringslängden, uttryckt i procent, som uppfyller en viss retroreflexionsklass. Vita markeringar har analyserats med avseende på hur stor andel av markeringslängden som uppfyller de retroreflexionsnivåer som ges av klasserna R2, R3 och R4, dvs. 100, 150 respektive 200 $\text{mcd/m}^2/\text{lx}$. Gula markeringar har analyserats med avseende på hur stor andel av markeringslängden som uppfyller retroreflexionsnivåerna som ges av klasserna R1, R2 och R3, dvs. 80, 100 respektive 150 $\text{mcd/m}^2/\text{år}$. Våta vita markeringar har analyserats med avseende på hur stor andel av markeringslängden som uppfyller de retroreflexionsnivåer som ges av klasserna RW2 och RW3, dvs. 35 respektive 50 $\text{mcd/m}^2/\text{lx}$. Våtvärden för gula markeringar har inte analyserats eftersom det endast finns enstaka sådana objekt. Tabell 5 sammanfattar de olika $Retro_x$ -variablerna.

Utöver $Retro_x$ redovisas även retroreflexionens medelvärde R_L .

¹ Kravnivån för våtsynbara kantlinjer har nyligen ändrats till $\text{ÅDT} \geq 2000$, men eftersom detta är ett nytt krav används den tidigare kravnivån.

Tabell 5. De åtta olika Retro_x-variablerna.

Torra vita markeringar	Torra gula markeringar	Våta vita markeringar
Retro _{torr-vit-100}	Retro _{torr-gul-80}	Retro _{vät-vit-35}
Retro _{torr-vit-150}	Retro _{torr-gul-100}	Retro _{vät-vit-50}
Retro _{torr-vit-200}	Retro _{torr-gul-150}	

I samtliga analyser redovisas vita respektive gula markeringar separat. Våtvärden redovisas för Norge och Sverige (i Finland mäts inga våtvärden).

För trafikanterna är markeringarnas synbarhet det mest relevanta måttet. Synbarhet kan beräknas med pc-programmet *Visibility* som togs fram inom projektet COST 331. *Visibility* har dock visat sig underskatta synbarhetsavstånden, troligtvis beroende på att fordonsbelysningen har förbättrats sedan modellen skapades, och programmet är därför under omarbetning. På grund av det redovisas i den här rapporten inga synavstånd, utan istället beräknas *effektiv ljusmängd* (EL), vilken definieras enligt:

$$EL = R_L \cdot EA \text{ [mcd/lx]},$$

där R_L avser den torra vägmarkeringens retroreflexion och EA den effektiva vägmarkeringsarean. EA är definierad som arean av den vita vägmarkeringsytan på en vägmarkeringscykel om 12 m. En 0,1 m bred intermitterant kantlinje, 1+2 m, har således den effektiva arean $EA = 4 \cdot 0,1 = 0,4 \text{ m}^2$, medan en heldragen kantlinje med samma bredd kommer att ha $EA = 12 \cdot 0,1 = 1,2 \text{ m}^2$. Kantlinjernas bredd har antagits vara 0,15 m i Sverige, vilket stämmer för vägar med hastighetsbegränsningen 80 km/h eller högre. Detta gäller med några få undantag samtliga svenska kantlinjer som har mätts. I Norge och Finland har den bredd som anges i regelverket använts, Tabell 6. För Norges del innebär detta att kant- och mittlinjerna har olika bredd beroende på vägbredd (vägklass). Beträffande mittlinjer avser beräkningarna den effektiva ljusmängden på raksträckor, där intermittensen i samtliga tre länder alltid är 3 + 9 m. Detta innebär också att värdena för Finland avser vit mittlinje.

Tabell 6: Variabelvärden som använts vid beräkning av effektiv ljusmängd.

		Norge	Sverige	Finland
Kantlinje	Typ	Heldragen	Intermittent 1+2	Heldragen
	Färg	Vit	Vit	Vit
	Bredd	B, D, E: 0,1 m A, C: 0,15 m	0,15 m	0,1 m
Mittlinje	Typ	Intermittent 3+9	Intermittent 3+9	Intermittent 3+9
	Färg	Gul	Vit	Vit
	Bredd	B, D, E: 0,1 m A, C: 0,15 m	0,15 m	0,1 m

En heldragen kantlinje med samma retroreflexion och bredd som en intermitterant kantlinje (2+1 m) kommer att ha tre gånger så stor effektiv ljusmängd som den intermitteranta. Detta innebär emellertid inte att den heldragna kantlinjen syns på tre gånger så långt avstånd, eftersom ögat är känsligt för logaritmen av ljusmängden. Den heldragna kantlinjen kommer således att synas på endast ”något längre” avstånd än den intermitteranta. Förhoppningsvis kan detta ”något längre” definieras inom andra forskningsprojekt.

2.3.2. Statistisk analys

Resultaten redovisas dels per land, dels som en jämförelse mellan de tre länderna. För varje land analyseras torra vägmarkeringars retroreflexion per region och per typ av delobjekt, dvs. kantlinje och mittlinje. Några analyser på län/fylkesnivå har inte gjorts eftersom antalet uppmätta delobjekt är alltför få i vissa län/fylken. Den jämförande analysen av de tre länderna redovisas resultaten per väglklass och per typ av delobjekt.

Data på regionnivå har analyserats med klusteranalys (*k*-means clustering). Kort innebär denna analys att de olika regionerna i varje land indelas i tre kluster: ett kluster som har högre retroreflexion än övriga, ett som har lägre retroreflexion och ett kluster däremellan. Dessa tre klusteranalyser redovisas i avsnitten 3.1, 3.2 och 3.3 för Norge, Sverige respektive Finland. Även en klusteranalys för de tre länderna sammantaget har gjorts. Denna analys omfattar således de sex regionerna i Finland och Sverige samt de fem regionerna i Norge, sammanlagt 17 regioner inplacerade i fem kluster (mycket högre retroreflexion, högre, medel, lägre och mycket lägre). Denna analys redovisas i avsnitt 3.4. Samtliga klusteranalyser är uppdelade på kant- och mittmarkeringar.

Effekter av land, ÅDT och körbanebredd har analyserats med tre envägs variansanalyser.

Interaktionseffekter har analyserats enligt:

- 1) En tvåvägs variansanalys med oberoende variablerna:
LAND (Norge, Sverige, Finland)
ÅDT (<2000, 2000-5000, 5001-10000)
- 2) En trevägs variansanalys med oberoende variablerna:
LAND (Norge, Sverige, Finland)
ÅDT (2000-5000, 5001-10000)
KÖRBANEBREDD (6,00-7,49, 7,50-9,00)

Samtliga tester är gjorda på risknivån 5 %, d.v.s. $p < .05$ anses som en statistiskt säkerställd effekt. Variabeln η^2 anger en skattning av effektens styrka; denna kan anses vara betydelselös för värden lägre än 0,01.

3. Resultat

3.1. Norge

I detta kapitel redovisas resultaten för de norska regionerna. Resultat per fylke redovisas i Bilaga 2.

3.1.1. Antal objekt

Retroreflexionen för torra markeringar har analyserats för sammanlagt 97 objekt i Norge. Tabell 7 visar fördelningen på region och vägklass. Av dessa objekt har 17 analyserats även med avseende på våtfunktion, Tabell 8.

I region Nord finns ett bortfall av ett objekt, på grund av att vägen var nyasfalterad och saknade markeringar.

Tabell 7. Antal objekt, med avseende på torra vägmarkeringar, per region och vägklass i Norge.

Region	Vägklass					Totalt
	A	B	C	D	E	
Region Øst	9	4	4	4	3	24
Region Sør	8	6	5	5	5	29
Region Vest	4	4	3	3	3	17
Region Midt	3	5	3	3	3	17
Region Nord	2	1	1	3	3	10
Norge	26	20	16	18	17	97

Tabell 8. Antal objekt, med avseende på våta vägmarkeringar, per region och vägklass i Norge.

Region	Vägklass					Totalt
	A	B	C	D	E	
Region Øst	4	1	1	2	0	8
Region Sør	0	0	0	0	0	0
Region Vest	2	0	1	1	2	6
Region Midt	2	0	0	1	0	3
Region Nord	0	0	0	0	0	0
Norge	8	1	2	4	2	17

3.1.2. Retroreflexionens medelvärde, R_L

Tabell 9 visar retroreflexionens medelvärde med avseende på torra markeringar för vita kantlinjer respektive gula mittlinjer, per region i Norge. Tabell 10 visar motsvarande värden för våta markeringar.

Mittlinje saknades hos totalt 13 av objekten: tre i Region Øst, två i Region Sør, ett i Region Vest, tre i Region Midt och fyra i Region Nord. I de fall mittlinje har saknats har retroreflexionen satts till 10 mcd/m²/lx.

Tabell 9. Retroreflexionens medelvärde per delobjekt och region, för torra markeringar, Norge.

Region	R_L (mcd/m ² /lx)	
	Vit kantlinje	Gul mittlinje
Region Øst	185	147
Region Sør	195	142
Region Vest	191	151
Region Midt	189	126
Region Nord	95	92
Norge	179	137

Tabell 10. Retroreflexionens medelvärde per delobjekt och region, för våta markeringar, Norge.

Region	R_L (mcd/m ² /lx)	
	Vit kantlinje	Gul mittlinje
Region Øst	55	-
Region Sør	-	-
Region Vest	30	-
Region Midt	30	-
Region Nord	-	-
Norge	45	-

Tabell 11 visar klusteranalysen för de norska regionerna med avseende på torra vägmarkeringars retroreflexion, för kant- respektive mittmarkeringar. De tre nivåerna anger hur resultaten i de olika regionerna förhåller sig till varandra. De ska inte tolkas i absoluta termer (dvs. kategorin *Högre* innebär att retroreflexionen är högre än i kategorin *Mellan*, men kategorierna säger ingenting om huruvida retroreflexionen är t ex ”bra” eller ”godkänd”).

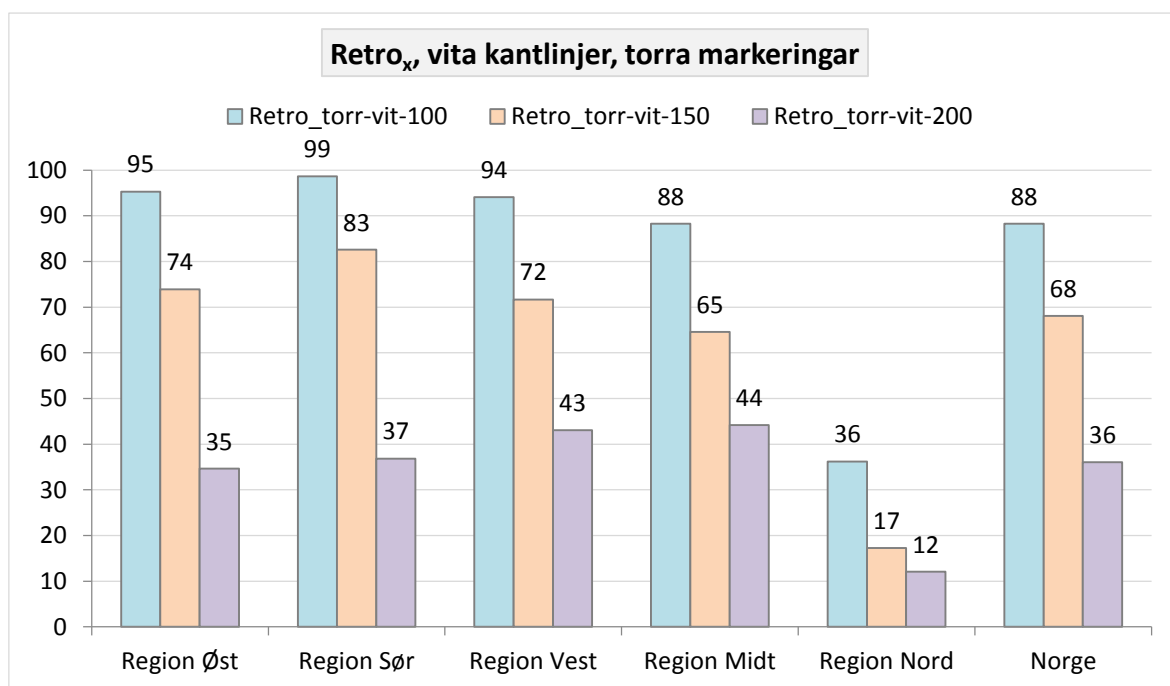
Notera att skillnaderna i kantlinjens retroreflexion mellan grupperna *Högre* och *Mellan* är förhållandevis liten.

Tabell 11. Klusteranalys avseende torra vägmarkeringars retroreflexion i de norska regionerna.

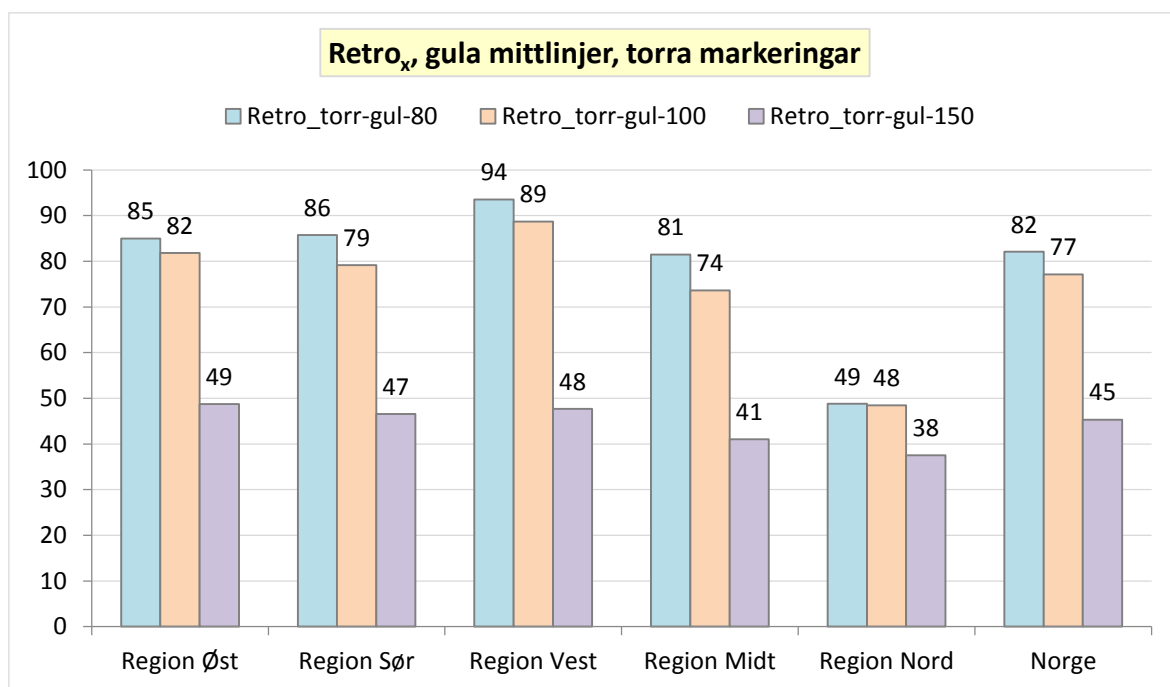
	Kantlinje	Mittlinje
Högre	Sør 195 Vest 191	Vest 151 Øst 147 Sør 142
Mellan	Midt 189 Øst 186	Midt 126
Lägre	Nord 95	Nord 92

3.1.3. $Retro_x$

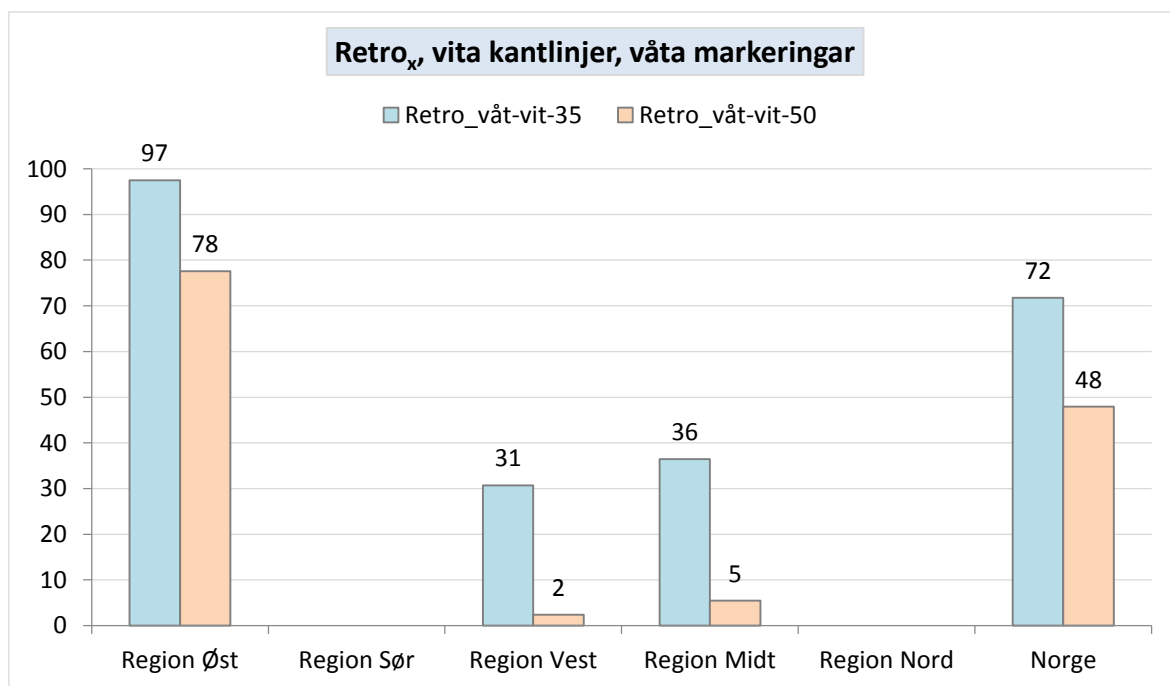
Figur 2–Figur 3 visar $Retro_x$ för vita kantmarkeringar och gula mittmarkeringar, med avseende på torra markeringar, per region. Figur 4 visar motsvarande resultat för vita kantmarkeringar, med avseende på våta markeringar.



Figur 2. Andelen vägmarkeringslängd, med avseende på torra vita kantmarkeringar, som har en retroreflexion på minst 100, 150 respektive 200 mcd/m²/lx, per region i Norge.



