

VTI notat 44-2004

Tillståndsmätning av väg- markeringarnas funktion i Norden 2003

Författare	Sara Nygårdhs och Sven-Olof Lundkvist
FoU-enhet	Drift och Underhåll
Projektnummer	50330
Projektnamn	Nordisk tillståndsbeskrivning av väg- markeringar
Uppdragsgivare	Vejdirektoratet, Danmark Vegdirektoratet, Norge Vägförvaltningen, Finland Vägverket, Sverige

Förord

Denna studie är utförd inom ramen för NMF – Nordiskt Möte för Förbättrad Vägutrustning.

Beställare är de nordiska vägmyndigheterna, där kontaktmän har varit **Kenneth Kjemtrup** (Vejdirektoratet, Danmark), **Pauli Velhonoja** (Vägförvaltningen, Finland), **Morten Hafting** (Vegdirektoratet, Norge) och **Jan-Erik Elg** (Vägverket, Sverige). De fysikaliska mätningarna har utförts av **LG RoadTech AB** (Danmark, Norge och Sverige) och **VTT** (Finland). Analys och utarbetande av detta notat har gjorts av Sara Nygårdhs och S-O Lundkvist, VTI.

Linköping juli 2004

Sven-Olof Lundkvist

Innehållsförteckning		Sid
Sammanfattning		5
1	Inledning	7
1.1	Bakgrund	7
1.2	Syfte	8
1.3	Definitioner och begränsningar	8
1.4	Indelning i geografiska områden	8
2	Metod	9
2.1	Fysikalisk mätmetod	9
2.2	Indelning i strata, regioner, objekt och delobjekt	9
3	Analys	11
3.1	Analys med avseende på gällande funktionskrav	11
4	Resultat	12
4.1	Generellt	12
4.2	Generella resultat mellan länderna	12
4.2.1	Per land	12
4.2.2	Per län	13
4.3	Jämförelser inom länderna	14
4.3.1	Sverige	14
4.3.2	Norge	14
4.3.3	Danmark	15
4.3.4	Finland	15
4.4	Speciella jämförelser	15
4.4.1	Europavägar	15
4.4.2	Skåne län och Frederiksborg amt inom stratum 3	15
4.4.3	Huvudstads-län	15
5	Kommentarer och diskussion	16
 Bilaga		

Sammanfattning

Tillståndsmätningar av torra vägmarkeringars retroreflexion har gjorts i Danmark, Finland, Norge och Sverige under sommaren 2003. Syftet med dessa mätningar var att jämföra vägmarkeringarnas funktion inom och mellan länderna.

Mätningarna utfördes med det mobila instrumentet Ecodyn 30 på absolut torra vägmarkeringar. De sträckor som har mätts är inte helt slumpmässigt valda, men ändå kan vissa intressanta jämförelser göras:

I Danmark hade vägmarkeringar på statsvägar lägre retroreflexion än på amtsvägar i Ribe och Frederiksborg amt.

I Finland hade vägmarkeringarna i Tavastland högre retroreflexion än övriga distrikt. För övrigt var skillnaden mellan distriktens vägmarkeringar liten.

I Norge hade vägmarkeringarna på E18 högre retroreflexion än de på E6. Variationen i vägmarkeringarnas retroreflexion längs vägen var stor i Norge.

I Sverige har Region Sydöst förbättrat vägmarkeringarnas kvalitet påfallande mycket sedan mätningarna 2002.

En jämförelse mellan ländernas vägmarkeringar visar inte på några stora skillnader. Det noteras dock att de uppmätta vägmarkeringarna i Danmark 2003 har högre retroreflexion än de som mättes 2002, vilket skulle kunna förklaras av ändrad urvalsstrategi: 2003 mättes endast vägmarkeringar som var mellan ett och fyra år gamla, medan någon sådan restriktion inte fanns året innan.

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Vägmarkeringar har en viktig roll i trafiksystemet för att leda och kanalisera trafiken. God synbarhet av långsgående markeringar kan antas betyda god komfort, framkomlighet och trafiksäkerhet. Därför är det angeläget att vägmarkeringarnas funktion upprätthålls under alla tider på året.

Retroreflexionen är ett viktigt funktionskrav. Denna storhet anger vägmarkeringens synbarhet i mörker på väg utan stationär belysning. Särskilt viktigt är att synbarheten är god (dvs. att retroreflexionen är hög) under svåra siktförhållanden, då vägmarkeringen är våt. Man borde därför fokusera en tillståndsbeskrivning av vägmarkeringarnas funktion på våta vägmarkeringsytors retroreflexion.

En metod för mätning av våta vägmarkeringars retroreflexion finns beskriven i SSEN 1436. Metoden innebär att vatten hålls på en torr vägmarkeringsyta, varefter man väntar en minut och sedan avläser retroreflexionsvärdet med hjälp av en handhållen retroreflexionsmätare. Det är lätt att inse att denna funktionskontroll inte är realistisk att tillämpa i någon större skala.

