

Speglande reflexion i våta vägbeläggningar

Störande ljus vid vägarbeten om natten

Förstudie

Sara Nygårdhs

Anita Ihs

Förord

På uppdrag av NordFoU startades under våren 2005 projektet ”Störande ljus vid vägarbeten om natten” med Sverige som projektansvarigt land. Projektansvarig vid Vägverket är Jan-Erik Elg och projektledare är Anita Ihs, VTI. I styr- och arbetsgruppen ingår Kenneth Kjemtrup (Vejdirektoratet), Morten Hafting (Vegdirektoratet), Tuomas Österman (Tiehallinto), Jan-Erik Elg (Vägverket), Erik Randrup (Vejdirektoratet), Kai Sørensen (DELTA), Arve Augdal (SINTEF), Esko Tuhola (Tiehallinto), Tommy Bäckström (Vägverket) (t.o.m. augusti 2005) samt Björn Hedén, (Vägverket Region Väst) (fr.o.m. november 2005).

Under 2005 genomfördes fyra förstudier, en i respektive land. Detta notat utgör avrapportering av den förstudie om speglade reflexion i våta vägbeläggningar som genomförts i Sverige. Samtliga mätningar har utförts av Sara Nygårdhs och Behzad Kouchehi, båda VTI. Sven-Olof Lundkvist, VTI, har bistått med expertstöd vid testmätningar, försöksplanering och analys.

Linköping maj 2006

Anita Ihs

Kvalitetsgranskning

Intern peer review har genomförts 2006-05-15 av Sven-Olof Lundkvist. Sara Nygårdhs har genomfört justeringar av slutligt rapportmanus 2006-05-24. Projektledarens närmaste chef Gudrun Öberg har därefter granskat och godkänt publikationen för publicering 2006-06-19.

Quality review

Internal peer review was performed by Sven-Olof Lundkvist on 2006-05-15. Sara Nygårdhs has made alterations to the final manuscript of the report on 2006-05-24. The research director of the project manager, Gudrun Öberg, examined and approved the report for publication on 2006-06-19.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	5
Summary	7
1 Bakgrund	9
2 Syfte	11
3 Metod.....	12
4 Val av mätsträckor	15
4.1 Mätsträckor	15
4.2 Mätningar.....	19
5 Resultat.....	21
5.1 Speglande reflexion	21
5.2 Retroreflexion och luminanskoefficient	29
5.3 Texturmätningar i Sverige.....	32
6 Diskussion	33
6.1 Jämförelser inom länder	33
6.2 Slutsatser.....	34
6.3 Erfarenheter från mätningarna.....	34
Referenser.....	36
Bilaga	

Speglade reflexion i våta vägbeläggningar – Störande ljus vid vägarbeten om natten

av Sara Nygårdhs och Anita Ihs

VTI

581 95 Linköping

Sammanfattning

Med hänsyn tagen till trafiken, utförs vägarbeten i allt större utsträckning nattetid. I sådana fall är belysning en mycket viktig faktor att ta hänsyn till. Det är viktigt att trafikanten får en god visuell ledning förbi vägarbetsplatsen och att han eller hon inte blir bländad av arbetsplatsbelysning, speglingar i vägbanan och annat. Samtidigt ska säkerheten och arbetsplatsbelysningen för vägarbetaren vara god.

Detta notat rapporterar om en förstudie inom det samnordiska projektet *Störande ljus vid vägarbeten om natten*. Syftet med projektet är att förbättra säkerheten både för de trafikanter som ska passera en vägarbetsplats när det är mörkt och för de personer som arbetar på vägarbetsplatsen. Speciellt gäller detta vägarbeten nattetid på större vägar.

I huvudprojektet ska störningen som de olika elementen – blinkljus, fordonsljus, belysningsarmaturer, speglingar, m.m. – orsakar för föraren som ska passera vägarbetsplatsen undersökas, både enskilt och i kombination. Projektet ska leda till förslag till förbättring och samordning av gällande regelverk i Norden.