Figur 3. Andelen vägmarkeringslängd, med avseende på torra gula mittmarkeringar, som har en retroreflexion på minst 80, 100 respektive 150 mcd/m²/lx, per region i Norge.



Figur 4. Andelen vägmarkeringslängd, med avseende på våta vita kantmarkeringar, som har en retroreflexion på minst 35 respektive 50 mcd/m²/lx, per region i Norge.

3.2. Sverige

I detta kapitel redovisas resultaten för de svenska regionerna.

3.2.1. Antal objekt

Retroreflexionen för torra markeringar har analyserats för sammanlagt 167 objekt i Sverige. Tabell 12 visar fördelningen på region och vägklass. Av dessa objekt har 32 analyserats även med avseende på våtfunktion, Tabell 13.

Tabell 12. Antal objekt, med avseende på torra vägmarkeringar, per region och vägklass i Sverige.

Region	Vägklass					Totalt
	A	B	C	D	E	
Region Syd	3	1	16	6	12	38
Region Väst	3	0	14	8	4	29
Region Öst	2	2	5	14	12	35
Region Stockholm	1	3	0	6	0	10
Region Mitt	1	0	8	1	25	35
Region Norr	0	0	2	0	18	20
Sverige	10	6	45	35	71	167

Tabell 13. Antal objekt, med avseende på våta vägmarkeringar, per region och vägklass i Sverige.

Region	Vägklass					Totalt
	A	B	C	D	E	
Region Syd	3	1	2	1	0	7
Region Väst	2	0	4	2	0	8
Region Öst	2	1	1	1	1	6
Region Stockholm	1	3	0	5	0	9
Region Mitt	0	0	1	1	0	2
Region Norr	0	0	0	0	0	0
Sverige	8	5	8	10	1	32

3.2.2. Retroreflexionens medelvärde, R_L

Tabell 14 visar retroreflexionens medelvärde med avseende på torra markeringar för vita kantlinjer respektive vita mittlinjer, per region i Sverige. Tabell 15 visar motsvarande värden för våta markeringar.

Tabell 14. Retroreflexionens medelvärde per delobjekt och region, för torra markeringar, Sverige.

Region	R_L (mcd/m ² /lx)	
	Vit kantlinje	Vit mittlinje
Region Syd	179	171
Region Väst	202	189
Region Öst	170	156
Region Stockholm	148	145
Region Mitt	149	157
Region Norr	206	144
Sverige	177	164

Tabell 15. Retroreflexionens medelvärde per delobjekt och region, för våta markeringar, Sverige.

Region	R_L (mcd/m ² /lx)	
	Vit kantlinje	Vit mittlinje
Region Syd	31	-
Region Väst	31	-
Region Öst	34	-
Region Stockholm	30	-
Region Mitt	26	-
Region Norr	-	-
Sverige	31	-

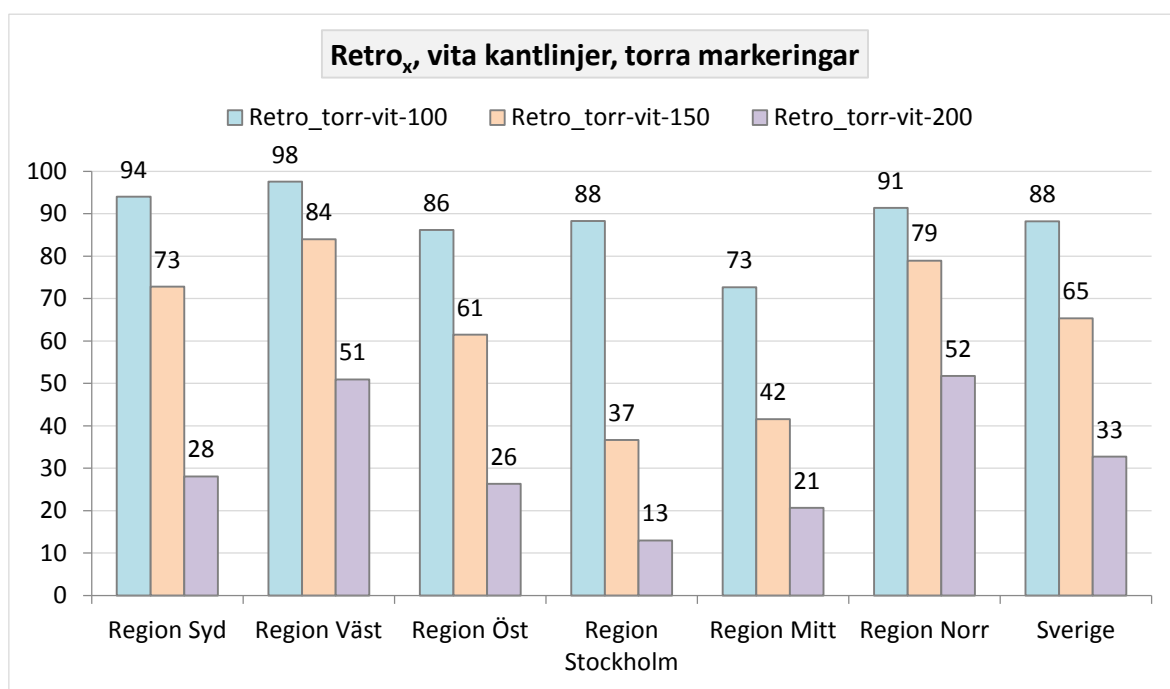
Tabell 16 visar klusteranalysen för de svenska regionerna med avseende på torra vägmarkeringars retroreflexion, för kant- respektive mittmarkeringar. De tre nivåerna anger hur resultaten i de olika regionerna förhåller sig till varandra. De ska inte tolkas i absoluta termer (dvs. kategorin *Högre* innebär att retroreflexionen är högre än i kategorin *Mellan*, men kategorierna säger ingenting om huruvida retroreflexionen är t ex ”bra” eller ”godkänd”).

Tabell 16. Klusteranalys avseende torra vägmarkeringars retroreflexion i de svenska regionerna.

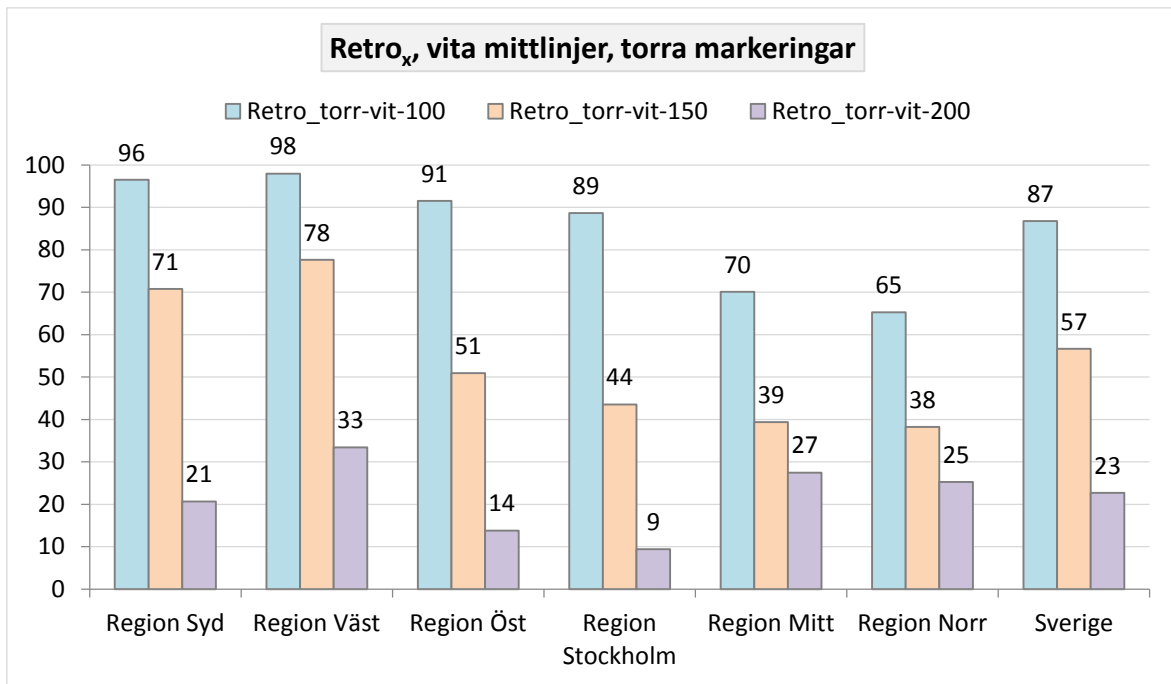
	Kantlinje	Mittlinje
Högre	Nord 206 Väst 202	Väst 189
Mellan	Syd 179 Öst 170	Syd 171
Lägre	Mitt 149 Stockholm 148	Mitt 157 Öst 156 Stockholm 145 Nord 144

3.2.3. *Retro_x*

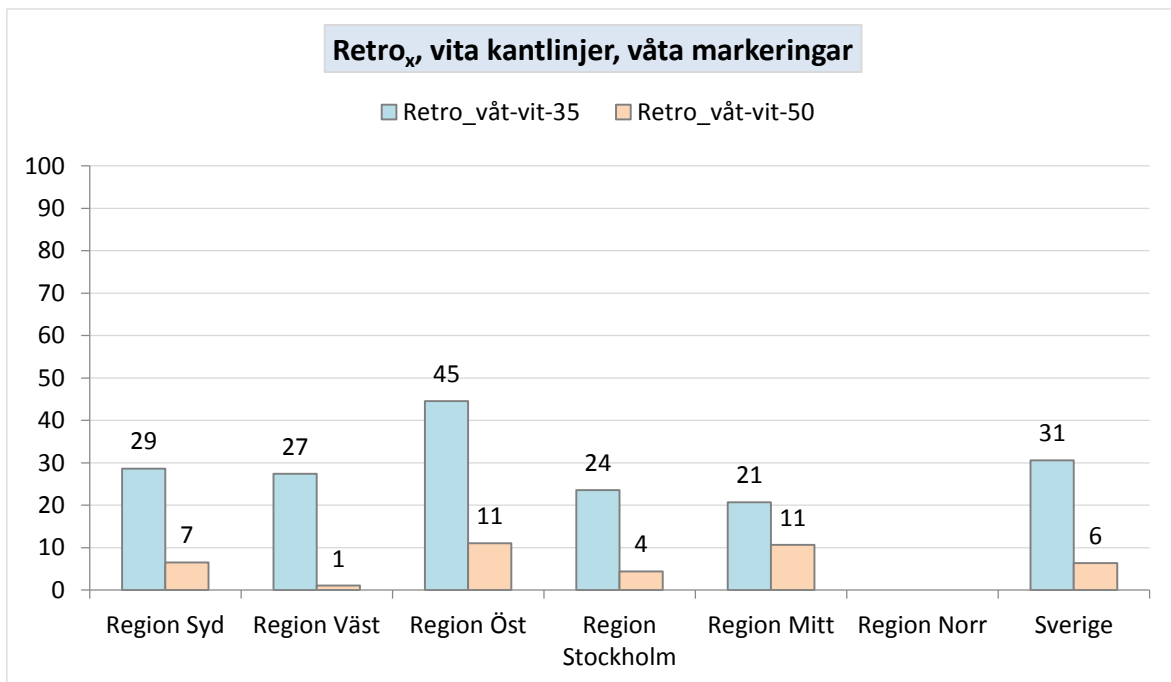
Figur 5–Figur 6 visar *Retro_x* för vita kantmarkeringar och mittmarkeringar, med avseende på torra markeringar, per region. Figur 7 visar motsvarande resultat för vita kantmarkeringar, med avseende på våta markeringar.



Figur 5. Andelen vägmarkeringslängd, med avseende på torra vita kantmarkeringar, som har en retroreflexion på minst 100, 150 respektive 200 mcd/m²/lx, per region i Sverige.



Figur 6. Andelen vägmarkeringslängd, med avseende på torra vita mittmarkeringar, som har en retroreflexion på minst 100, 150 respektive 200 mcd/m²/lx, per region i Sverige.



Figur 7. Andelen vägmarkeringslängd, med avseende på våta vita kantmarkeringar, som har en retroreflexion på minst 35 respektive 50 mcd/m²/lx, per region i Sverige.

3.3. Finland

I detta kapitel redovisas resultaten för de finska regionerna.

3.3.1. Antal objekt

Retroreflexionen för torra markeringar har analyserats för sammanlagt 108 objekt i Finland. Tabell 17. Antal objekt, med avseende på torra vägmarkeringar, per region och vägklass i Finland. Tabell 17 visar fördelningen på region och vägklass. Retroreflexionen för våta markeringar har inte mätts i Finland.

Tabell 17. Antal objekt, med avseende på torra vägmarkeringar, per region och vägklass i Finland.

Region	Vägklass					Totalt
	A	B	C	D	E	
Södra Finland	5	5	5	5	5	25
Sydvästra Finland	5	1	5	5	5	21
Östra Finland	5	1	5	5	5	21
Västra och Inre Finland	5	1	5	5	5	21
Norra Finland	2	0	5	0	0	7
Lappland	1	0	5	2	5	13
Finland	23	8	30	22	25	108

3.3.2. Retroreflexionens medelvärde, R_L

Tabell 18 visar retroreflexionens medelvärde med avseende på torra markeringar för vita kantlinjer, vita mittlinjer respektive gula mittlinjer, per region i Finland.

Tabell 18. Retroreflexionens medelvärde per delobjekt och region, för torra markeringar, Finland.

Region	R_L (mcd/m ² /lx)		
	Vit kantlinje	Vit mittlinje	Gul mittlinje
Södra Finland	186	168	152
Sydvästra Finland	132	100	79
Östra Finland	129	87	98
Västra och Inre Finland	131	70	96
Norra Finland	123	104	140
Lappland	116	86	91
Finland	142	102	107

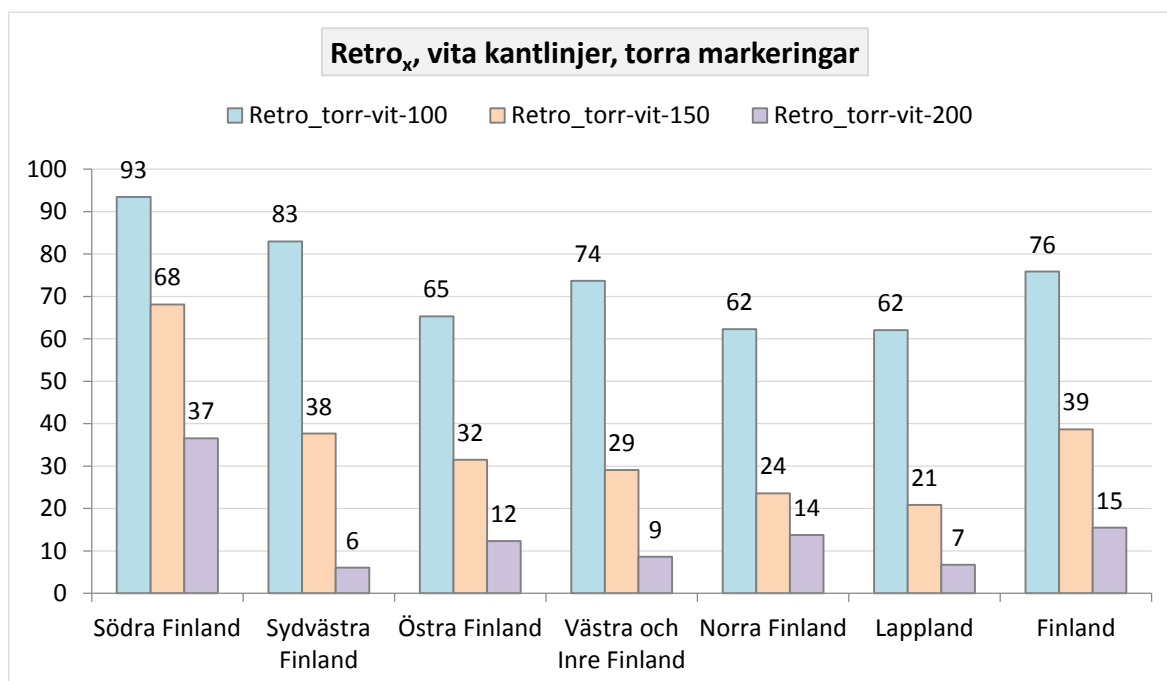
Tabell 19 visar klusteranalysen för de finska regionerna med avseende på torra vägmarkeringars retroreflexion, för kant- respektive mittmarkeringar. De tre nivåerna anger hur resultaten i de olika regionerna förhåller sig till varandra. De ska inte tolkas i absoluta termer (dvs. kategorin *Högre* innebär att retroreflexionen är högre än i kategorin *Mellan*, men kategorierna säger ingenting om huruvida retroreflexionen är t ex ”bra” eller ”godkänd”).

Tabell 19. Klusteranalys avseende torra vägmarkeringars retroreflexion i de finska regionerna.