Vill man göra landsomfattande funktionskontroller är en mobil mätmetod att föredra. Ett par instrument för mobil mätning av vägmarkeringars retroreflexion har utvecklats och en typ, Ecodyn 30, har använts i denna studie. Tre olika instrument, varav två från **LG RoadTech AB** (i Danmark, Norge och Sverige) och ett från **VTT** (i Finland), har utnyttjats. En nackdel med mobila metoder är att mätning på våta vägbanor är svår, eller till och med omöjlig, pga. stänk. Arbete pågår dock i syfte att finna modeller som beskriver samband mellan retroreflexionen för torr och våt yta. Inom en snar framtid hoppas man kunna mäta funktionen för torr markering samt någon ytterligare parameter och från dessa mätningar predicera den våta markeringens retroreflexion.

I dagsläget finns ingen färdig prediktionsmodell för våta vägmarkeringars retroreflexion, varför man måste nöja sig med att kontrollera det som är möjligt att mäta mobilt – funktionen för torra vägmarkeringar. Man har dock så mycket kunskap att man kan säga att en plan vägmarkering sällan eller aldrig uppfyller kravet på våtfunktion. Inte heller en vägmarkering som är utformad för en god funktion i väta, men har underkänd retroreflexion i torrt tillstånd, kan förväntas ha godkänd funktion i vått tillstånd.

Under åren 2000–2003 har tillståndsmätningar av vägmarkeringars retroreflexion gjorts i Sverige. Mätningarna har visat att funktionen har förbättrats under åren, möjligen därför att vetenskapen om att en funktionskontroll kommer att göras innebär att både väghållare och entreprenörer anstränger sig lite extra för att uppnå goda resultat.

Tillståndsmätningar av vägmarkeringars funktion kan göras av andra skäl än att förbättra vägmarkeringarnas funktion; resultaten kan exempelvis användas till att fördela medel för drift och underhåll av vägmarkeringar. En dålig vägmarkeringsstandard i förhållande till använda medel för drift och underhåll, ger en indikation om att vissa rutiner kanske borde förändras.

Under år 2002 gjordes en nordisk pilotstudie vars syfte delvis var att testa datainsamlingsmetoden, både tekniskt och administrativt. Ett annat viktigt syfte med studien var att skaffa data för möjliggörande av en bedömning av erforderligt antal mätningar i ett kommande huvudförsök. Mätresultatet användes sedan för att jämföra vägmarkeringarnas funktion inom och mellan de nordiska länderna.

Dessutom undersöktes i vilken utsträckning vägmarkeringarna uppfyllde kraven i det nationella regelverket. Denna studie har rapporterats i VTI notat 15-2003: *Lundkvist, S-O, Tillståndsmätning av vägmarkeringarnas funktion i Norden 2002*.

Under år 2003 utfördes sedan huvudförsöket, baserat på pilotstudien. De länder som deltog i detta försök var Danmark, Norge, Finland och Sverige.

1.2 Syfte

Det primära målet med denna studie är att beskriva vägmarkeringskvaliteten i Norden 2003. Man har varit intresserad av att göra jämförelser inom och mellan länderna som har ingått i studien: Sverige, Norge, Danmark och Finland.

I Danmark har jämförelser mellan statsvägar och amtsvägar i Ribe och Frederiksborg amt gjorts. I Finland har vägmarkeringarna i olika väghållardistrikt jämförts. I Norge har jämförelse gjorts mellan E6 och E18 i södra delen av landet samt även mellan några väghållardistrikt. Jämförelser inom Sverige redovisas i VTI notat 25-2004.

1.3 Definitioner och begränsningar

Mot bakgrund av vad som nämnts ovan begränsas tillståndsbeskrivningen till **torra vägmarkeringars retroreflexion**. Studien har inskränkts till att gälla kantlinjer (vänster och höger), mittlinjer och körfältlinjer (på motorväg). Följande parametrar har analyserats:

Retroreflexionens medelvärde, R_L , beräknat som retroreflexionen för varje mätplats (100 m), dividerat med antalet mätplatser i delobjektet.

Vägmarkeringskvaliteten, K , där

- $K = 0$ anger att fler än 10 % av mätplatserna i delobjektet har $R_L < 80 \text{ mcd/m}^2/\text{lux}$.
- $K = 1$ anger att fler än 10 % av mätplatserna i delobjektet har $R_L < 100 \text{ mcd/m}^2/\text{lux}$.
- $K = 2$ anger att färre än eller lika med 10 % av mätplatserna i delobjektet har $R_L < 100 \text{ mcd/m}^2/\text{lux}$.
- $K = 3$ anger att färre än eller lika med 10 % av mätplatserna i delobjektet har $R_L < 120 \text{ mcd/m}^2/\text{lux}$.

1.4 Indelning i geografiska områden

För Sverige redovisas resultaten per vägverksregion och i Finland och Norge per väghållardistrikt (*alueita* på finska). För Danmark redovisas amtsvägar i de två amten, Frederiksborg och Ribe samt alla statsvägar separat.

I mätningarna i Danmark, Finland, Norge och Sverige ingår delar av de amt, distrikt och regioner som visas i tabell 1.

Tabell 1 Översikt över de geografiska områden som har ingått i studien.