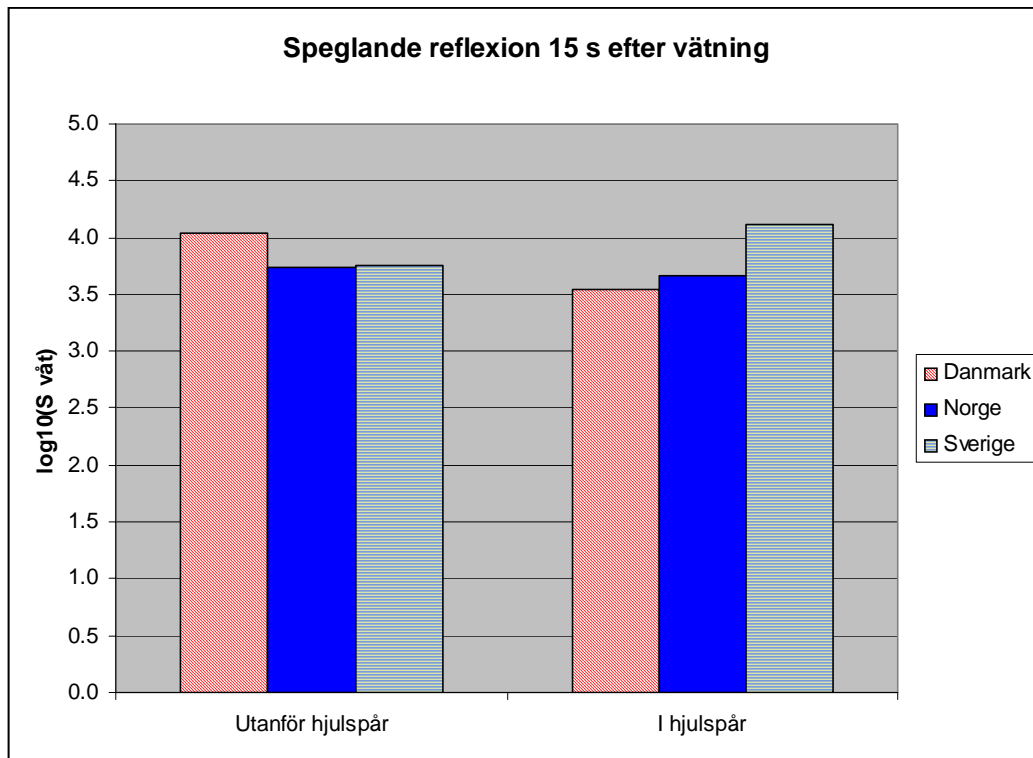
Speglingar i körbanan, speciellt vid vått väglag, kan upplevas som ett problem för trafikanterna. Om vägbeläggningen är fuktig uppstår bländning, t.ex. från mötande fordons strålkastare eller från blinkande ljus och skyltar vid vägarbetet.

I denna förstudie har en undersökning av den speglade reflexionen i några typiska nordiska vägbeläggningar gjorts, vilken ska ge ett underlag till planering av huvudstudien. Syftet med förstudien har främst varit att kartlägga vilka värden på speglade reflexion, retroreflexion och luminanskoefficient som är vanliga för vägbeläggningar i de skandinaviska länderna Danmark, Norge och Sverige. Finland, som ursprungligen också skulle ha ingått i studien, har av resurs- och tidsskäl fått utgå tillsvidare.

Mätning av den speglade reflexionen har gjorts på torra och våta vägytor med en modifierad retroreflektometer (av typen LTL-X). Denna har kompletterats med en lodrät spegel som riktar observationsriktningen mot belysningsriktningen på ett sådant sätt att det motsvarar att en bilist betraktar en punkt på vägbeläggningen som ligger 30 meter framför fordonet, och som belyses av en bilstrålkastare som befinner sig ytterligare 30 meter längre fram. Eftersom instrumentet var relativt oprövat var syftet med denna förstudie också att skaffa erfarenheter och rutiner för mätning av speglade reflexion.

Eftersom de beläggningar på vilka mätningar genomförts var så olika slitna, bland annat beroende på skillnader i ålder och trafikmängd, så är det svårt att dra några slutsatser angående skillnader i speglade reflexion mellan olika beläggningstyper.

I figuren nedan visas logaritmerade medelvärden för de fem utvalda beläggningstyperna i Danmark, Norge respektive Sverige. Värdena avser den uppmätta speglade reflexionen 15 s efter vätning i, respektive mellan, hjulspår.