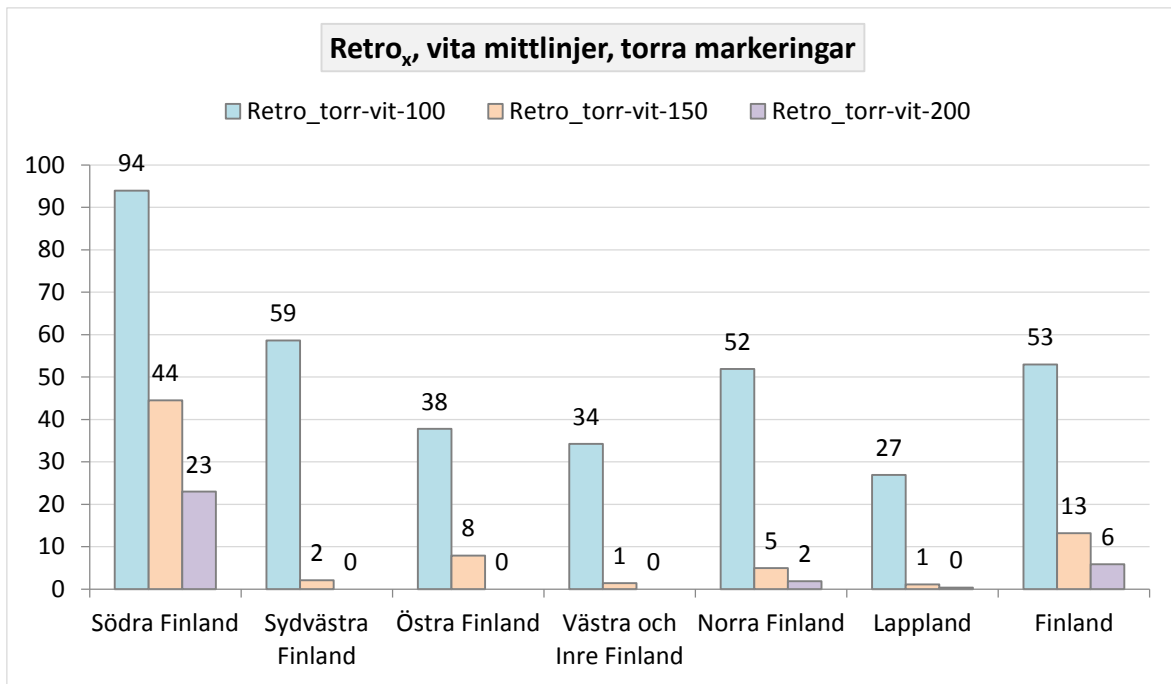
	Kantlinje	Mittlinje, vit	Mittlinje, gul
Högre	Södra 186	Södra 168	Södra 152 Norra 140
Mellan	Sydvästra 132 Västra-Inre 131 Östra 129	Norra 104 Sydvästra 100	Östra 98 Västra-Inre 96 Lappland 91
Lägre	Norra 123 Lappland 116	Östra 87 Lappland 86 Västra-Inre 70	Sydvästra 79

3.3.3. *Retro_x*

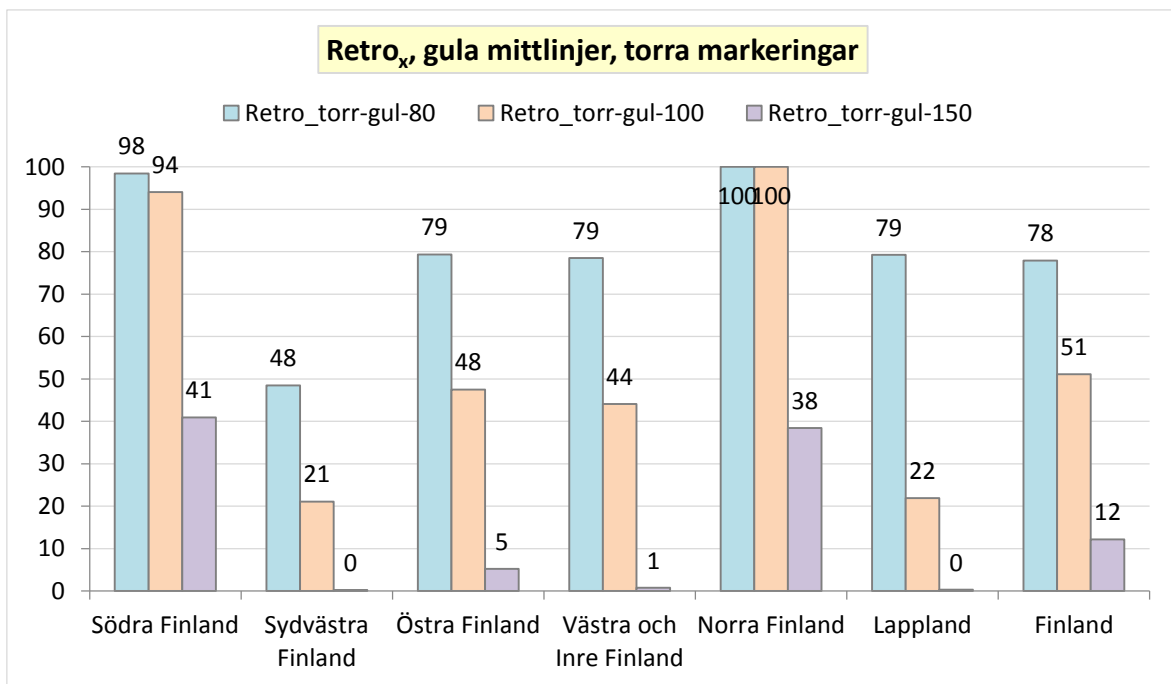
Figur 8–Figur 10 visar *Retro_x* för vita kantmarkeringar, vita mittmarkeringar och gula mittmarkeringar, med avseende på torra markeringar, per region.



Figur 8. Andelen vägmarkeringslängd, med avseende på torra vita kantmarkeringar, som har en retroreflexion på minst 100, 150 respektive 200 mcd/m²/lx, per region i Finland.



Figur 9. Andelen vägmarkeringslängd, med avseende på torra vita mittmarkeringar, som har en retroreflexion på minst 100, 150 respektive 200 mcd/m²/lx, per region i Finland.



Figur 10. Andelen vägmarkeringslängd, med avseende på torra gula mittmarkeringar, som har en retroreflexion på minst 80, 100 respektive 150 mcd/m²/lx, per region i Finland.

3.4. Norden

3.4.1. Retroreflexionens medelvärde, R_L

Tabell 20 och Tabell 21 visar retroreflexionens medelvärde per vägklass i de tre länderna.

Tabell 20. Retroreflexionens medelvärde per vägklass och land, för torra vita kantmarkeringar.

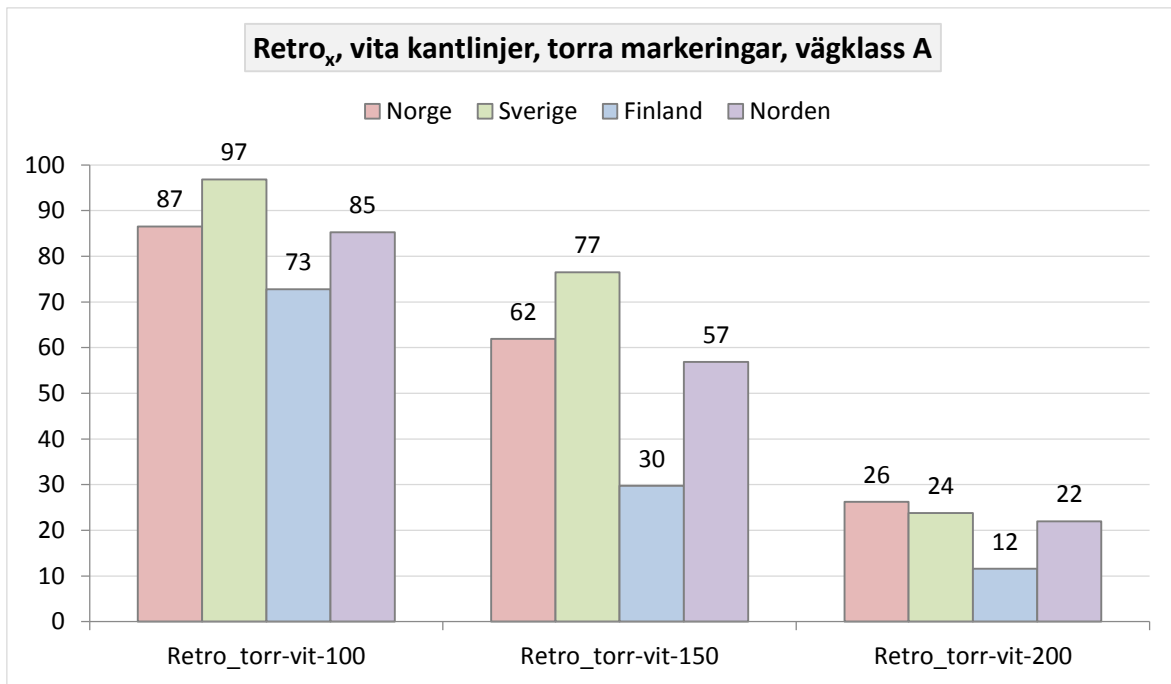
Vägklass	R_L (mcd/m ² /lx), vit kantlinje		
	Norge	Sverige	Finland
A	166	177	132
B	192	148	179
C	204	186	126
D	174	181	144
E	169	172	154
Totalt	179	177	142

Tabell 21. Retroreflexionens medelvärde per vägklass och land, för torra mittmarkeringar. Norge har gul mittlinje, Sverige har vit mittlinje och Finland har både gul och vit mittlinje.

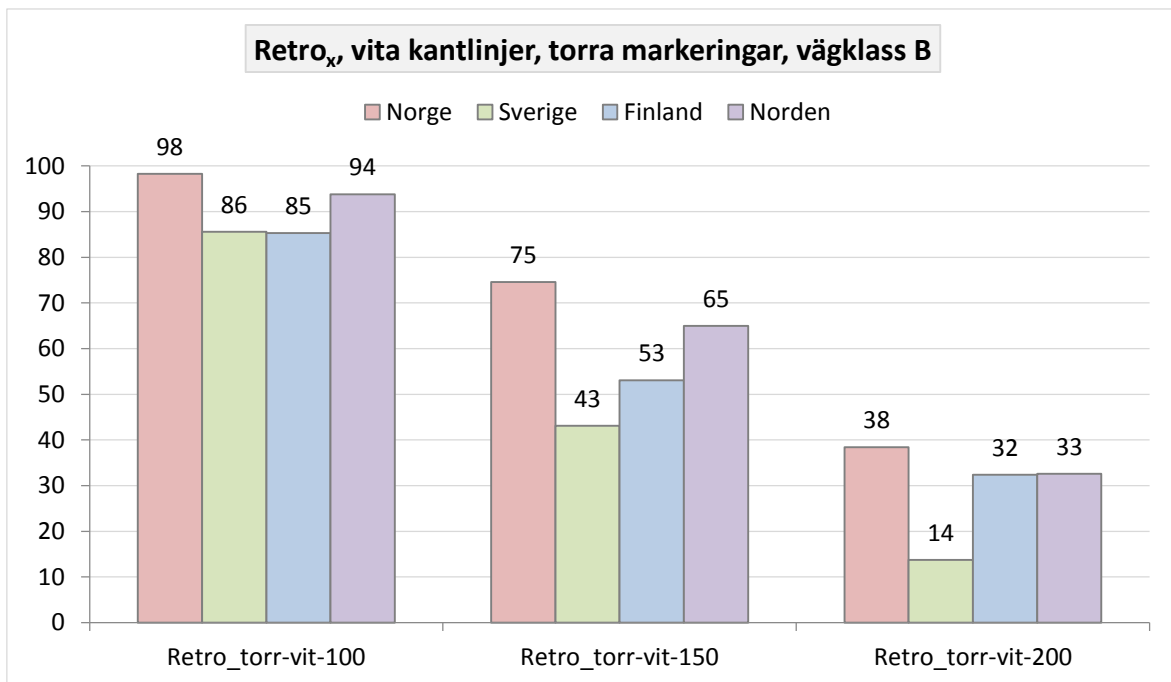
Vägklass	R_L (mcd/m ² /lx), gul/vit mittlinje					
	Norge		Sverige		Finland	
	Gul	Vit	Gul	Vit	Gul	Vit
A	152	169	95	103		
B	156	143	125	119		
C	156	173	102	103		
D	139	166	101	117		
E	75	157	118	94		
Totalt	137	164	107	102		

3.4.2. $Retro_x$

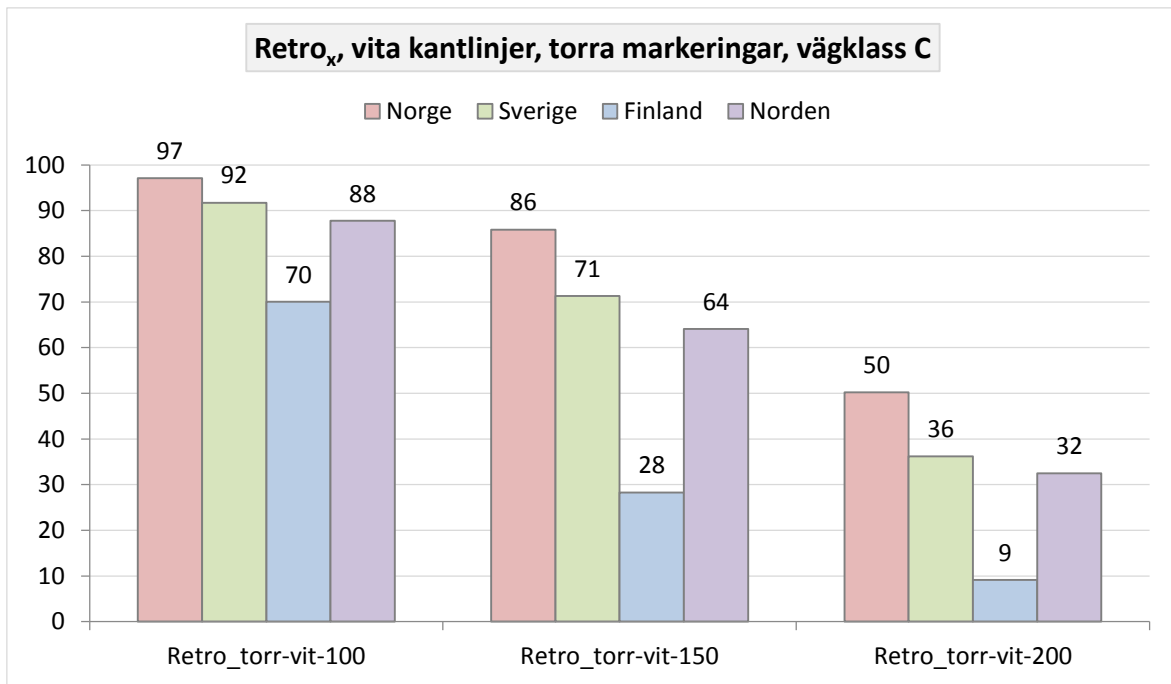
Figur 11–Figur 15 visar $Retro_x$ för vita kantmarkeringar, med avseende på torra markeringar, per land och vägklass. Figur 16 visar $Retro_x$ för vita torra kantmarkeringar för alla vägklasser sammantaget.



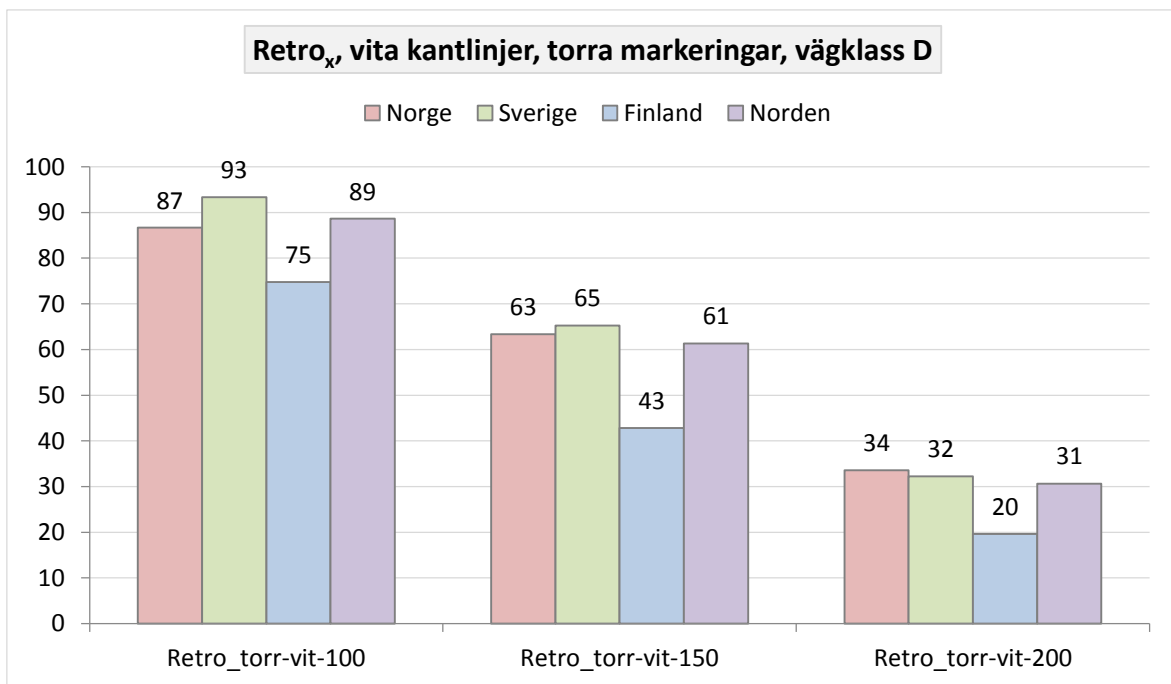
Figur 11. Andelen vägmarkeringslängd, med avseende på torra vita kantmarkeringar i vägklass A, som har en retroreflexion på minst 100, 150 respektive 200 mcd/m²/lx, i respektive land.



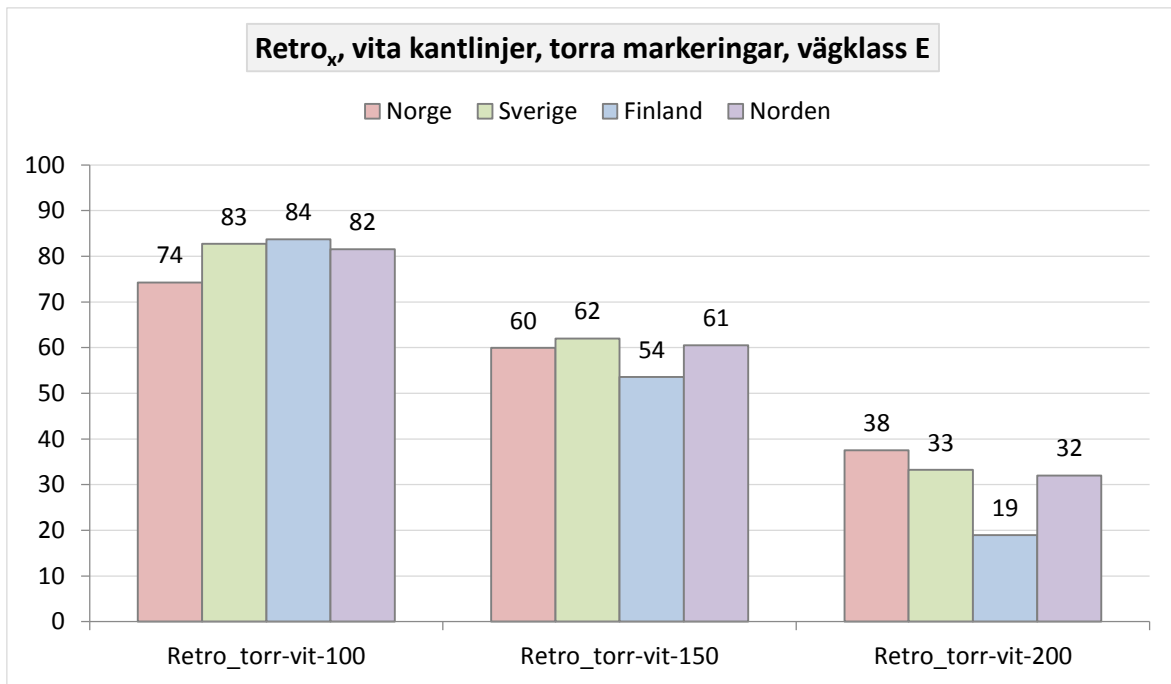
Figur 12. Andelen vägmarkeringslängd, med avseende på torra vita kantmarkeringar i vägklass B, som har en retroreflexion på minst 100, 150 respektive 200 mcd/m²/lx, i respektive land.