Danmark (Amt)	Finland (Distrikt)	Norge (Distrikt)	Sverige (Region)
Frederiksborg Ribe Statsvägar*	Lappland Mellersta Finland Nyland Savolax-Karelen Sydöstra Finland Tavastland Uleåborg Vasa Åbo	Aust-Agder Gudbrandsdal Hedm.-Østerdalen Nedre Buskerud Nedre Telemark Romerike Stor-Oslo Vest-Agder Vestfold Vestoppland Østfold	Mitt Mälardalen Norr Skåne Stockholm Sydöst Väst

* Avser statsvägar i flera amt i större delen av Danmark.

2 Metod

2.1 Fysikalisk mätmetod

Tillståndsbeskrivningen omfattar endast en funktionsvariabel, nämligen retroreflexionen för torra vägmarkeringar. Denna har mätts mobilt med Ecodyn 30 i en geometri som överensstämmer med SSEN 1436, dvs. den simulerar observations- och belysningsavstånden 30 meter i fordonsljus för en personbil.

Ecodyn 30 registrerar ett medelvärde för retroreflexionen för varje 100-meterssträcka. Från dessa 100-metersvärden kan retroreflexionens medelvärde över hela sträckan beräknas.

2.2 Indelning i strata, regioner, objekt och delobjekt

Vägarna i varje land kan indelas i fyra strata, beroende på årsmedeldygnstrafik (ÅDT) och antalet körfält, enligt:

Stratum 1	tvåfältsvägar med ÅDT < 2000 fordon/dygn
Stratum 2	tvåfältsvägar med ÅDT 2000-4000 fordon/dygn
Stratum 3	tvåfältsvägar med ÅDT > 4000 fordon/dygn
Stratum 4	trefälts-, fyrfälts- och motorvägar, oavsett ÅDT

Denna studie omfattar endast vägar tillhörande strata 3 och 4.

Varje sådan väg har med hjälp av en algoritm indelats i avsnitt om 10–30 km. Ett sådant vägvagnsnitt benämns **objekt**. Varje objekt har flera olika typer av längsgående vägmarkeringar. En tvåfältsväg har en kantlinje i framriktningen, en kantlinje i bakriktningen och en mittlinje, vilka benämns **delobjekt**. En motorväg har i framriktningen delobjekten höger och vänster kantlinje samt körfältslinje och motsvarande delobjekt i bakriktningen. Således omfattar en motorväg (med några undantag) sex delobjekt. Varje delobjekt har indelats i **mätplatser** om 100 meter. På tvåfältsvägar har, i alla länder utom Finland, samtliga (två eller tre) delobjekt mätts i de objekt som utvalts för kontroll, medan endast mittlinje och en kantlinje

mättes i Finland. För motorvägar mättes olika många delobjekt – från två (höger kantlinje och körfältslinje) i Finland, till sex i Danmark.

Tabell 2 visar antalet uppmätta objekt inom varje land för stratum 3 och 4.

Tabell 2 Antalet uppmätta objekt i de fyra nordiska länderna, uppdelat på strata. Stratum 3 avser tvåfältsvägar med ÅDT > 4000 fordon/dygn och stratum 4 avser flerfältsvägar.

Land	Stratum 3	Stratum 4
Danmark	33	5
Finland	27	9
Norge	19	7
Sverige	61	23

Varje land har själv fått avgöra vilka regioner och strata som skulle ingå i tillståndsbeskrivningen. De geografiska områden som ingår i denna studie har således inte valts slumpmässigt och kan beskrivas enligt följande:

I Danmark omfattar mätningarna enbart vägar vars vägmarkeringar är 1–4 år gamla, eftersom dessa omfattas av garantin. Inom landet vill man gärna göra jämförelser mellan statsvägarna, amtsvägarna i Frederiksborgs amt och amtsvägarna i Ribe amt.

I Norge omfattar mätningarna längre, sammanhängande sträckor på E18 och E6, men endast i södra delen av Norge. Alla mätningar har utförts efter det att underhållet beräknats vara klart, vilket innebär att man har en (okänd) blandning av nya och gamla vägmarkeringar. Man vill här göra jämförelser mellan de olika distrikten samt se på vägmarkeringarnas kvalitet på längre sammanhängande sträckor av huvudvägnätet.

I Sverige omfattar mätningarna 12 objekt i varje region. Tidpunkten för mätningarna har varit lika som i Norge, dvs. mätningarna har utförts efter det att underhållsåtgärderna varit färdiga. Emellertid är urvalet slumpmässigt till skillnad från det norska. I Sverige är man, utöver att göra jämförelser med de övriga länderna, intresserad av att göra jämförelser mellan regionerna. Dessa jämförelser redovisas dock inte i denna rapport.

I Finland är urvalet ungefär som i Sverige. Emellertid har man endast mätt på vägar som man vet inte ska få underhåll senare under året och urvalet är inte heller slumpmässigt bland dessa. Detta skiljer således något mot Sverige och Norge: I Finland är man *helt* säker på att vägarna inte ska åtgärdas mer under året medan man i Sverige och Norge har mätt efter det att underhållet *skulle* vara klart, oavsett om så var fallet eller ej.

3 Analys

3.1 Analys med avseende på gällande funktionskrav

Vid mätning med ett mobilt instrument måste man betänka att risk för stora slumpmässiga fel finns. Detta har utretts i VTI rapport 444, i vilken införandet av en dilemmazon föreslås.