Erfarenheterna från själva genomförandet av mätningarna kan sammanfattas i följande problempunkter:

- **Tidtagning**
Den speglade reflexionen visade sig vara mycket känslig för små tidsskillnader omedelbart efter vätning. Mätresultaten vid ”direkt”-mätning (1–5 s efter vätning) kunde därför variera mycket. Stabilare resultat erhöles vid mätningarna som gjordes omkring 15 respektive 60 sekunder efter vätning.
- **Urvalskriterier**
För att jämförande mätningar på olika beläggningstyper ska vara meningsfulla är det viktigt att dessa har varit utsatta för samma slitage, dvs. de ska ha ungefär samma ålder, trafikbelastning, klimatpåverkan, etc.
- **Lokala förhållanden**
Vattenmängden efter vätning och därmed storleken på den speglade reflexionen påverkas av flera faktorer såsom vägens lutning, att fordon kör över mätpunkten mellan mätningarna och av väderförhållandena (temperatur, soligt/molnigt, etc.).

Specular reflection on wet road surfaces – Disturbing lights during roadworks at night

by Sara Nygårdhs and Anita Ihs
VTI (Swedish National Road and Transport Research Institute)
SE-581 95 Linköping Sweden

Summary

With respect to traffic, roadworks are to an ever increasing extent performed during the dark hours. In these cases, lighting is a critical factor to consider. It is important that the road-user experiences good visual guidance past the road work area and that he or she is not bothered by glare from road work lighting, reflections in the roadway and other things. The safety and road work lighting should at the same time be good for the road-worker.

This report reports on a pre-study of the joint Nordic project *Störande ljus vid vägarbeten om natten* (Disturbing lights during roadworks at night). The purpose of the project is to improve the safety both for road-users passing a roadwork area in the dark and for the persons working at the roadwork area. This particularly applies to night-time roadworks on major roads.

In the main project, the disturbance that the different elements – flashing lights, vehicle lighting, electric fittings, reflections, etc. – cause the driver passing the roadwork area will be investigated, both separately and combined with each other. The project should lead to proposals for improvement and co-ordination of current regulations in the Nordic countries.

Reflections in the roadway, especially when the roads are wet, can be experienced as problematic for the road-users. If the road surface is damp, glare occurs, for example from oncoming vehicle headlights or from flashing lights and signs by the road work area.

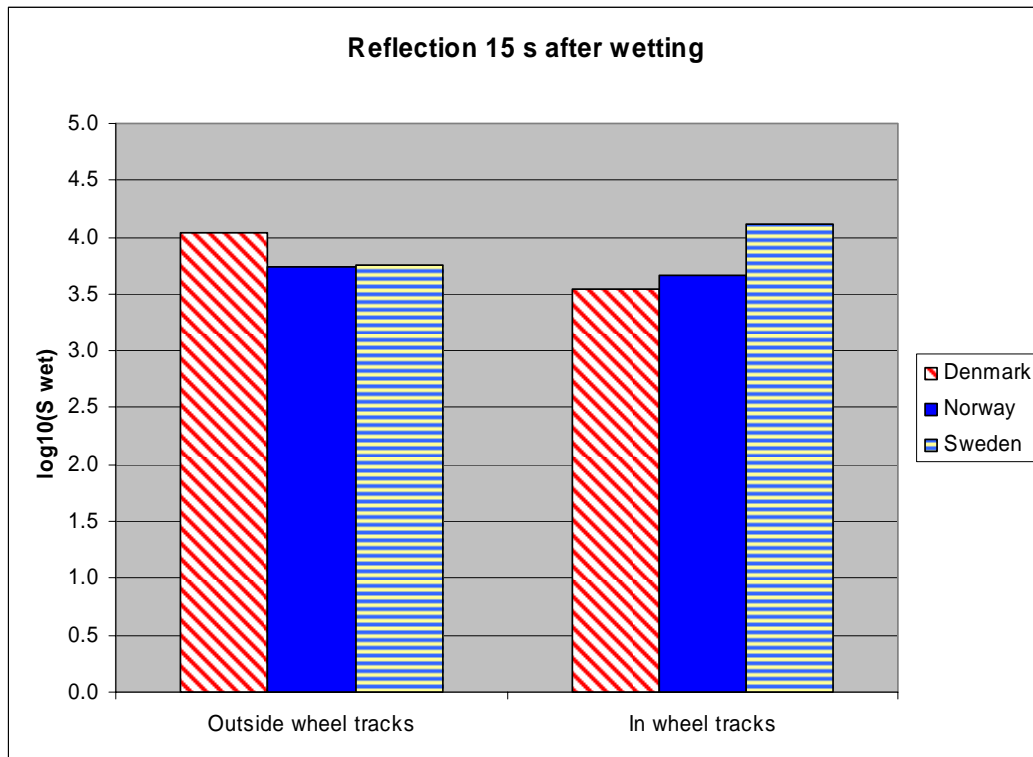
In this pre-study, an investigation of the specular reflection in some typical Nordic road surfaces has been made, aimed to form the basis for planning the main study. The purpose with the pre-study has principally been to survey what values of specular reflection, retroreflection and luminance coefficient are common for road surfaces in the Scandinavian countries Denmark, Norway and Sweden. Finland, which originally should also have been part of the study, has been excluded due to resource and time limits, for the present.