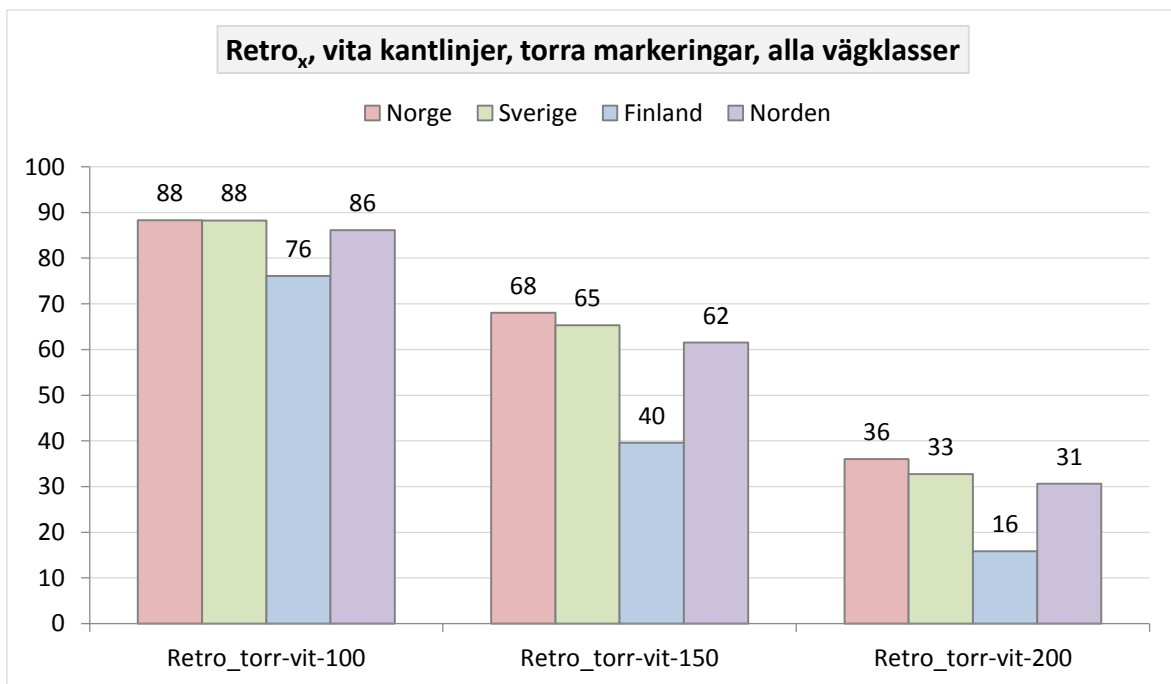
Figur 13. Andelen vägmarkeringslängd, med avseende på torra vita kantmarkeringar i vägklass C, som har en retroreflexion på minst 100, 150 respektive 200 mcd/m²/lx, i respektive land.



Figur 14. Andelen vägmarkeringslängd, med avseende på torra vita kantmarkeringar i vägklass D, som har en retroreflexion på minst 100, 150 respektive 200 mcd/m²/lx, i respektive land.

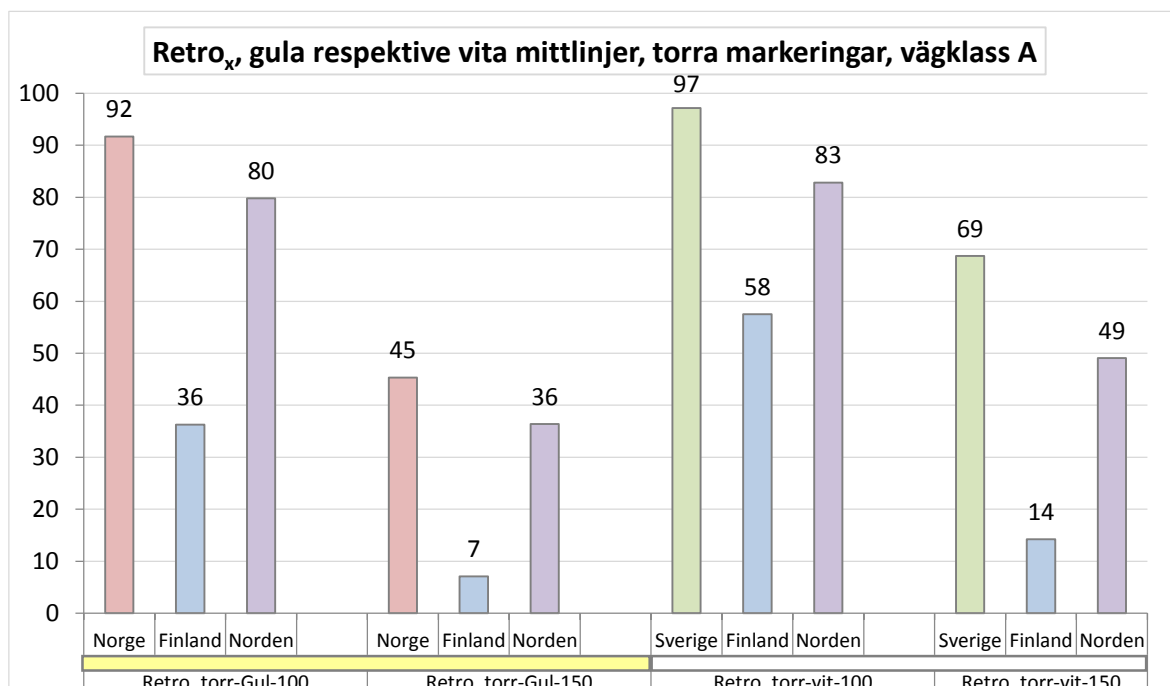


Figur 15. Andelen vägmarkeringslängd, med avseende på torra vita kantmarkeringar i vägklass E, som har en retroreflexion på minst 100, 150 respektive 200 mcd/m²/lx, i respektive land.

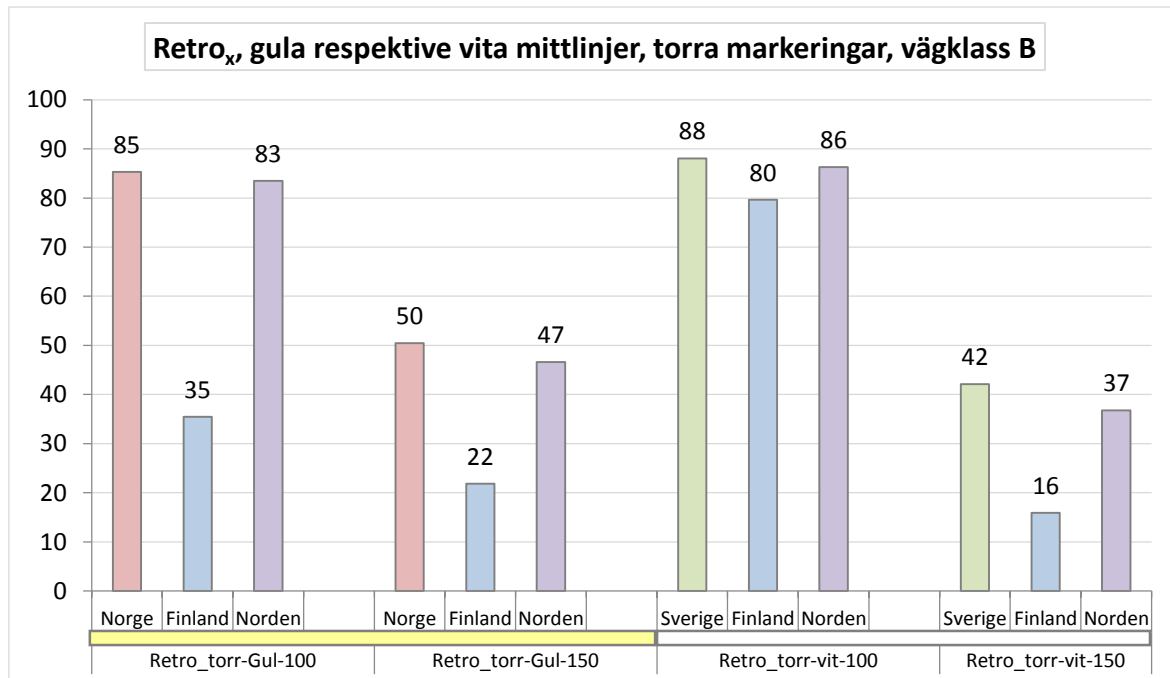


Figur 16. Andelen vägmarkeringslängd, med avseende på torra vita kantmarkeringar, som har en retroreflexion på minst 100, 150 respektive 200 mcd/m²/lx, i respektive land. De fem vägklasserna är sammanslagna.

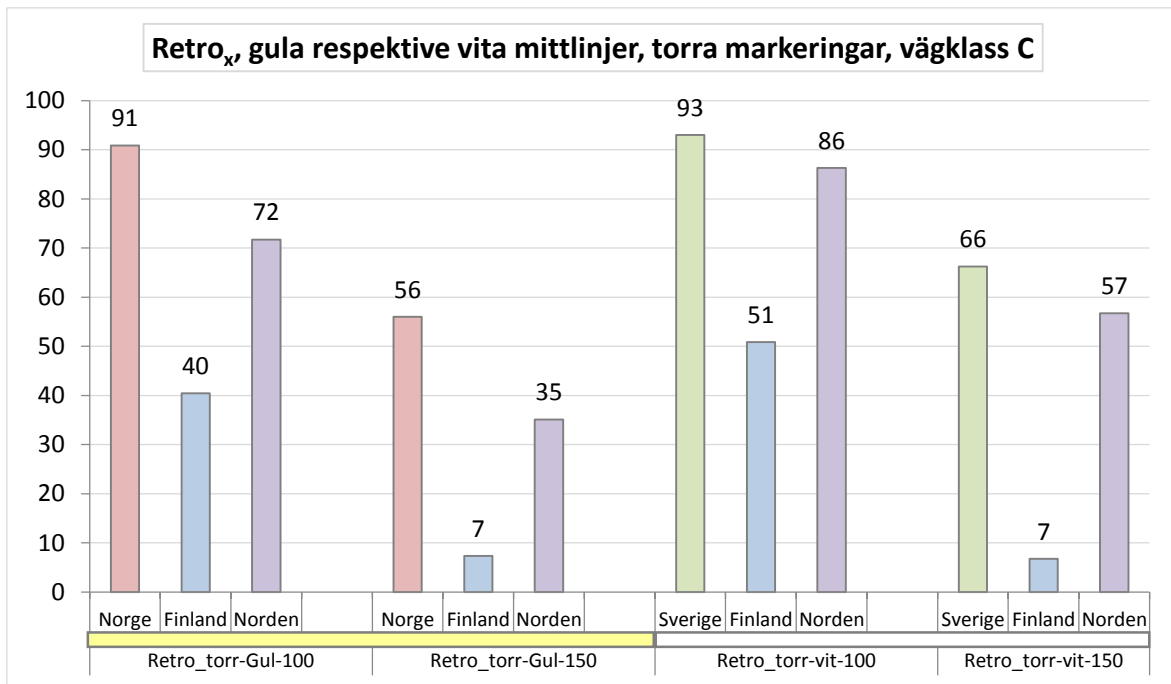
Figur 17–Figur 21 visar $Retro_x$ för mittmarkeringar, med avseende på torra markeringar, per land och vägklass. Gula och vita markeringar visas i samma figur. Figur 22 visar $Retro_x$ för gula och vita torra mittmarkeringar för alla vägklasser sammantaget.



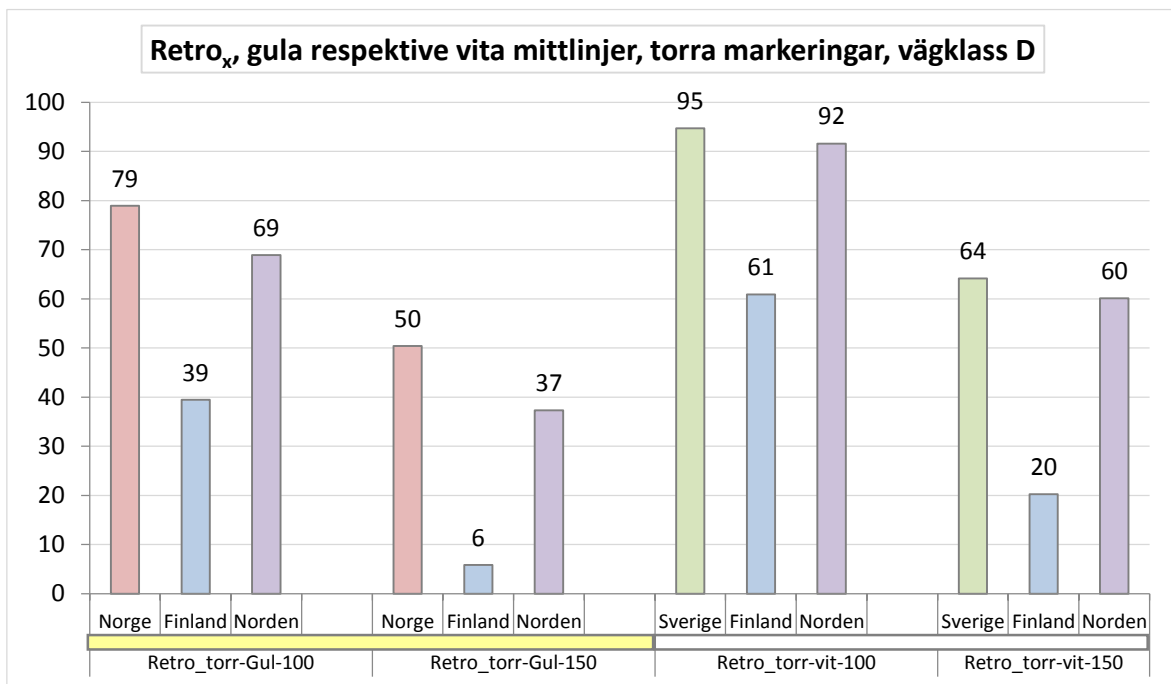
Figur 17. Andelen vägmarkeringslängd, med avseende på torra gula (vänstra delen av figuren) och vita (högra delen av figuren) mittmarkeringar i vägklass A, som har en retroreflexion på minst 100 respektive 150 mcd/m²/lx, i respektive land.



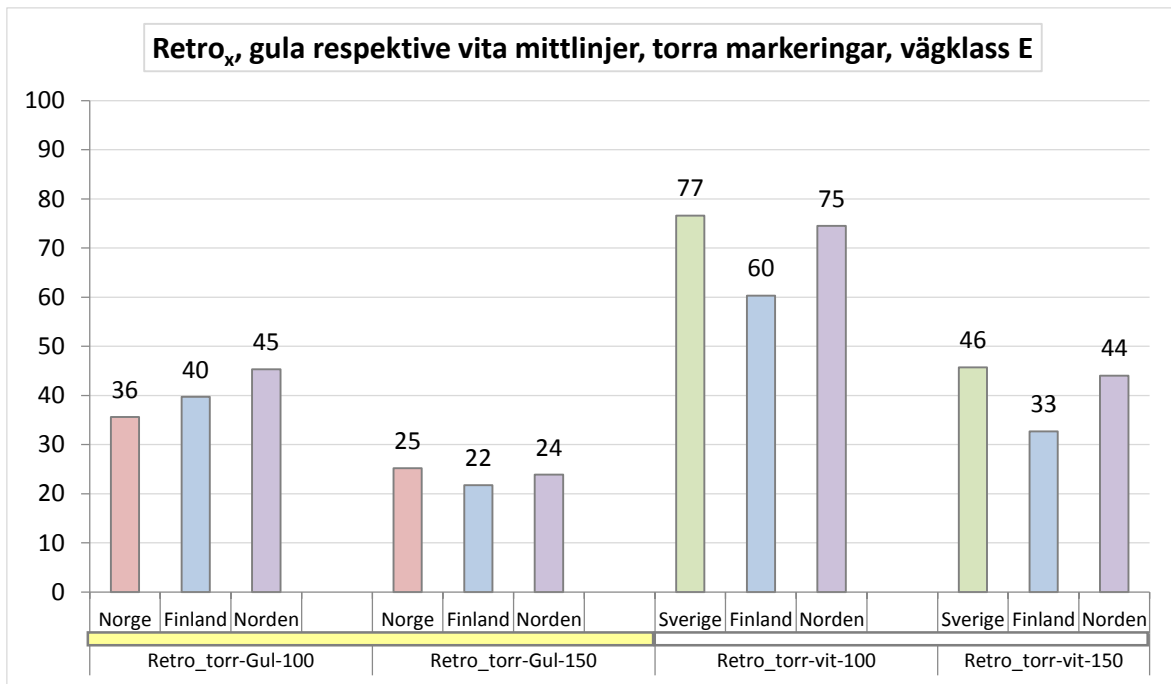
Figur 18. Andelen vägmarkeringslängd, med avseende på torra gula (vänstra delen av figuren) och vita (högra delen av figuren) mittmarkeringar i vägklass B, som har en retroreflexion på minst 100 respektive 150 mcd/m²/lx, i respektive land.