Gränsen för godkännande av torra vägmarkeringars retroreflexion i de nordiska länderna är $100 \text{ mcd/m}^2/\text{lux}$. Antag att man mäter ett delobjekt där varje mätplats har en retroreflexion på $150 \text{ mcd/m}^2/\text{lux}$. Mäter man med ett instrument som har god noggrannhet och precision kommer man sannolikt att godkänna samtliga mätplatser och därmed hela delobjektet.

Mäter man med ett mobilt system går det inte att undvika att vissa slumpmässiga fel introduceras. Dessa beror till stor del på att mätgeometrin förändras med mätfordonets rörelser i vertikalled. De slumpmässiga felen betyder enligt analysen i VTI rapport 444, tabell 13, att risken att felaktigt underkänna en mätplats, som i verkligheten har retroreflexionsvärdet $150 \text{ mcd/m}^2/\text{lux}$, är 13 %.

Om ett delobjekt består av $n = 250$ mätplatser (dvs. är 25 km långt) och data är binomialfördelade med sannolikheten för underkännande, $p = 0,13$, kommer väntevärdet av antalet underkända mätplatser, u , att bli:

$$u = N \cdot p = 250 \cdot 0,13 = 32,5$$

Tillåter man att 10 % av mätplatserna (25 st) är underkända, innebär detta att delobjektet nästan alltid skulle underkännas, eftersom $32,5 > 25$. Vid approximation med normalfördelningen finner man att sannolikheten att underkänna ett delobjekt med det "sanna" medelvärdet $150 \text{ mcd/m}^2/\text{lux}$ blir så stor som 92 % vid mätning med Ecodyn 30.

Införs nu en dilemmazon, inom vilken inget beslut om godkänt eller icke godkänt kan tas, kan risken för felbeslut reduceras kraftigt:

Dilemmazonen $90\text{--}110 \text{ mcd/m}^2/\text{lux}$ innebär att en mätplats som har retroreflexion mellan 90 och $110 \text{ mcd/m}^2/\text{lux}$ varken godkänns eller underkänns. Man konstaterar endast att om värdet är över $100 \text{ mcd/m}^2/\text{lux}$ så är mätplatsen sannolikt godkänd och är den under $100 \text{ mcd/m}^2/\text{lux}$ är den sannolikt underkänd. Först då medelvärdet för mätplatsen understiger $90 \text{ mcd/m}^2/\text{lux}$ underkänns den och först över $110 \text{ mcd/m}^2/\text{lux}$ får den godkänt.

Vid användande av denna dilemmazon blir risken för felaktigt underkänd mätplats 9 % (enligt VTI rapport 444) och risken för felaktigt underkänt delobjekt 29 %. Denna risk kan knappast accepteras om det "sanna" värdet är så högt som $150 \text{ mcd/m}^2/\text{lux}$.

Används istället dilemmazonen $80\text{--}120 \text{ mcd/m}^2/\text{lux}$, sjunker risken för felbeslut avsevärt. Risken att felaktigt underkänna en mätplats med "sanna" värdet $150 \text{ mcd/m}^2/\text{lux}$ är 6 %. Detta innebär att väntevärdet för antalet underkända mätplatser av 250 är 15. Kravet på 10 % innebär att högst $\mu = 25$ mätplatser får vara underkända. Approximation med normalfördelningen innebär:

$$Bi(n, p) \approx N\left(n \cdot p, \sqrt{n \cdot p \cdot (1 - p)}\right) = N(m, s)$$

Med $n = 250$, $p = 0,06$ kommer data att vara normalfördelade med medelvärdet $m = 15$ och standardavvikelsen $s = 3,76$. Detta innebär att

$$\alpha = \frac{\mu - m}{s} = \frac{25 - 15}{3,76} = 2,66$$

Normalfördelningstabell ger att sannolikheten för underkännande är 0,4 %. Detta accepteras och fortsättningsvis används denna dilemmazon för att avgöra om en mätplats (och därmed ett delobjekt) är godkänd eller underkänd. Man kan då använda måttet **Vägmarkeringskvalitet**, K , såsom har beskrivits i avsnitt 1.3.

4 Resultat

4.1 Generellt

En analys över tillståndet hos vägmarkeringarnas funktion i Norden år 2003 har gjorts. I denna har delobjektens retroreflexionsmedelvärde samt vägmarkeringskvalitet använts som beroende variabler.

Oberoende variabler i analysen har varit region, väg, amt, distrikt och land.

Samtliga statistiska test har gjorts på 5 %-nivån, dvs. risken för att påvisa en effekt som inte är sann är 5 %.

Clusteranalysen är inte ett statistiskt test i egentlig mening. Denna metod innebär istället att man använder en algoritm för att sammanföra exempelvis regioner med avseende på t.ex. retroreflexionen i cluster. Algoritmen maximerar skillnaderna mellan cluster medan den minimerar skillnaden inom ett cluster.

Vägmarkeringarnas synbarhet har inte analyserats. Skälet är att det känns nödvändigt att ordentligt överväga hur denna parameter ska analyseras. Vilka ska ingångsparametrarna i *Visibility* vara? Kanske inte medelvärdet speglar trafikantens behov så bra? Detta borde diskuteras inför ett införande av vägmarkeringarnas synbarhet i regelverket.