Measurement of the specular reflection has been made on dry and wet road surfaces with a modified retroreflectometer (of the type LTL-X). It has been supplemented with a vertical mirror directing the observation direction towards the lighting direction in such a way as to correspond to a motorist observing a point on the road surface 30 metres in front of the vehicle, which is lightened by a headlight 30 metres further away. Since the instrument was relatively untested, the aim of this pre-study was also to acquire experience and routines for measuring specular reflection.

Since the road surfaces on which measurement has been carried out were unequally worn, for instance because of differences in age and traffic volume, it is hard to conclude on differences in specular reflection between different types of surfaces.

The following figure shows the logarithm of mean values for the five selected road surface types in Denmark, Norway and Sweden, respectively. The values refer to the

measured specular reflection 15 s after being wetted both in the wheel tracks and between them.



The experiences from carrying out the measurements can be summarized in the following problematic points:

- **Timekeeping**
The specular reflection showed to be very sensitive to small differences in time immediately after wetting. The results of the measurement by “direct” measurement (1-5 s after wetting) could therefore vary a lot. More stable results were obtained by the measurements made at about 15 and 60 s after wetting.
- **Principle of selection**
To make comparative measurements on different road surface types meaningful, it is important that these have been put through the same wear, i.e. they should have the same age, traffic load, influence of the weather, etc.
- **Local conditions**
The amount of water after wetting and thereby the size of the specular reflection is influenced by several factors such as the inclination of the road, that vehicles may drive over the measurement point between the measurements and the weather conditions (temperature, sunny/cloudy, etc.).

1 Bakgrund

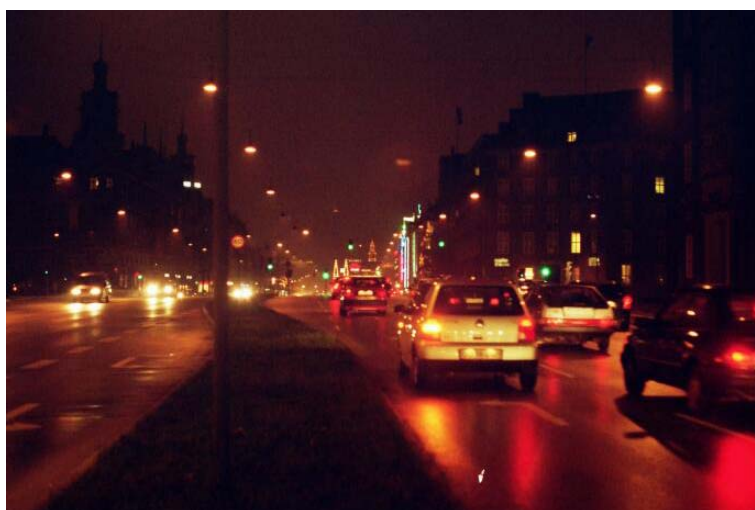
Med hänsyn tagen till trafiken, utförs vägarbeten i allt större utsträckning nattetid. I sådana fall är belysning en mycket viktig faktor att ta hänsyn till. Det är viktigt att trafikanten får en god visuell ledning förbi vägarbetsplatsen och att han eller hon inte blir bländad av arbetsplatsbelysning, speglingar i vägbanan och annat. Samtidigt ska säkerheten och arbetsbelysningen för vägarbetaren vara god.

Detta notat rapporterar om ett delprojekt i projektet *Störande ljus vid vägarbeten om natten*. Problemet som delprojektet ska undersöka är de speglingar som uppstår i körbanan vid både torrt och vått väglag.

Som ett exempel på hur bländningen kan se ut visar Figur 1 och Figur 2 korsningen H.C. Andersens Boulevard–Vester Farimagsgade under nästan torra respektive fuktiga förhållanden.