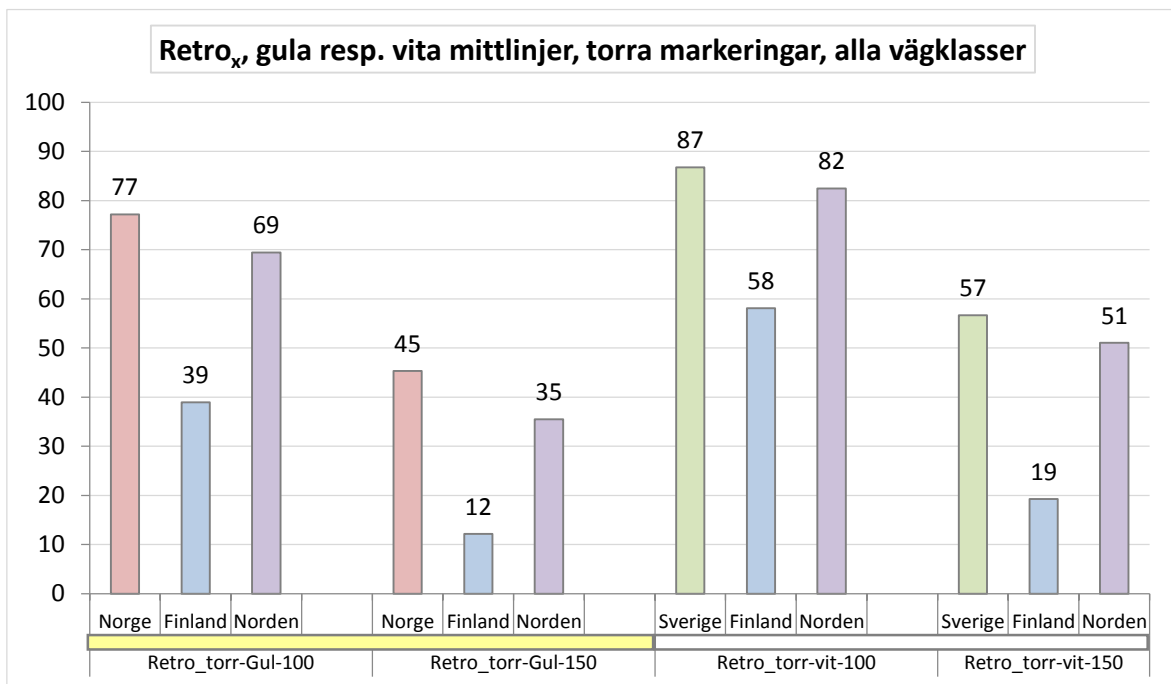
Figur 19. Andelen vägmarkeringslängd, med avseende på torra gula (vänstra delen av figuren) och vita (högra delen av figuren) mittmarkeringar i vägklass C, som har en retroreflexion på minst 100 respektive 150 mcd/m²/lx, i respektive land.



Figur 20. Andelen vägmarkeringslängd, med avseende på torra gula (vänstra delen av figuren) och vita (högra delen av figuren) mittmarkeringar i vägklass D, som har en retroreflexion på minst 100 respektive 150 mcd/m²/lx, i respektive land.



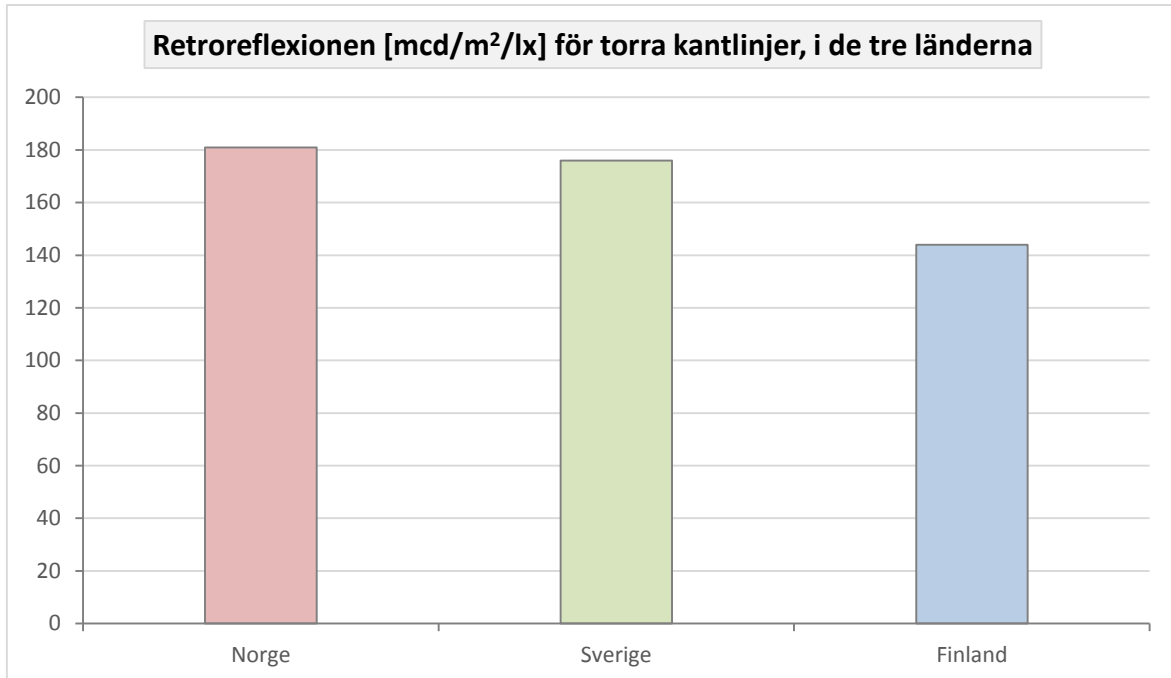
Figur 21. Andelen vägmarkeringslängd, med avseende på torra gula (vänstra delen av figuren) och vita (högra delen av figuren) mittmarkeringar i vägklass E, som har en retroreflexion på minst 100 respektive 150 mcd/m²/lx, i respektive land.



Figur 22. Andelen vägmarkeringslängd, med avseende på torra gula (vänstra delen av figuren) och vita (högra delen av figuren) mittmarkeringar, som har en retroreflexion på minst 100 respektive 150 mcd/m²/lx, i respektive land. De fem vägklasserna är sammanslagna.

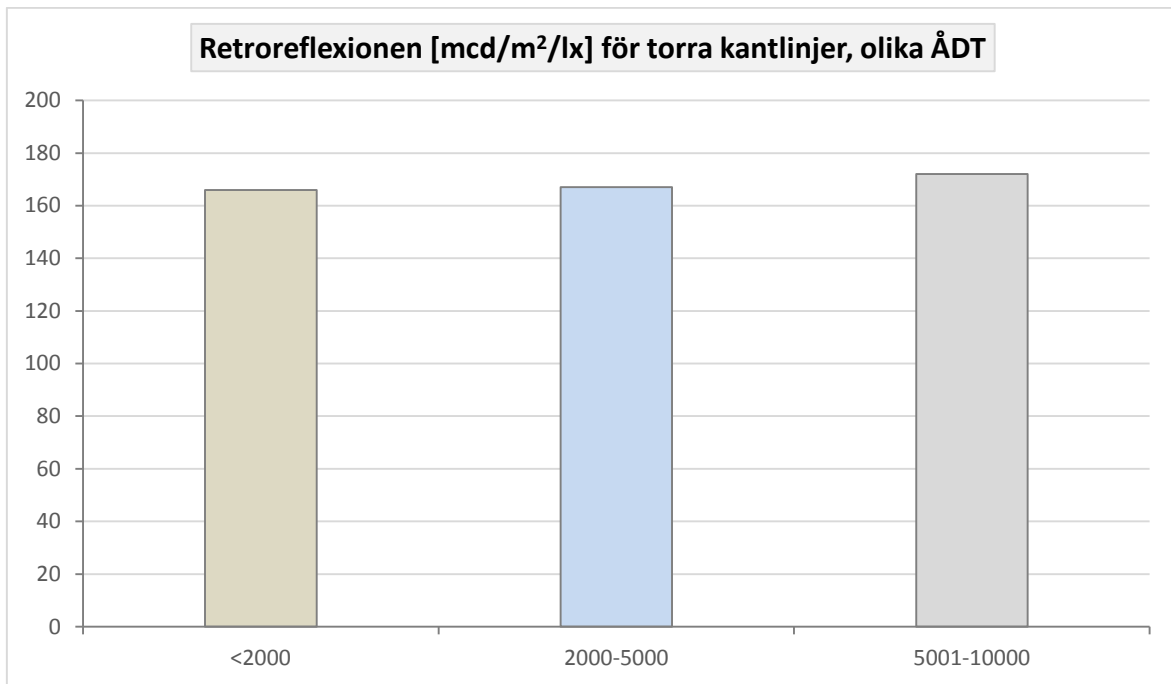
3.4.3. Statistisk analys med avseende på land, ÅDT och körbanebredd – övergripande resultat

Figur 31 – Figur 25 visar kantlinjernas retroreflexion i de tre länderna samt retroreflexionen för tre ÅDT och två körbanebredder. Interaktionseffekter redovisas i Bilaga 3.



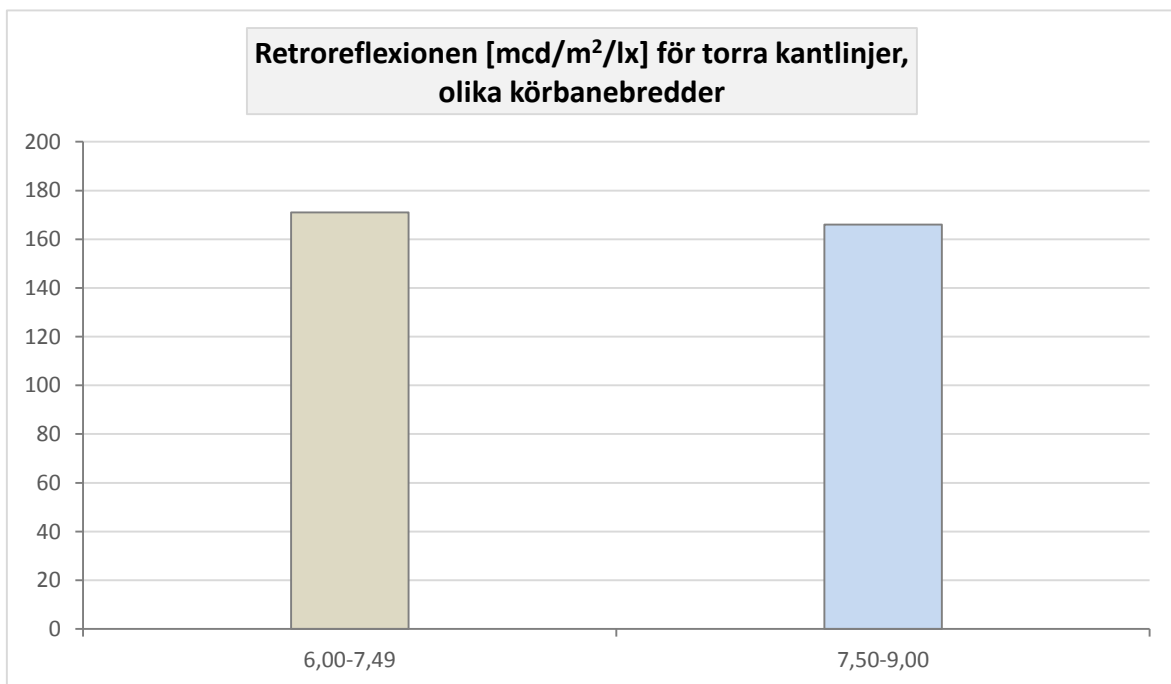
Figur 23. Retroreflexionen för kantlinjer i Norge, Sverige och Finland.

En envägs variansanalys med tillhörande post-hoc-test visar att kantmarkeringarna i Norge och Sverige har högre retroreflexion än i Finland.



Figur 24. Retroreflexionen för kantlinjer med ÅDT < 2000, 2000–5000 och 5001–10000. Observera att vägar med ÅDT < 2000 alltid hade körbanebredd 6,00–7,49 m.

Retroreflexionen för vägar med olika ÅDT skiljer sig inte signifikant.



Figur 25. Retroreflexionen för kantlinjer på vägar med körbanebredderna 6,00–7,49 m respektive 7,50–9,00 m.

Variansanalysen avseende körbanebredd visar inte på någon signifikant skillnad i retroreflexion för vägar med 6,00–7,49 m och 7,50–9,00 m körbanebredd.

De tre envägs variansanalyserna sammanfattas i tabell 20.

Tabell 22: Sammanfattning av de tre envägs variansanalyserna.

Variabel	F-kvot	p-värde	η^2
LAND	30,44	<0,001	0,077
ÅDT	1,07	>0,05	0,003
KÖRBANE BREDD	1,24	>0,05	0,002

En jämförelse mellan mittlinjer i de tre länderna haltar något eftersom Norge har gula, Sverige vita och Finland vita och/eller gula mittmarkeringar. Antalet observationer är dessutom litet, ungefär hälften av antalet observationer för kantlinjer, eftersom det finns endast en mittlinje i varje objekt. Några utförliga analyser redovisas därför inte. Resultaten visar:

- Gula heldragna mittlinjer i Finland har lägre retroreflexion än mittlinjer i Norge.
- Vita mittlinjer i Finland har lägre retroreflexion än mittlinjer i Sverige.
- Mittlinjer (gula eller vita) på vägar med ÅDT<2000 har lägre retroreflexion än på mer högtrafikerade vägar.
- Ingen skillnad i retroreflexion beroende på körbanebredd kunde påvisas.

Resultaten ovan kan sammanfattas:

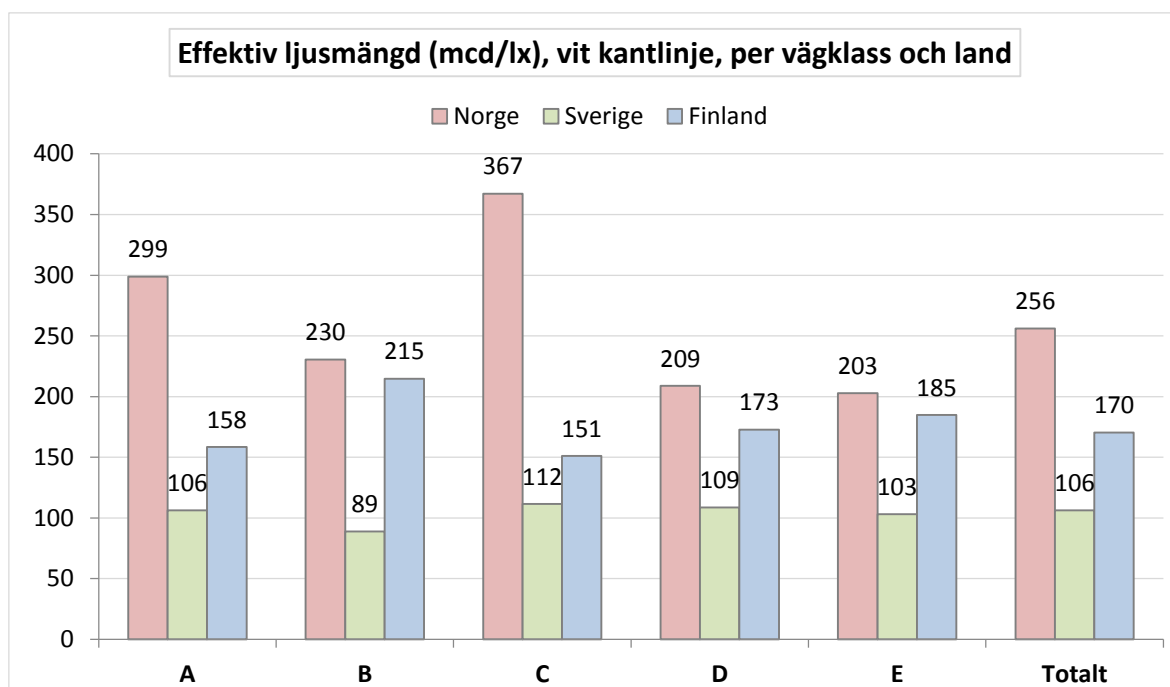
- Kantlinjer i Finland har lägre retroreflexion än kantlinjer i Sverige och Norge.
- Kantlinjernas retroreflexion är oberoende av ÅDT.
- Kantlinjernas retroreflexion är oberoende av körbanebredd.
- Vita och gula mittlinjer i Finland har lägre retroreflexion än motsvarande mittlinjer i Sverige respektive Norge.
- Mittlinjer på vägar med ÅDT<2000 har lägre retroreflexion än mittlinjer på mer högtrafikerade vägar.

3.4.4. Effektiv ljusmängd

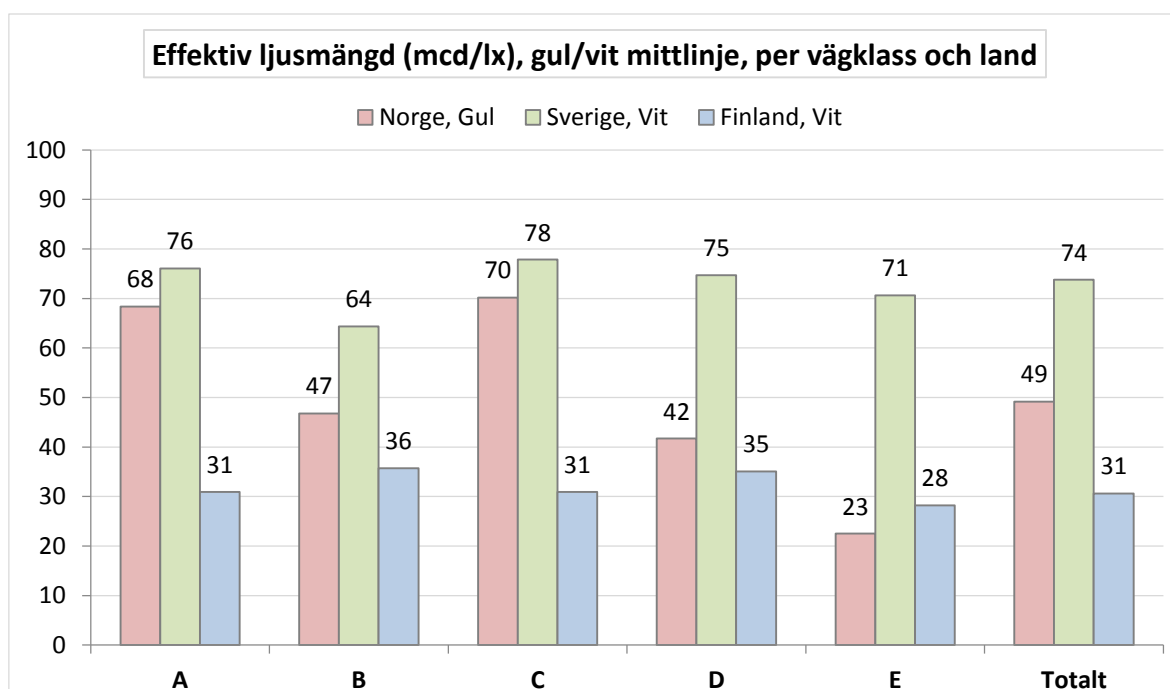
Figur 26–Figur 27 visar effektiv ljusmängd för kantlinjer respektive mittlinjer, i de tre länderna.