4.2 Generella resultat mellan länderna

4.2.1 Per land

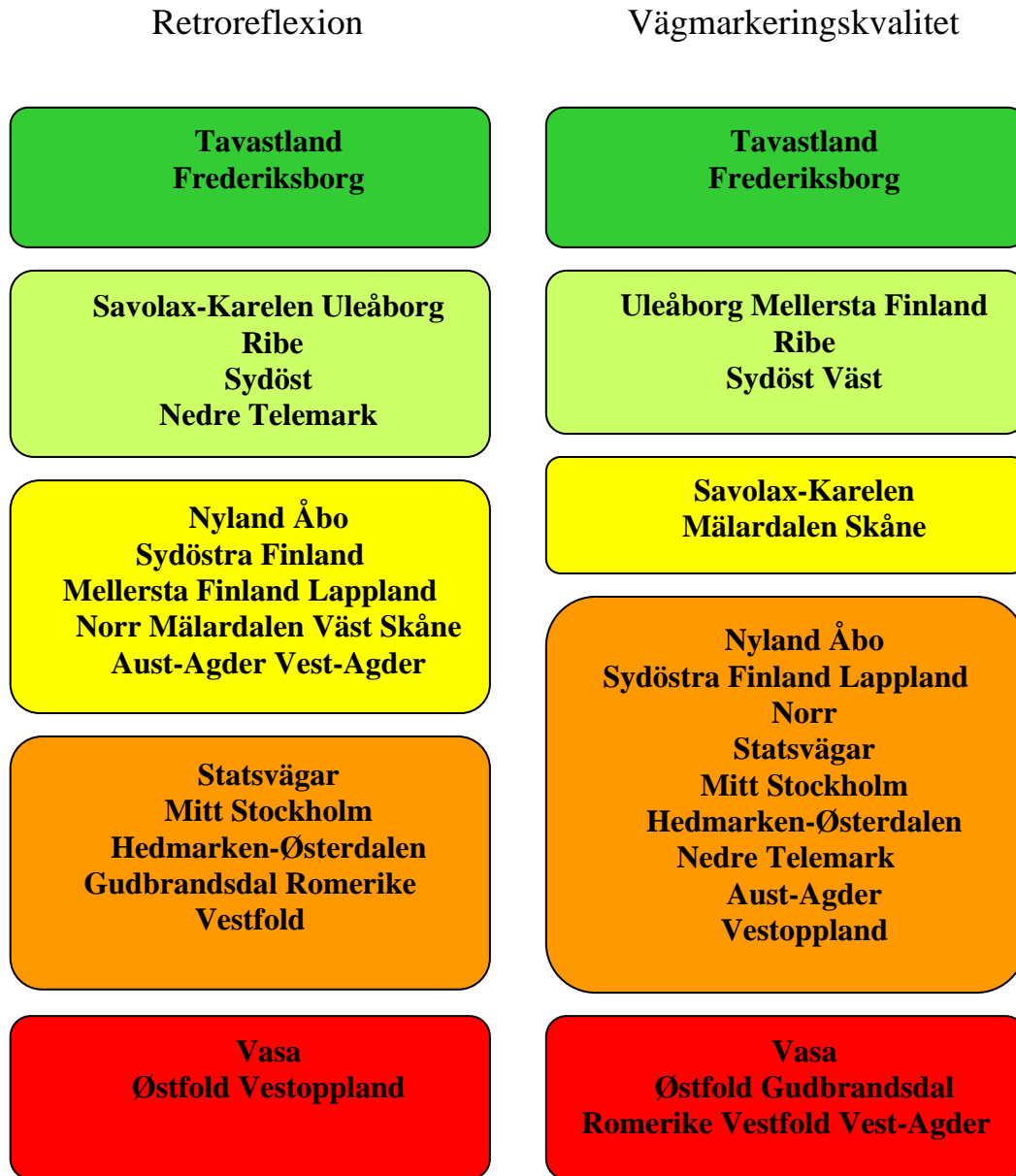
För de fyra nordiska länder som ingått i studien påvisar en variansanalys totalt över alla objekt ingen signifikant skillnad i retroreflexionen på vägmarkeringarna i Sverige, Norge, Danmark och Finland (R : $F(3; 501) = 1,93$; $p > 0,05$).

Inte heller om man delar upp analysen på stratum kan man påvisa några signifikanta skillnader. Detta gäller både stratum 3 (R : $F(3; 368) = 2,06$; $p > 0,05$) och stratum 4 (R : $F(3; 129) = 1,13$; $p > 0,05$).