Figur 1 H.C. Andersens Boulevard sett från korsningen vid Vester Farimagsgade under nästan torra förhållanden. Foto: Kai Sørensen, DELTA Lys & Optik.



Figur 2 H.C. Andersens Boulevard sett från korsningen vid Vester Farimagsgade under fuktiga förhållanden. Foto: Kai Sørensen, DELTA Lys & Optik.

Speglingar i körbanan, speciellt vid vått väglag, kan upplevas som ett problem för trafikanterna. Om vägbeläggningen är fuktig uppstår bländning, t.ex. från mötande

fordons strålkastare eller från blinkande ljus och skyltar vid vägarbetet. Det här delprojektet är en förstudie som ska kartlägga nivån på den speglade reflexionen i typiska nordiska vägbeläggningar, vilken ska ge ett underlag till planering av huvudstudien.

Detta notat utgör avrapportering efter mätningar i Danmark, Norge och Sverige.

2 Syfte

Syftet med denna förstudie är främst att kartlägga vilka värden på speglade reflexion, retroreflexion och luminanskoefficient som är vanliga för vägbeläggningar i de skandinaviska länderna Danmark, Norge och Sverige. Finland, som ursprungligen också skulle ha ingått i studien, har av resurs- och tidsskäl fått utgå till vidare.

3 Metod

Mätning av den speglade reflexionen, S , har gjorts på torra och våta vägytor med ett modifierat instrument av typen LTL-X (se Figur 3), utvecklat av DELTA Lys & Optik i Danmark. Detta är en retroreflektometer som har kompletterats med en lodrät spegel som riktar observationsriktningen mot belysningsriktningen på ett sådant sätt att det motsvarar att en bilist betraktar en punkt på vägbeläggningen som ligger 30 meter framför fordonet, och som belyses av en bilstrålkastare som befinner sig ytterligare 30 meter längre fram, se Figur 4.

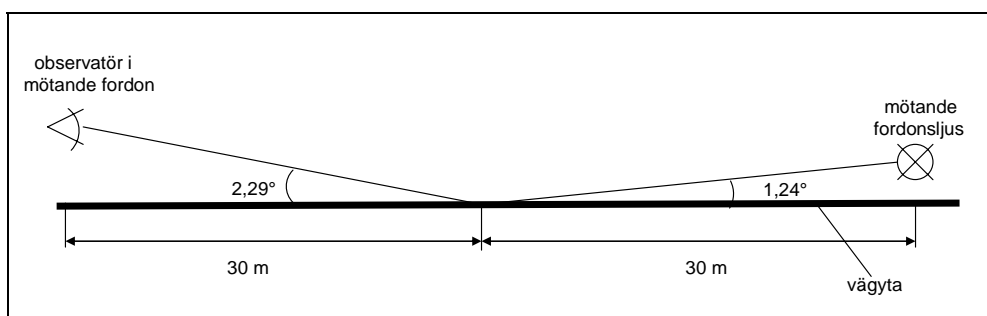


Figur 3 Modifierad LTL-X för mätning av speglade reflexion, S .

Vid mätning av speglade reflexion sker speglingen i en svart akrylplatta som speglar 3,62 % av ljuset. Därför ska mätresultatet, $S_{mät}$, multipliceras med faktorn

$\frac{1}{0,0362} = 27,6$ för att korrekt spegling ska erhållas. Dessutom mäter den modifierade

LTL-X summan av den speglade reflexionen, S , och retroreflexionen, R_L , varför retroreflexionen ska subtraheras innan multiplikationen, dvs. $S = 27,6 \cdot (S_{mät} - R_L)$.



Figur 4 Geometri vid mätning av speglade reflexion, S .

Eftersom retroreflexionen på våta vägytor kan anses vara försumbar jämförd med den speglade reflexionen, utfördes subtraktionen av retroreflexionen från det avlästa speglingsvärdet endast vid torrmetningarna.

Retroreflexionen, R_L , har mätts med en LTL2000 (se Figur 5) på torr beläggning. Luminanskoefficienten, Q_d , har mätts med en Qd30 (se Figur 6) och även i detta fall på torr beläggning. (För mer information om instrumenten hänvisas till DELTA:s hemsida: <http://www.delta.dk>.) Alla mätningar gjordes i observationsriktningen.

Mätningarna genomfördes i augusti år 2005 i Danmark samt i september samma år i Norge och Sverige.



Figur 5 LTL2000 för mätning av retroreflexion, R_L .



Figur 6 Qd30 för mätning av luminanskoefficient, Q_d .