Att den effektiva ljusmängden för kantlinjer är större i Norge och Finland än i Sverige förklaras i huvudsak av den större effektiva arean i de två förstnämnda länderna. Kantlinjernas synavstånd bör därför vara något längre i dessa två länder än i Sverige. Beträffande mittlinjer är den effektiva ljusmängden större i Sverige än i Finland, vilket förklaras både av att den effektiva arean är större och att retroreflexionen är högre i Sverige än i Finland.

Det bör understrykas att den effektiva ljusmängden inte har ett linjärt, utan ett logaritmiskt samband med synavståndet.



Figur 26. Effektiv ljusmängd för vita kantlinjer, per vägklass och land.



Figur 27. Effektiv ljusmängd för mittlinjer (gula i Norge, vita i Sverige och Finland) per vägklass och land.

3.4.5. Retroreflexion i regionerna

Tabell 23 visar klusteranalysen för samtliga regioner i de tre länderna, med avseende på torra vägmarkeringars retroreflexion, för kant- respektive mittmarkeringar. De fem nivåerna anger hur resultaten i de olika regionerna förhåller sig till varandra, inom respektive kategori (kantlinje, mittlinje). De ska inte tolkas i absoluta termer (dvs. kategorin *Högre* innebär att retroreflexionen är

högre än i kategorin *Mellan*, men kategorierna säger ingenting om huruvida retroreflexionen är t ex ”bra” eller ”godkänd”).

Tabell 23. Klusteranalys avseende torra vägmarkeringars retroreflexion i regionerna i de tre länderna Norge (N), Sverige (S) och Finland (F). Regionerna i varje cell är ordnade i landsordning.

	Kantlinje	Mittlinje, vit	Mittlinje, gul
Mycket högre	Sør/N Väst/S Nord/S	Väst/S	Øst/N Vest/N Södra/F
Högre	Øst/N Vest/N Midt/N Syd/S Öst/S Södra/F	Syd/S Öst/S Stockholm/S Mitt/S Nord/S Södra/F	Sør/N Norra/F
Mellan	Stockholm/S Mitt/S	Sydvästra/F Norra/F	Midt/N
Lägre	Sydvästra/F Östra/F Västra och inre/F Norra/F Lappland/F	Östra/F Lappland/F	Östra/F Västra och inre/F Lappland/F
Mycket lägre	Nord/N	Västra och inre/F	Nord/N Sydvästra/F

Studerar man resultaten på regionnivå visar klusteranalys att bland de 17 regionerna återfinns Region Øst, Region Sør och Region Vest i Norge samt Region Syd, Region Väst, Region Öst och Region Nord i Sverige samt Södra Finland i en grupp med högre retroreflexion än snittet.

Klusteranalysen visar vidare att Region Nord i Norge, Västra och inre Finland, Östra Finland och Lappland i Finland återfinns i en grupp med lägre retroreflexion än snittet.

Vägmarkeringarna i övriga regioner, Region Midt i Norge, Region Stockholm och Region Mitt i Sverige samt Sydvästra Finland och Norra Finland kan sägas ha en funktion nära snittet.

4. Diskussion och slutsatser

Vad som har redovisats ovan kan sägas vara en pilotstudie som innebär ett försök att göra rättvisande jämförelser mellan vägmarkeringarna i Norge, Sverige och Finland. För att göra jämförelserna så korrekt som möjligt gjordes ett urval av objekt på smala och breda tvåfältsvägar samt på lågtrafikerade och högtrafikerade vägar, varvid jämförelser kunde göras inom en och samma vägtyp.

Vid jämförelser mellan länder är det viktigt att urvalet av mätsträckor är gjort från samma population i de tre länderna. Tyvärr var inte detta möjligt eftersom man i Finland tvingades göra urvalet från de objekt som hade mätts och av dessa fanns inga som var åtgärdade samma år (2014). I Norge och Sverige var urvalet helt slumpmässigt, åtgärdade objekt blandades med icke åtgärdade. Detta innebär sannolikt att retroreflexionen på vägmarkeringarna i Finland blev något underskattad vid en jämförelse med Norge och Sverige. Frågan är hur stor andel av objekten som mättes efter eventuell åtgärd som verkligen hade åtgärdats och hur mycket denna åtgärd hade höjt retroreflexionen. Inom ett annat projekt antogs att objekt som hade höjt retroreflexionen med mer än 20 % från ett år till nästa hade åtgärdats (Lundkvist & Yahya, 2014). En analys av mätvärdena (i det tidigare projektet) endast på sådana objekt som inte var åtgärdade vid mättillfället ger ett medelvärde för retroreflexionen på 154. Tar man med de objekt som vid mättillfället bedömdes vara åtgärdade blir värdet 169, det vill säga nästan 10 % högre. Underskattningen av retroreflexionen i Finland beroende på urvalsmetoden kan således skattas till cirka 10 %. Ser man till kantlinjer skulle detta ha höjt resultatet i Finland från 142 till 156, jämfört med 179 och 177 i Sverige och Norge. Fortfarande är det en viss skillnad, men exemplet visar ändå hur viktigt urvalet är och att det framöver är viktigt att det görs lika i de tre länderna, för att det ska gå att göra en så rättvisande jämförelse som möjligt.

Oavsett urvalsmetoden, så kan det fastslås att retroreflexionen är högre för vägmarkeringar i Norge och Sverige än i Finland. Det finns några undantag, exempelvis Region Nord i Norge. På regionnivå kan vidare sägas att vägmarkeringarnas retroreflexion i de södra regionerna i de tre länderna tenderar att ha bättre funktion än i de mer nordliga regionerna. Vad detta beror på kan man endast spekulera i; kanske anses inte vägmarkeringarna vara så viktiga i regioner där de ofta är snötäckta under vintern och där kvällar och nätter är ljusa på sommaren.

Generellt ska resultaten ses i första hand som hypotesgenererande. Endast beställare och entreprenörer kan förklara de skillnader, eller uteblivna skillnader, som redovisas ovan. Denna studie redovisar vägmarkeringarnas funktion utan några egentliga försök att förklara varför resultaten blev som de blev.

I rapporten redovisas i huvudsak retroreflexionens medelvärde och andelen vägmarkeringslängd som uppfyller en viss retroreflexionsklass, eftersom de är relaterade till de riktlinjer och krav som finns, men för trafikanterna är synbarheten ett mer relevant mått. Synbarheten beror bland annat på retroreflexionen, men även på vägmarkeringarnas area (bredd och längd/intermittens), vilken skiljer sig åt mellan länderna. En jämförelse av vägmarkeringarnas synbarhet i de tre länderna hade därför varit önskvärd, men som tidigare nämnt är den befintliga synbarhetsmodellen *Visibility* under omarbetning och synbarheten redovisas därför inte i den här rapporten. Istället redovisas *effektiv ljusmängd*, där resultaten visar att kantlinjernas synavstånd tenderar att vara något längre i Norge och Finland, än i Sverige. Det omvända förhållandet råder för mittlinjer, där synavståndet tenderar att vara längre i Sverige än i Norge och Finland.

Resultaten som redovisas i rapporten ger en översiktlig bild av vägmarkeringarnas funktion i de tre länderna, ur ett väghållarperspektiv. För att bedöma hur väl vägmarkeringarna uppfyller trafikanternas behov av visuell ledning behövs det sannolikt mer detaljerade analyser, och ytterligare forskning. Till exempel kanske det är viktigare med en bra funktion hos vägmarkeringarna i kurvor än på raksträckor, eller på vägar med mycket trafik, eftersom en stor trafikvolym innebär risk för bländning och därmed försämrade visuella förhållanden. Vidare bör kanske större vikt läggas vid markeringarnas våtsynbarhet, eftersom de visuella förhållandena ofta är betydligt sämre vid vått väglag än då vägbanan är torr.

Resultaten från mätningarna 2014 kan sammanfattas:

Torra vägmarkeringar

- Vägmarkeringarnas retroreflexion på både kantlinjer och mittlinjer är högre i Norge och Sverige än i Finland.
- För kantmarkeringar uppnår 86 % av vägmarkeringslängden retroreflexionsklassen R2 (≥ 100 mcd/m²/lx). 62 % uppnår klassen R3 (≥ 150 mcd/m²/lx) och 31 % uppnår klassen R4 (≥ 200 mcd/m²/lx).
- För vita mittmarkeringar uppnår 82 % av vägmarkeringslängden retroreflexionsklassen R2 (≥ 100 mcd/m²/lx) och 51 % uppnår klassen R3 (≥ 150 mcd/m²/lx).
- För gula mittmarkeringar uppnår 69 % av vägmarkeringslängden retroreflexionsklassen R2 (≥ 100 mcd/m²/lx) och 35 % uppnår klassen R3 (≥ 150 mcd/m²/lx).
- Variationen i vägmarkeringarnas funktion mellan olika fylken/län/regioner är i vissa fall förhållandevis stor.
- I Norge och Finland finns en tydlig tendens till lägre retroreflexion i de nordligare regionerna än i de sydligare.
- Inget generellt samband mellan kantlinjernas retroreflexion och ÅDT kunde påvisas. I Norge och Finland tenderar kantlinjernas retroreflexion att vara högre på högtrafikerade vägar än på lågtrafikerade vägar, medan det omvända förhållandet gäller för Sverige.
- Mittlinjer på vägar med ÅDT < 2000 har lägre retroreflexion än mittlinjer på mer högtrafikerade vägar.
- Inget generellt samband mellan retroreflexion och körbanebredd kunde påvisas. I Finland tenderar kantlinjernas retroreflexion att vara högre på smala vägar än på breda.

Våta vägmarkeringarna

- Våta vägmarkeringars retroreflexion mättes endast i Norge och Sverige. Eftersom objekten med våtkrav är förhållandevis få och eftersom urvalet har gjorts på lite olika sätt i de två länderna, är det svårt att dra några slutsatser, men en generell iakttagelse är att i de flesta regionerna är det endast omkring en tredjedel av vägmarkeringslängden som uppfyller klassen RW2 (35 mcd/m²/lx).

Som nämnts tidigare kan detta projekt anses vara en pilotstudie och arbetet har visat att det finns potential till förbättringar:

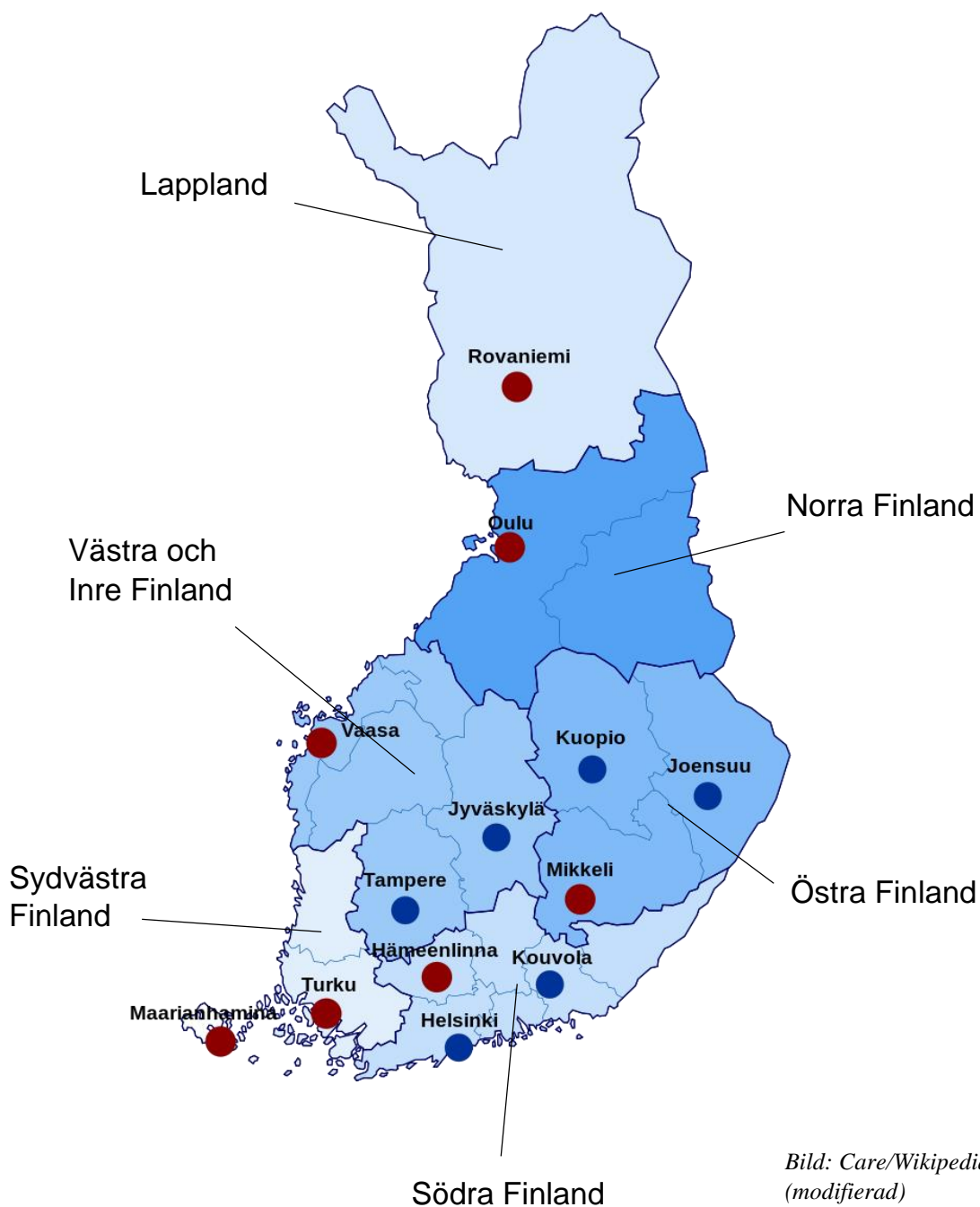
- I Norge och Sverige, där profilerade markeringar är ganska vanliga, bör urvalet styras så att mätning av våtfunktion görs på åtminstone ett objekt i varje fylke/län.
- Mätning på torra markeringar bör göras i större omfattning än i denna studie, för att få mer tillförlitliga resultat, framför allt med avseende på regionerna.
- Det är önskvärt att, liksom i Finland 2014, alla mätningar görs före åtgärd. Vägar vars vägmarkeringar har åtgärdats helt eller delvis ska inte ingå i urvalet.
- För att öka möjligheten att förklara resultaten bör fler bakomliggande variabler registreras, t.ex. vägens kurvatur, saltning, antal plogtillfällen, etc.
- Vägmarkeringarnas synbarhet och möjligen även andra mått relaterade till trafikanternas behov bör redovisas.
- Datainsamlingen måste styras upp, dels så att mätobjekten är lika långa i alla länder, dels så att data från alla länder levereras i samma format.

Författarna föreslår att ett seminarium anordnas, till exempel i samband med ordinarie NMF-möte, för att diskutera ovan presenterade resultat samt en eventuell fortsättning.

Referenser

- Fors, C., Yahya, M-R. & Lundkvist, S-O. (2015). *Tillståndsmätning av vägmarkeringars funktion 2014*. VTI notat 12-2015, Statens väg- och transportforskningsinstitut, Linköping.
- Lundkvist, S-O. och Yahya, M-R. (2014). *Tillståndsmätning av vägmarkeringars funktion 2013*. VTI notat 4-2014, Statens väg- och transportforskningsinstitut, Linköping.
- Nygårdhs, S. och Lundkvist, S-O. (2004). *Tillståndsmätning av vägmarkeringarnas funktion i Norden 2003*. VTI notat 44-2004, Statens väg- och transportforskningsinstitut, Linköping.
- Statens vegvesen (2014a). *Statens vegvesen Håndbok N302. Vegoppmerking. Tekniske bestemmelser och retningslinjer for anvendelse og utforming*. Statens vegvesen, Norge. Webblänk: http://www.vegvesen.no/_attachment/69741/binary/964087?fast_title=H%C3%A5ndbok+N302+Vegoppmerking.pdf
- Statens vegvesen (2014b). *Statens vegvesen Håndbok R610. Standard for drift og vedlikehold av riksveger*. Statens vegvesen, Norge. Webblänk: http://www.vegvesen.no/_attachment/61430/binary/964067?fast_title=H%C3%A5ndbok+R610+Standard+for+drift+og+vedlikehold+av+riksveger.pdf
- Tiehallinto (2004). *Tiemerkinnät*. Luonnos 23.03.2004, Tiehallinto, Helsinki, Finland. Webblänk: http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2000005-04tiemerkinnat_ohje24032004.pdf
- Tiehallinto (2007). *Tiemerkintöjen laatuvaatimukset*. Tiehallinto, Helsinki, Finland. Webblänk: http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2200014-v-08tiemerkintojen_laatuvaatimukset.pdf
- Trafikverket (2012). *Krav för vägars och gators utformning*. Trafikverket publikation 2012:179. Trafikverket, Sverige. Webblänk: <http://online4.ineko.se/trafikverket/Product/Detail/43669>