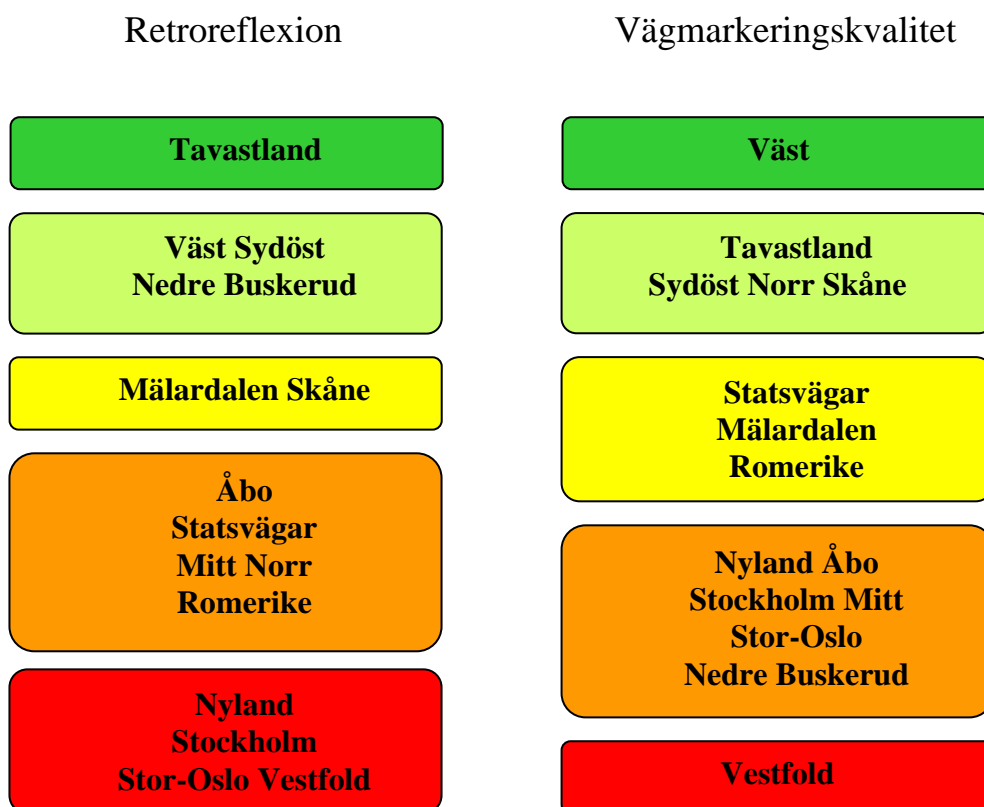
Om analysen istället delas upp på delobjekt fås resultatet att Norge har signifikant lägre retroreflexion för mittlinjerna än de övriga länderna samt att Finland har signifikant högre retroreflexion för mittlinjer än Sverige (R : $F(3; 149) = 9,35$; $p < 0,05$). I övrigt finns inga signifikanta skillnader mellan delobjektens retroreflexionsvärden i länderna.

4.2.2 Per län

Om man gör en clusteranalys och väljer att dela in regionerna, amten eller distrikten i fem grupper efter retroreflexionens medelvärde och efter vägmarkeringskvaliteten fås resultat för stratum 3 och stratum 4 enligt figurerna 1 och 2.



Figur 1 Clusteranalys avseende retroreflexionsmedelvärde respektive vägmarkeringskvalitet för de olika regioner inom stratum 3 som ingått i tillståndsbeskrivningen år 2003. Skillnaden mellan retroreflexionsvärden respektive vägmarkeringskvalitetsvärden för regioner inom en och samma ruta är mindre än till regionerna i övriga rutor. Den röda gruppen innehåller de regioner som har lägst värden medan den gröna har högst.



Figur 2 Clusteranalys avseende retroreflexionsmedelvärde respektive vägmarkeringskvalitet för de olika regioner inom stratum 4 som ingått i tillståndsbekrivningen år 2003. Skillnaden mellan retroreflexionsvärden respektive vägmarkeringskvalitetsvärden för regioner inom en och samma ruta är mindre än till regionerna i övriga rutor. Den röda gruppen innehåller de regioner som har lägst värden medan den gröna har högst.

Figurerna 1 och 2 kan tolkas enligt följande: Geografiska områden som återfinns i en gul ruta kan sägas ha en medelgod retroreflexion eller vägmarkeringskvalitet. Orange och ljusgrön innebär något under respektive över medelvärdet, medan rött och grönt innebär att man har en funktion mycket under respektive över medelvärdet.

4.3 Jämförelser inom länderna

4.3.1 Sverige

För resultat från de svenska analyserna hänvisas till VTI notat 25-2004. Medelvärden för regionerna återfinns i bilaga 1.

4.3.2 Norge

För de två undersökta vägarna, E6 och E18, kunde en signifikant skillnad påvisas för retroreflexionsmedelvärdet för stratum 3 ($R: F(1; 36)=9,937; p<0,05$), där E18 har retroreflexionsvärdet $168 \text{ mcd/m}^2/\text{lux}$, medan E6 har $117 \text{ mcd/m}^2/\text{lux}$. Skillnaden var ej signifikant för stratum 4 ($R: F(1; 18)=3,157; p>0,05$). Totalt sett gäller att E18 har signifikant högre medelvärde ($170 \text{ mcd/m}^2/\text{lux}$) jämfört med E6 ($125 \text{ mcd/m}^2/\text{lux}$) ($R: F(1; 56)=12,554; p<0,05$).

För vägmarkeringskvaliteten kunde inga signifikanta skillnader påvisas (stratum 3 => $K: F(1; 36)=2,756; p>0,05$; stratum 4 => $K: F(1; 18)=0,543; p>0,05$; totalt => $K: F(1; 56)=0,225; p>0,05$).

4.3.3 Danmark

Det kunde inte påvisas någon signifikant skillnad mellan medelvärdena av retroreflexionen eller vägmarkeringskvaliteten i Ribe och Frederiksborg amt ($R: F(1; 74)=0,786; p>0,05$; $K: F(1; 74)=4,441; p>0,05$), varken totalt eller uppdelat på stratum, eftersom alla vägarna här tillhör stratum 3.

Signifikant skillnad mellan amts- och statsvägar kunde påvisas för stratum 3 ($R: F(1; 98)=25,240; p<0,05$; $K: F(1; 98)=71,646; p<0,05$), där amtsvägarna har en signifikant högre retroreflexion ($196 \text{ mcd/m}^2/\text{lux}$) jämfört med statsvägarna ($114 \text{ mcd/m}^2/\text{lux}$). Samma sak gäller för vägmarkeringskvaliteten. Tar man totalt över båda strata fås också signifikanta skillnader, där amtsvägarna har ett medel på $196 \text{ mcd/m}^2/\text{lux}$ och statsvägarna har $136 \text{ mcd/m}^2/\text{lux}$ ($R: F(1; 121)=16,523; p<0,05$; $K: F(1; 121)=47,242; p<0,05$).

4.3.4 Finland

En variansanalys inom stratum 3 i Finland med retroreflexion respektive vägmarkeringskvalitet som beroende variabel kunde påvisa signifikanta skillnader mellan vägmarkeringsfunktion i olika distrikt ($R: F(8; 45)=2,284; p<0,05$; $K: F(8; 45)=2,987; p<0,05$). Vasa distrikt har signifikant lägre retroreflexion och vägmarkeringskvalitet än Tavastland. Nyland har signifikant lägre retroreflexion än Tavastland för stratum 4. Totalt över distrikten kan man konstatera att Vasa har signifikant lägre retroreflexion och vägmarkeringskvalitet än Tavastland ($R: F(8; 63)=3,733; p<0,05$; $K: F(8; 63)=4,132; p<0,05$).

4.4 Speciella jämförelser

4.4.1 Europavägar

Retroreflexionen och vägmarkeringskvaliteten på europavägarna i Norge, Sverige, Finland och Danmark jämfördes i en variansanalys. Denna visade (med post-hoc-test) att retroreflexionen på de danska europavägarna är signifikant lägre än på övriga länders motorvägar ($R: F(3; 193) = 6,133; p<0,05$) samt att Sverige har signifikant högre vägmarkeringskvalitet än Norge ($K: F(3; 193) = 6,875; p<0,05$).

4.4.2 Skåne län och Frederiksborg amt inom stratum 3

I Region Skåne och Frederiksborg amt råder i stort sett samma förutsättningar vad gäller klimat och geografisk närhet. En jämförelse inom stratum 3 visar signifikanta skillnader mellan vägmarkeringsfunktion i länen ($R: F(1; 32)=6,850; p<0,05$; $K: F(1; 32)=14,727; p<0,05$). Resultaten visar att vägmarkeringsfunktionerna i Frederiksborg amt har ett retroreflexionsmedelvärde på $224 \text{ mcd/m}^2/\text{lux}$ och ett medelvärde för vägmarkeringskvaliteten på 2,70. Motsvarande värden i Skåne län är $174 \text{ mcd/m}^2/\text{lux}$ respektive 1,63.

4.4.3 Huvudstads-län

Det har varit av intresse att jämföra de län som innehåller huvudstäderna i de olika länderna. Eftersom mätningar inte har gjorts i Københavns amt omfattar analysen endast Region Stockholm, Stor-Oslo distrikt och Nyland distrikt. Resultatet blev

att inga signifikanta skillnader mellan huvudstadslänen kunde påvisas ($R: F(2; 55)=0,425; p>0,05; K: F(2; 55) = 0,505; p>0,05$).

5 Kommentarer och diskussion

Först ska understrykas att objekten som har mätts inte har valts slumpmässigt och att strategierna har varierat något från land till land. Detta innebär främst att det är nödvändigt att tolka jämförelser *mellan* länderna med försiktighet. *Inom* varje land har strategin för val av mätobjekt varit densamma, varför det är enklare att göra sådana jämförelser.

En jämförelse mellan de fyra länderna visar inte på några viktiga skillnader vad gäller vägmarkeringarnas funktion. Endast norska tvåfältiga europavägar verkar ha en något lägre vägmarkeringskvalitet än andra uppmätta objekt. Detta tycks främst bero på att kvaliteten längs vägen varierar, eftersom retroreflexionens medelvärde jämfört med vägmarkeringskvaliteten är förhållandevis högt.

Resultaten för 2003 avviker något från 2002 vad gäller Danmark. Både retroreflexionen och vägmarkeringskvaliteten på de uppmätta objekten 2003 var högre än på dem som mättes 2002. Detta förklaras sannolikt av ändrad urvalsstrategi; 2003 ingick endast 1–4 år gamla vägmarkeringar, medan någon sådan begränsning inte fanns 2002.