Finland



Norge

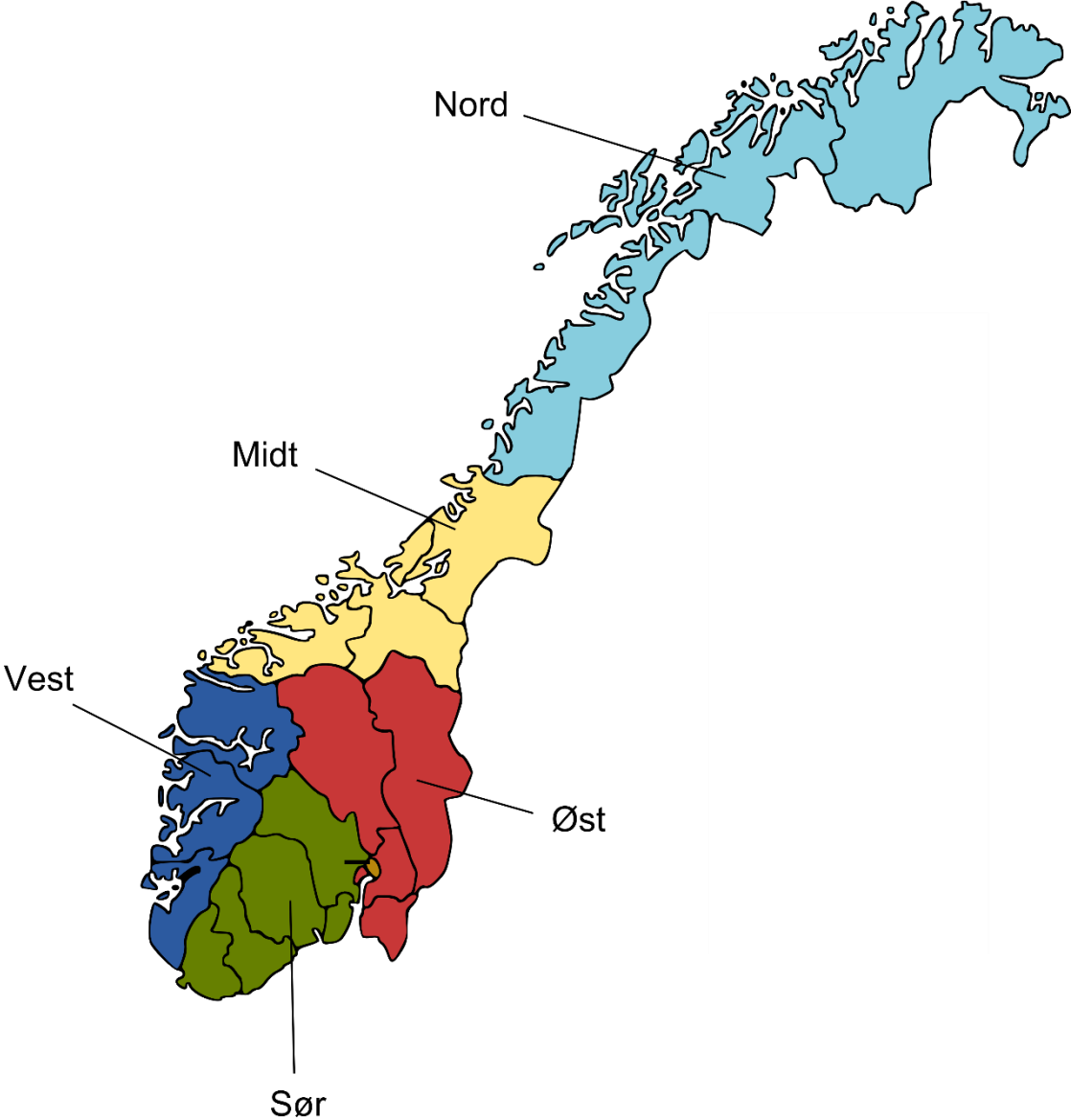


Bild: Reis & Tereso/CC-BY-SA-2.5 (modifierad)

Sverige

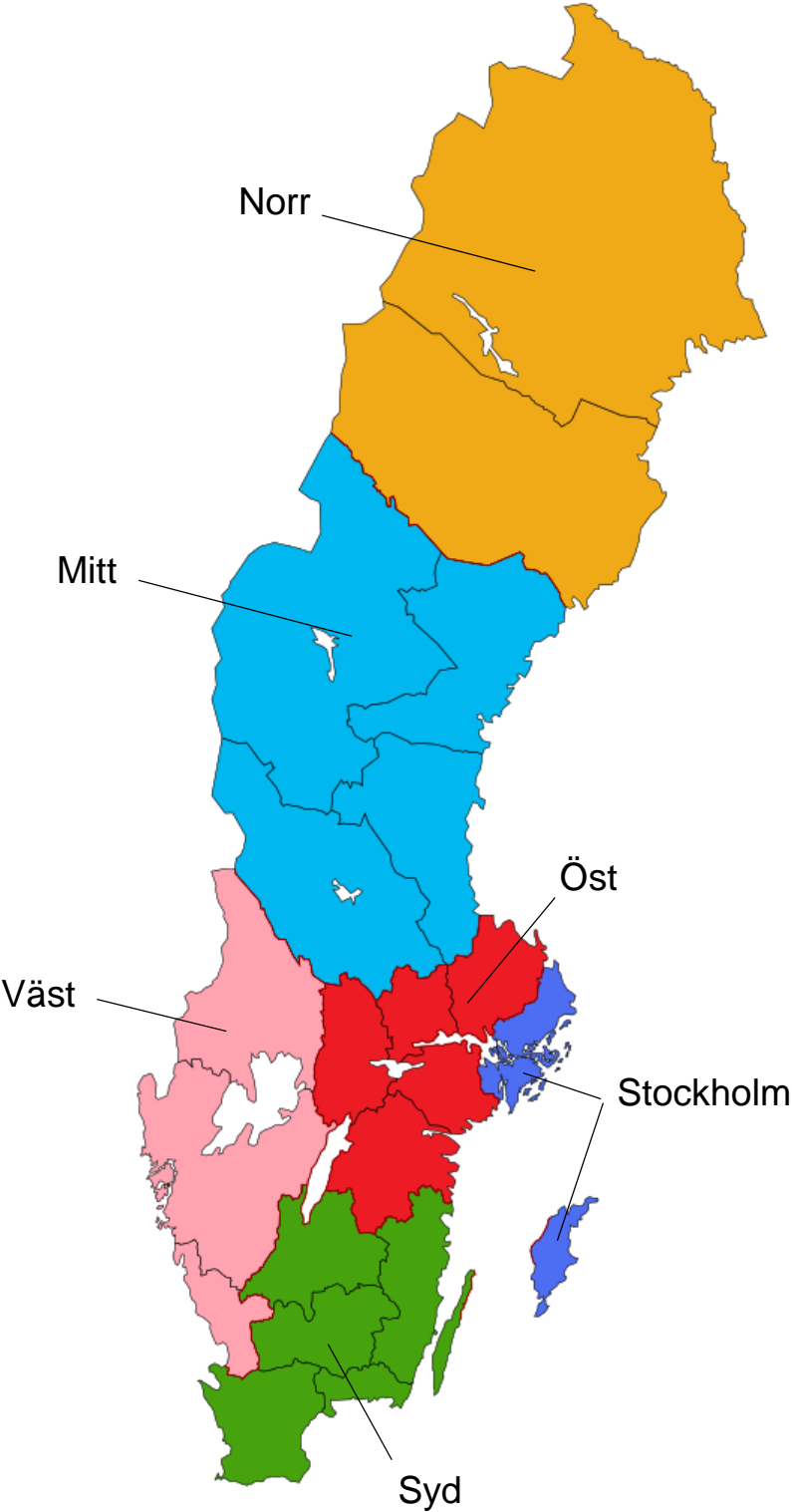


Bild: Lokal_Profil/CC-BY-SA-2.5 (modifierad)

Bilaga 2 – Detaljerad analys för Norge

Nedan redovisas resultat per fylke. Det bör noteras att antalet objekt per fylke är relativt få, vilket innebär att det finns en osäkerhet i resultaten. Inga statistiska analyser har därför gjorts, och man bör inte heller dra slutsatser om eventuella skillnader mellan fylken.

Antal objekt

Tabell 24 och Tabell 25 visar antalet objekt per fylke och vägklass, för torra respektive våta markeringar.

Tabell 24. Antal objekt med avseende på torra vägmarkeringar, per fylke och vägklass.

Region	Fylke	Vägklass					Totalt
		A	B	C	D	E	
Region Øst	Østfold	2	1	1	1	1	6
	Akershus	3	1	1	1	0	6
	Hedmark	2	1	1	1	1	6
	Oppland	2	1	1	1	1	6
	Totalt Region Øst	9	4	4	4	3	24
Region Sør	Buskerud	1	2	1	1	1	6
	Vestfold	2	1	1	1	1	6
	Telemark	2	1	1	1	1	6
	Aust-Agder	1	1	1	1	1	5
	Vest-Agder	2	1	1	1	1	6
	Totalt Region Sør	8	6	5	5	5	29
Region Vest	Rogaland	2	1	1	1	1	6
	Hordland	2	1	1	1	1	6
	Sogn og Fjordane	0	2	1	1	1	5
	Totalt Region Vest	4	4	3	3	3	17
Region Midt	Møre og Romsdal	2	1	1	1	1	6
	Sør-Trøndelag	0	2	1	1	1	5
	Nord-Trøndelag	1	2	1	1	1	6
	Totalt Region Midt	3	5	3	3	3	17
Region Nord	Nordland	0	1	1	1	1	4
	Troms	2	0	0	1	1	4
	Finnmark	0	0	0	1	1	2
	Totalt Region Nord	2	1	1	3	3	11
Norge	Totalt	26	20	16	18	17	97

Tabell 25. Antal objekt med avseende på våta vägmarkeringar, per fylke och vägklass.

Region	Fylke	Vägklass					
		A	B	C	D	E	Totalt
Region Øst	Østfold	1	0	0	0	0	1
	Akershus	1	0	0	0	0	1
	Hedmark	1	1	0	1	0	3
	Oppland	1	0	1	1	0	3
	Totalt Region Øst	4	1	1	2	0	8
Region Sør	Buskerud	0	0	0	0	0	0
	Vestfold	0	0	0	0	0	0
	Telemark	0	0	0	0	0	0
	Aust-Agder	0	0	0	0	0	0
	Vest-Agder	0	0	0	0	0	0
	Totalt Region Sør	0	0	0	0	0	0
Region Vest	Rogaland	1	0	1	0	1	3
	Hordland	1	0	0	0	0	1
	Sogn og Fjordane	0	0	0	1	1	2
	Totalt Region Vest	2	0	1	1	2	6
Region Midt	Møre og Romsdal	1	0	0	0	0	1
	Sør-Trøndelag	0	0	0	1	0	1
	Nord-Trøndelag	1	0	0	0	0	1
	Totalt Region Midt	2	0	0	1	0	3
Region Nord	Nordland	0	0	0	0	0	0
	Troms	0	0	0	0	0	0
	Finnmark	0	0	0	0	0	0
	Totalt Region Nord	0	0	0	0	0	0
Norge	Totalt	8	1	2	4	2	17

Retroreflexionens medelvärde

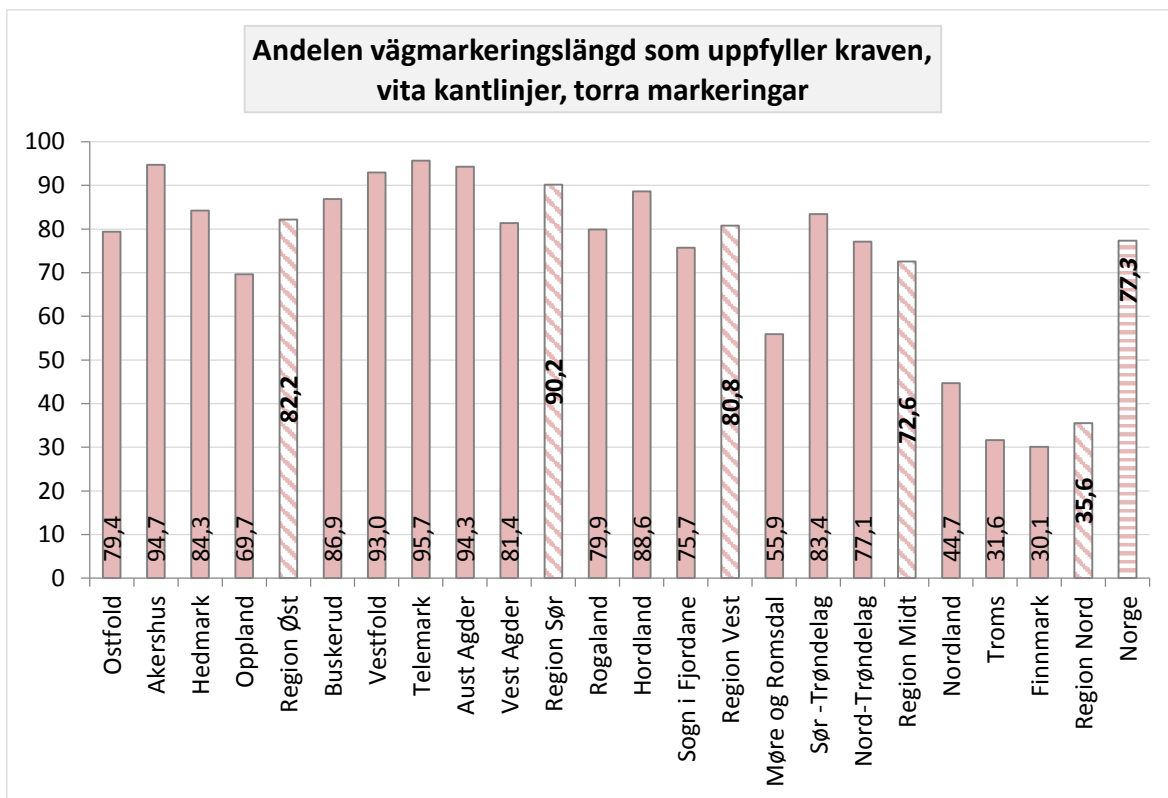
Tabell 26 visar retroreflexionens medelvärde, per fylke, för torra vita kantlinjer, torra gula mittlinjer samt våta vita kantlinjer.

Tabell 26. Retroreflexionens medelvärde, per delobjekt och fylke.

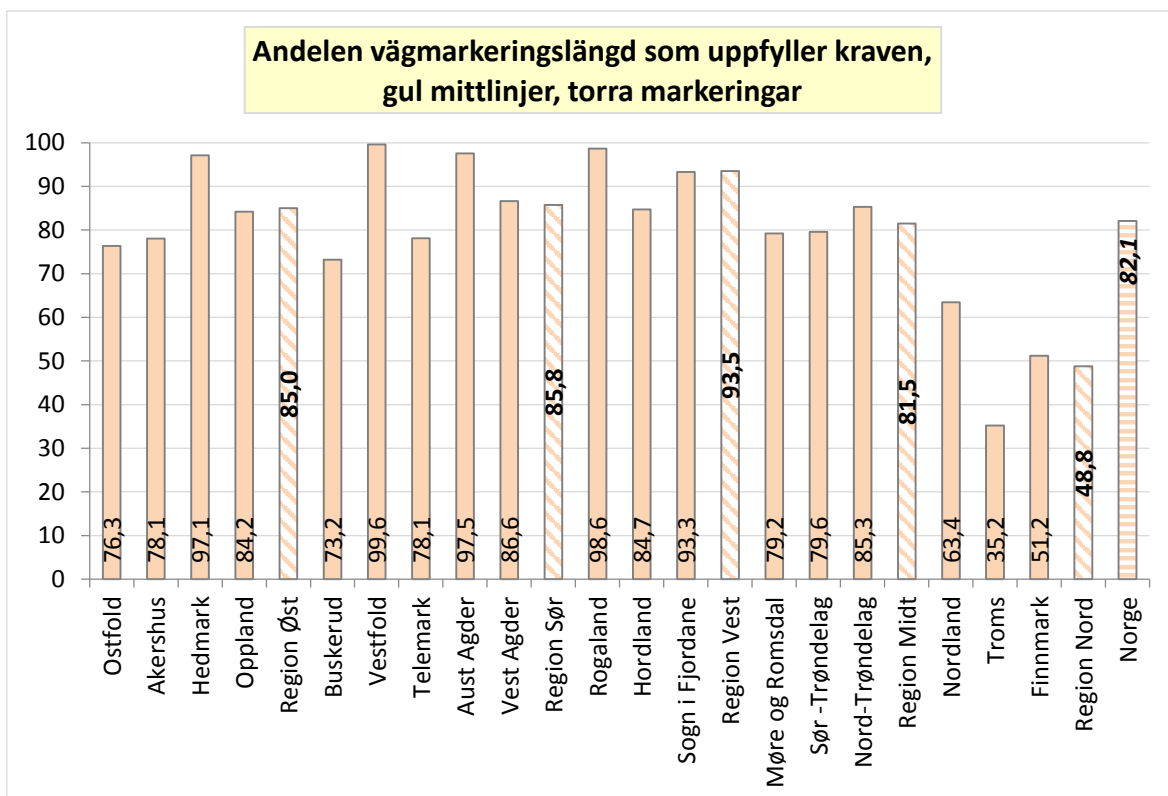
Region	Fylke	R_L (mcd/m ² /lx)		
		Vit kantlinje, torrt	Gul mittlinje, torrt	Vit kantlinje, vått
Region Øst	Østfold	177	112	43
	Akershus	197	154	59
	Hedmark	180	165	56
	Oppland	186	148	54
	Totalt Region Øst	185	147	55
Region Sør	Buskerud	180	116	-
	Vestfold	190	163	-
	Telemark	200	126	-
	Aust-Agder	238	192	-
	Vest-Agder	177	133	-
	Totalt Region Sør	195	142	-
Region Vest	Rogaland	178	152	33
	Hordland	194	147	26
	Sogn og Fjordane	206	151	20
	Totalt Region Vest	191	151	30
Region Midt	Møre og Romsdal	149	126	24
	Sør-Trøndelag	202	122	32
	Nord-Trøndelag	212	130	39
	Totalt Region Midt	189	126	30
Region Nord	Nordland	134	126	-
	Troms	68	61	-
	Finnmark	86	97	-
	Totalt Region Nord	95	92	-
Norge	Totalt	179	137	45