Jämför man geografiska regioner med varandra finner man att samtliga norska distrikt har en vägmarkeringskvalitet under snittet i Norden. I Finland har vägmarkeringarna i något distrikt en retroreflexion som är lägre än snittet.

Studerar man vägmarkeringskvaliteten, finner man att amtsvägarna i Danmark har värden på 2,0 (Ribe) och 2,7 (Frederiksborg). I Norge är motsvarande värde inte över 1,0 i något distrikt.

I **Danmark** har amtsvägarna i Ribe och Frederiksborg amt högre retroreflexion och vägmarkeringskvalitet än statsvägarna.

I **Finland** har Tavastland bättre vägmarkeringar än övriga distrikt. Skillnaden mot Vasa är signifikant, både vad gäller retroreflexion och vägmarkeringskvalitet. Övriga skillnader är relativt små.

I **Norge** har vägmarkeringarna på E18 högre retroreflexion än dem på E6. Däremot kunde ingen skillnad i vägmarkeringskvalitet påvisas. Det är påfallande hur låg vägmarkeringskvaliteten i Norge är jämförd med retroreflexionen. Detta visar att den sistnämnda parametern har en stor variation längs vägen.

Resultaten från **Sverige** kommenteras i VTI notat 25-2004. Det kan noteras att i Region Sydöst har vägmarkeringarna förbättrats väsentligt jämfört med tidigare år.

De skillnader som har uppmätts mellan europavägar, Skåne/Sjælland och huvudstadsregioner är svårtolkade pga. de skilda urvalsstrategierna.

Sammanfattningsvis kan sägas att tillståndsmätningarna 2003 visar hur viktigt det är att urvalen är baserade på samma kriterier i de geografiska områden som ska jämföras. Tidpunkten för mätning kan också diskuteras: Kanske vore det bättre med mätningar på våren? Dessa mätningar skulle visa om förra årets underhåll av vägmarkeringarna var tillräckligt, dvs. om funktionen kunde upprätthållas hela vintern.

Ändå har vissa intressanta resultat påvisats: När urvalet i Danmark är begränsat till 1–4 år gamla vägmarkeringar, vilket ganska väl stämmer överens med väg-

markeringarnas livslängd i övriga Norden, så finner man att de danska vägmarkeringarna i de flesta fall har en jämförelsevis bra funktion. Detta kan sannolikt förklaras av den begränsade användningen av dubbdäck på Sjælland.

I Norge är vägmarkeringskvaliteten dålig relativt retroreflexionen, vilket förklaras av att den sistnämnda varierar längs vägen. Detta skulle kunna förklaras av att de norska vägarna är kurviga och att vägmarkeringarna slits mer i höger- än i vänsterkurvor.

Slutligen kan man konstatera att det inte finns några stora, avgörande skillnader i vägmarkeringarnas funktion i de nordiska länderna.

I denna bilaga redovisas i tabell 1 medelvärden för retroreflexionen och vägmarkeringskvaliteten i länen, distrikten eller amten. Tabell 2 visar medelvärden för länderna uppdelat på strata. Utförliga resultat finns i de fyra VTI-notat som tidigare har publicerats – ett för varje deltagande nordiskt land.

Tabell 1 Medelvärden för retroreflexionen, R_L , [$\text{mcd}/\text{m}^2/\text{lux}$] och vägmarkeringskvaliteten, K , [0–3] i länen, distrikten och amten. I Danmark avses endast amtsvägarna i de två redovisade amten, medan det med statsvägar avses sådana vägar i samtliga uppmätta amt.

land	amt/distrikt/län	R_L	K
Danmark	Ribe	192	2,0
	Frederiksborg	224	2,7
	Statsvägar	136	1,0
Finland	Nyland	144	0,8
	Åbo	160	0,7
	Sydöstra Finland	168	0,5
	Tavastland	244	2,5
	Savolax-Karelen	188	1,5
	Mellersta Finland	170	2,0
	Vasa	102	0,3
	Uleåborg	186	2,0
	Lappland	165	0,7
Norge	Østfold	98	0,0
	Oslo	129	0,5
	Romerike	154	1,0
	Hedmark-Østerdalen	128	0,5
	Vestoppland	100	0,5
	Gudbrandsdal	128	0,0
	Nedre Buskerud	208	0,8
	Vestfold	142	0,2
	Nedre Telemark	189	0,8
	Aust-Agder	176	0,8
	Vest-Agder	148	0,0
Sverige	Norr	162	1,1
	Mitt	141	0,5
	Mälardalen	161	1,6
	Stockholm	141	0,6
	Sydöst	204	1,9
	Väst	176	2,0
	Skåne	176	1,7

Tabell 2 Retroreflexionens, R_L , [$\text{mcd}/\text{m}^2/\text{lux}$] och vägmarkeringskvaliténs, K , medelvärde i de fyra länderna, uppdelat på stratum 3 och 4.

land	stratum	R_L	K
Danmark	3	177	1,8
	4	160	1,2
Finland	3	170	1,3
	4	182	1,2
Norge	3	141	0,4
	4	154	0,7
Sverige	3	159	1,3
	4	182	1,6