Andelen vägmarkeringslängd som uppfyller kraven

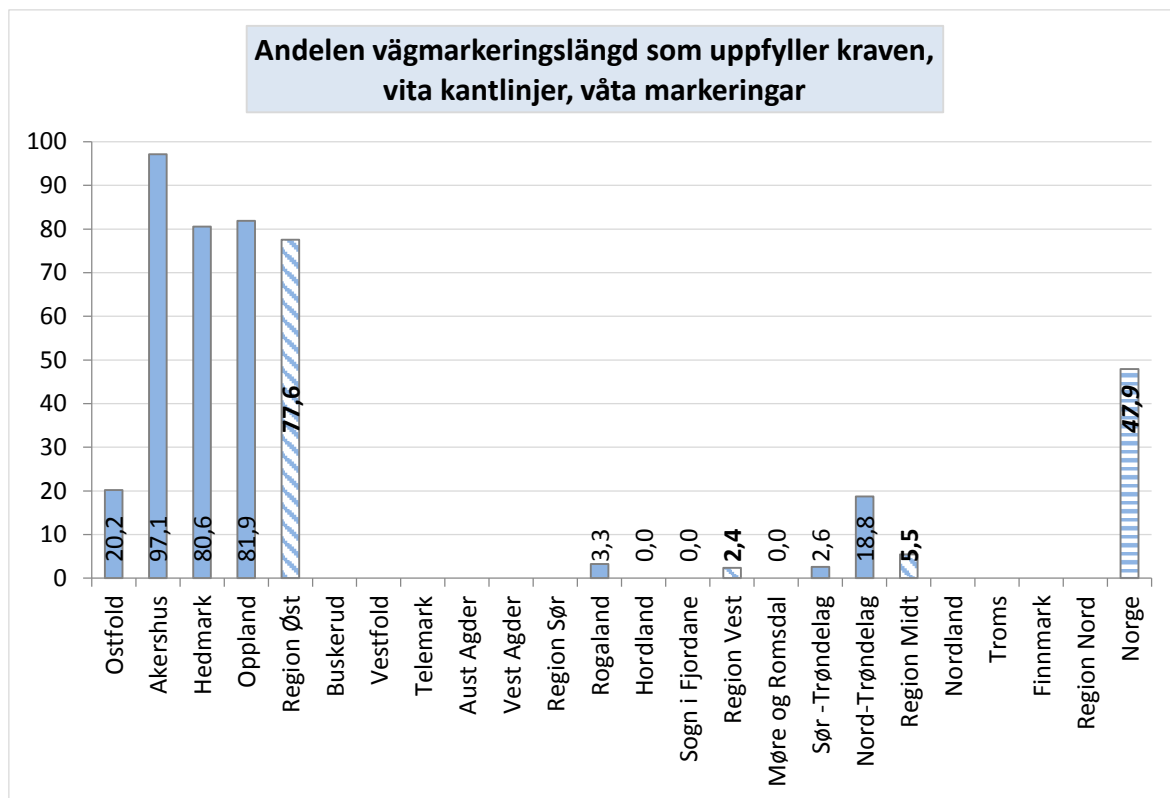
Figur 28–Figur 29 visar hur stor andel av vägmarkeringslängden som uppfyller de norska funktionskraven. För torra vita markeringar är kraven 100 mcd/m²/lx för ÅDT < 5000 respektive 150 mcd/m²/lx för ÅDT ≥ 5000. Våtkravet för vita markeringar är 50 mcd/m²/lx oavsett ÅDT. För torra gula markeringar är kravet 80 mcd/m²/lx. Våtvärden för gula markeringar redovisas inte, eftersom det bara finns enstaka delobjekt med våtfunktion.



Figur 28. Andelen vägmarkeringslängd som oppfyller funksjonskraven, med avseende på torra vita kantmarkeringar, per fylke och region i Norge.



Figur 29. Andelen vägmarkeringslängd som oppfyller funksjonskraven, med avseende på torra gula mittmarkeringar, per fylke och region i Norge.



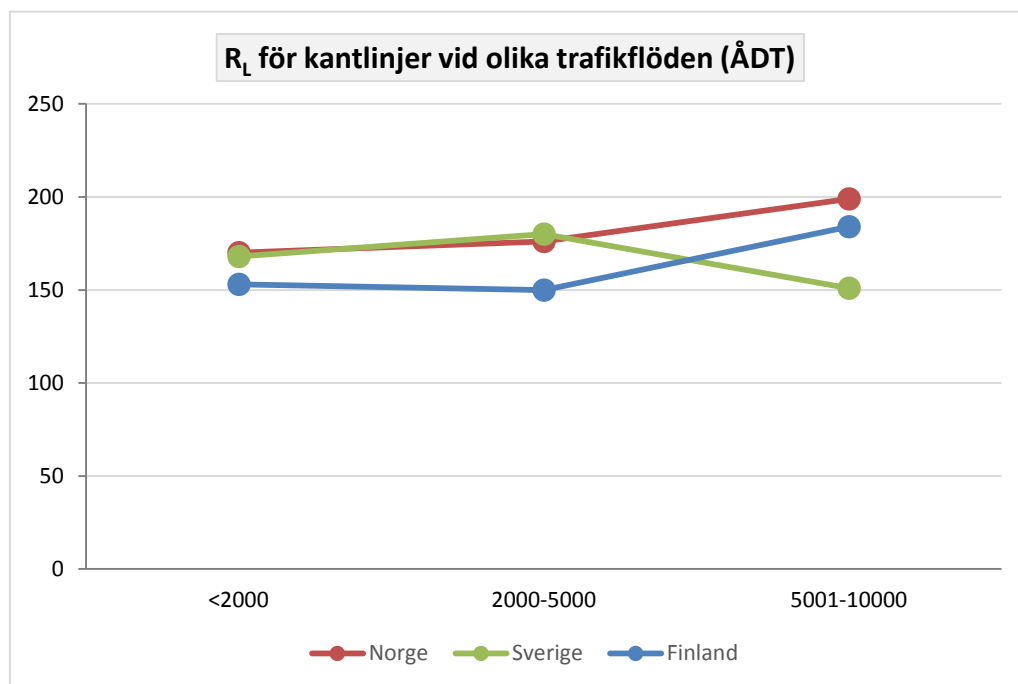
Figur 30. Andelen vägmarkeringslängd som oppfyller funksjonskraven, med avseende på våta vita kantmarkeringar, per fylke och region i Norge.

Bilaga 3 – Variansanalyser med interaktionseffekter

Retroreflexion på vägar med olika ÅDT

Kantlinjer

Figur 31 visar kantlinjernas retroreflexion på vägar med olika trafikflöden, uttryckt i årsmedeldygnstrafik (ÅDT).



Figur 31. Retroreflexionen för kantlinjer vid olika trafikflöden (ÅDT) i Norge, Sverige och Finland.

Variansanalysen kunde inte påvisa någon signifikant skillnad i retroreflexion för vägar med olika ÅDT, Tabell 27. Däremot finns det en signifikant effekt av *LAND*, d.v.s. retroreflexionen skiljde mellan länderna. Ett post-hoc-test visar att retroreflexionen i Norge var högre än i Finland, däremot skiljde sig R_L i Sverige inte signifikant från vare sig Norge eller Finland. Av Figur 31 framgår att de tre linjerna inte är parallella: I Sverige har de högtrafikerade lägre värden än de lågtrafikerade. Detta borde visa sig som en signifikant interaktionseffekt i Tabell 27. Att så inte är fallet förklaras av otillräckligt antal observationer. Emellertid kan man konstatera att interaktionseffektens styrka, η^2 , är starkare än den signifikanta effekten av *LAND*. Detta indikerar, att med fler observationer hade sannolikt en signifikant interaktionseffekt kunnat påvisas. Om man gör ett post-hoc-test visar det sig också att retroreflexionen på vägar med ÅDT 5000–10000 var signifikant högre i Norge än i Sverige. På vägar med ÅDT 2000–5000 var kantlinjernas retroreflexion högre i Sverige än i Finland.

Tabell 27. Variansanalys avseende torra kantmarkeringars retroreflexion för variablerna *LAND* och *ÅDT*.

Variabel	F-kvot	p-värde	η^2
<i>LAND</i>	3,20	<0.05	0,015
<i>ÅDT</i>	1,20	>0.05	0,006
<i>LAND</i> x <i>ÅDT</i>	1,96	>0.05	0,018

Mittlinjer

En jämförelse mellan mittlinjer i de tre länderna haltar något eftersom Norge har gula, Sverige vita och Finland vita och/eller gula mittmarkeringar. Antalet observationer är dessutom litet, ungefär hälften av antalet observationer för kantlinjer, eftersom det finns endast en mittlinje i varje objekt. Några utförliga analyser redovisas därför inte.

En jämförelse mellan vita mittmarkeringar i Sverige och Finland visar att mittlinjerna i Sverige har signifikant högre retroreflexion än de i Finland. Någon effekt av ÅDT kan dock inte påvisas.

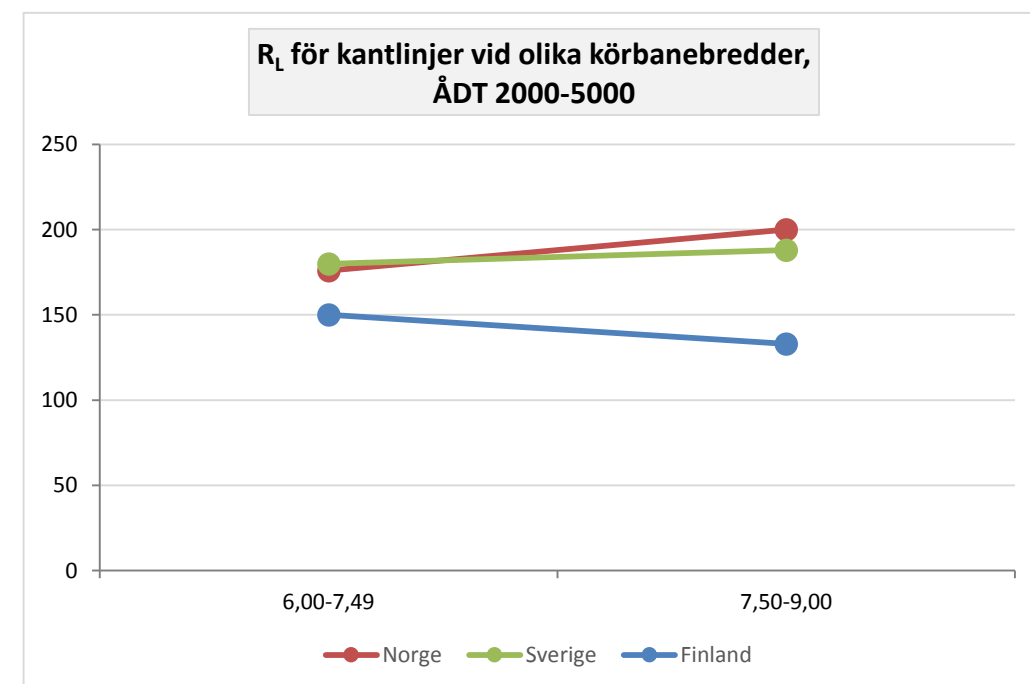
Jämförelsen mellan gula mittmarkeringar i Norge och Finland visar att retroreflexion är högre i Norge än i Finland, men endast på vägar med ÅDT 2000 – 5000. På vägar med lägre eller högre ÅDT kunde ingen skillnad påvisas. Det finns en tydlig tendens till att gula mittlinjer har högre retroreflexion på det högtrafikerade än på lågtrafikerade vägar.

Retroreflexion på vägar med olika körbanebredd

En inledande trevägs variansanalys (redovisas ej) visar på flera tvåvägs, och även en trevägs interaktionseffekt. Det finns därför skäl att splittra upp trevägsanalysen i två tvåvägs analyser med *LAND* och *KÖRBANE BREDD* som oberoende variabler.

Kantlinjer på vägar med ÅDT 2000–5000

Figur 32 visar retroreflexionen för de två körbanebredderna i de tre länderna. Tabell 28 visar tillhörande variansanalys.



Figur 32. Retroreflexionen för kantlinjer på vägar med körbanebredderna 6,00–7,49 m respektive 7,50–9,00 m, i Norge, Sverige och Finland. Avser vägar med ÅDT 2000 – 5000.

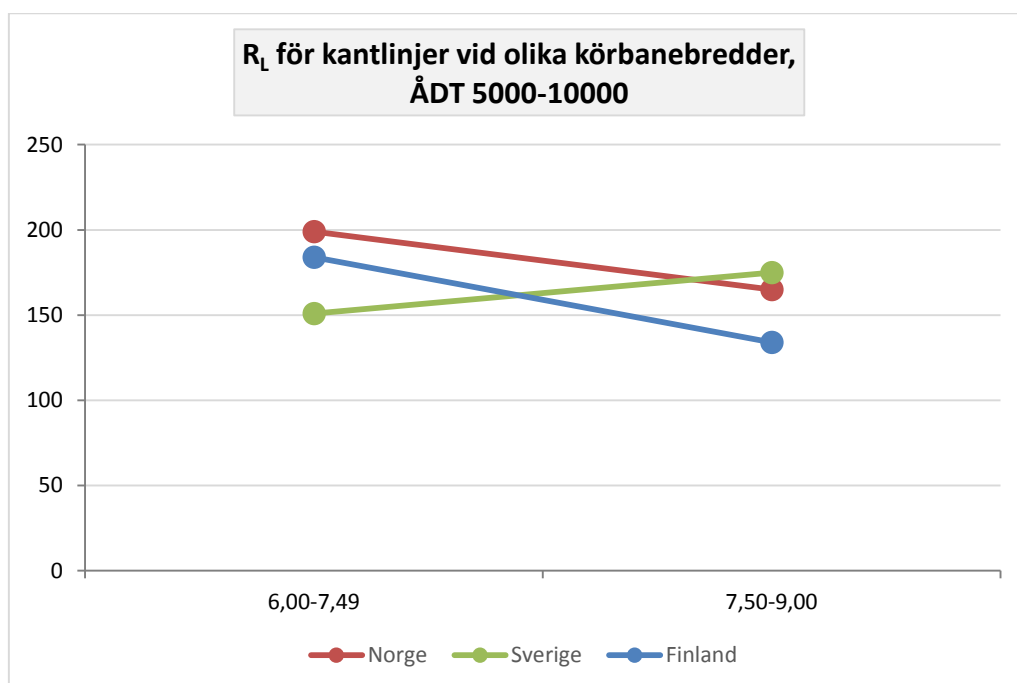
Variansanalysen kunde inte påvisa någon signifikant skillnad i retroreflexion för vägar med olika körbanebredd för de tre länderna sammantaget. Men, liksom för analysen av trafikflödets inverkan, finns en signifikant skillnad mellan länderna. Post-hoc-test visar att Finland avviker från Norge och Sverige: I Finland är kantlinjernas retroreflexion lägre, oavsett körbanebredd, men detta är mer påtagligt på de bredare vägarna. Någon effekt av körbanebredd kunde inte påvisas i Norge eller Sverige, men i Finland har således de bredare vägarnas vägmarkeringar lägre retroreflexion än de smalare.

Tabell 28. Variansanalys avseende torra kantmarkeringars retroreflexion för variablerna LAND och KÖRBANE BREDD. Avser vägar med ÅDT 2000 – 5000.

Variabel	F-kvot	p-värde	η^2
LAND	24,80	<0.001	0,137
KÖRBANE BREDD	0,72	>0.05	0,002
LAND x KÖRBANE BREDD	3,38	<0.05	0,021

Kantlinjer på vägar med ÅDT 5000–10000

Figur 33 visar retroreflexionen för de två körbanebredden i de tre länderna. Tabell 29 visar tillhörande variansanalys.



Figur 33. Retroreflexionen för kantlinjer på vägar med körbanebredden 6,00–7,49 m respektive 7,50–9,00 m, i Norge, Sverige och Finland. Avser vägar med ÅDT 5000 – 10000.

På smalare vägar är retroreflexionen lägre i Sverige än i Norge, men någon skillnad mot Finland kunde inte påvisas.

Figur 32 och Figur 33 visar tydligt de interaktionseffekter som innebar en trippelinteraktion: Linjerna i de två figurerna skiljer sig signifikant från parallellitet och de skiljer sig dessutom åt på olika vis. På vägar med bredden 7,5–9 meter har markeringarna i Finland lägre retroreflexion än de i Norge och Sverige.

Tabell 29. Variansanalys avseende torra kantmarkeringars retroreflexion för variablerna LAND och KÖRBANE BREDD. Avser vägar med ÅDT 5000 – 10000.

Variabel	F-kvot	p-värde	η^2
LAND	4,25	<0,025	0,047
KÖRBANE BREDD	5,99	<0,025	0,034
LAND x KÖRBANE BREDD	5,76	<0,005	0,063

Mittlinjer

Jämförelsen av vita mittlinjer i Sverige och Finland visar på flera interaktionseffekter och att en uppsplittring på fyra envägs analyser måste göras. Dessa analyser kan inte påvisa någon effekt av ÅDT, men däremot KÖRBANE BREDD: Vita mittlinjer på vägar med körbanebredden 6,00 – 7,49 m och ÅDT 5000 – 10000 har ungefär samma retroreflexion i de två länderna. På motsvarande körbanebredd med ÅDT 2000 – 5000 och på lågtrafikerade vägar, oavsett körbanebredd är mittlinjernas retroreflexion högre i Sverige än i Finland.

Analysen av gula mittlinjer i Norge och Finland kan inte påvisa någon effekt, vare sig av ÅDT eller KÖRBANE BREDD. Denna analys visar endast att gula mittlinjer i Norge har högre retroreflexion än de i Finland.

VTI, Statens väg- och transportforskningsinstitut, är ett oberoende och internationellt framstående forskningsinstitut inom transportsektorn. Huvuduppgiften är att bedriva forskning och utveckling kring infrastruktur, trafik och transporter. Kvalitetssystemet och miljöledningssystemet är ISO-certifierat enligt ISO 9001 respektive 14001. Vissa provningsmetoder är dessutom ackrediterade av Swedac. VTI har omkring 200 medarbetare och finns i Linköping (huvudkontor), Stockholm, Göteborg, Borlänge och Lund.

The Swedish National Road and Transport Research Institute (VTI), is an independent and internationally prominent research institute in the transport sector. Its principal task is to conduct research and development related to infrastructure, traffic and transport. The institute holds the quality management systems certificate ISO 9001 and the environmental management systems certificate ISO 14001. Some of its test methods are also certified by Swedac. VTI has about 200 employees and is located in Linköping (head office), Stockholm, Gothenburg, Borlänge and Lund.

HEAD OFFICE
LINKÖPING
SE-581 95 LINKÖPING
PHONE +46 (0)13-20 40 00

STOCKHOLM
BOX 55685
SE-102 15 STOCKHOLM
PHONE +46 (0)8-555 770 20

GOTHENBURG
BOX 8072
SE-402 78 GOTHENBURG
PHONE +46 (0)31-750 26 00

BORLÄNGE
BOX 920
SE-781 29 BORLÄNGE
PHONE +46 (0)243-44 68 60

LUND
Scheelevägen 2
SE-223 81 LUND
PHONE +46 (0)46-540 75 00