Mätningarna har genomförts på fem utvalda beläggningstyper i respektive land. Urvalet gjordes genom att vägmyndigheterna i Danmark, Norge, Finland och Sverige ombads att välja ut fem vanligt förekommande vägbeläggningar i respektive land. Eftersom problemet med vägarbeten om natten knappast finns på det lågtrafikerade vägnätet har huvudsakligen vägar med ÅDT på minst 4 000 fordon/dygn tagits med. För att minimera kostnaderna för restid var ett kriterium vid urvalet också att dessa vägbeläggningar skulle finnas i södra delen av Norge, Finland och Sverige samt på Sjælland i Danmark.

För att åstadkomma våt beläggning och för att påföra ungefär samma mängd vatten på samtliga beläggningar skedde bevattningen enligt den metod som används för bevattning av vägmarkeringar, SSEN 1436. Metoden för att väta ytan och därefter mäta speglingen utprovades genom mätningar på en testyta. Från dessa testmätningar beslutades att mätningar skulle göras direkt efter vätning samt 15 respektive 60 sekunder efter vätning. Upprepade mätningar på samma vägyta gjordes också för att undersöka mätfelens storlek. (Se Bilaga 1.)

På tre av de svenska sträckorna har även texturmätningar med laser genomförts. Det texturmått som erhålls är medelprofildjupet (Mean Profile Depth – MPD). (Se ISO 13437-1 alternativt Sandberg, 1997.)

4 Val av mätsträckor

I detta kapitel används vissa beteckningar som förklaras här:

- **Mätpunkt** avser en enskild punkt i vilken en mätning utförts
- **Mätplats** är ett enskilt snitt tvärs vägen där mätning utförts och består oftast av fem mätpunkter
- **Mätsträcka** är den väg som mätningen skett på.

Mätsträckorna valdes ut av väghållarna utifrån förekomsten av olika beläggnings typer i respektive land, så att mätningar kom att göras endast på vanligt före kommande vägytor. Variationen i ÅDT har emellertid varit stor – inom spannet 1 000–20 000 fordon/dygn. I Danmark utökades antalet mätobjekt dessutom med några hårt trafikerade trafikleder i Köbenhavn, vilka tidigare fotograferats av Kai Sørensen (DELTA Lys & Optik), redovisat i *PM Géner ved spejlinger i kørebanerne på de store trafikveje*.

4.1 Mätsträckor

4.1.1 Danmark

Mätsträckorna i Danmark var:

I Köbenhavn

- Korsningen Hareskovvej–Mellemvängen, södergående riktning. Tunnskiktsbeläggning med 11 mm stenstorlek
- Korsningen Hareskovvej–Mellemvängen, norrgående riktning. Tunnskiktsbeläggning med 11 mm stenstorlek
- Korsningen Åboulevard-H.C. Ørsteds Vej. Troligen 12 mm ljus granit, 30 % ljus, 70 % mörk
- Korsningen H.C. Andersens Boulevard–Vester Farimagsgade. Troligen asfaltbetong 12 mm med luxovit med fraktionen 5/8 mm. Mörk granit.
- Korsningen Amager Boulevard–Artillerivej, södergående riktning. Troligen mer öppen asfalt, asfaltbetong med 12 mm stenstorlek, 30 % ljus natursten
- Korsningen Amager Boulevard–Artillerivej, norrgående riktning. Troligen två typer av beläggning: Asfaltbetong med förhöjd bitumenhalt och chipsten (Hot rolled asphalt, HRA) i vänster hjulspår och asfaltbetong mellan hjulspåren. Mycket ljus granit.

På Sjælland i övrigt

- E47 vid Haslev, 52,9–59,5 km, södergående. Ljus asfaltbetong, ljus klippgranit med 11 mm. Utlagd år 2002, ÅDT 17 500
- E47 vid Køge, 40,4–51,9 km, norrgående. Mörk asfaltbetong, stenmaterial mörk s.k. elektroovns slagge, 12 mm. Utlagd år 1993, ÅDT 17 000
- E20 vid Slagelse, 87,7–93,6 km, västgående. Mörk tunnskiktsbeläggning (tyndlagsbeläggning), stenmaterial mörk klippgranit, 8 mm. Utlagd år 2000, ÅDT 14 000

- E20 vid Slagelse, 93.6-97.9 km, västgående. Ljus asfaltbetong, stenmaterial ljus klippgranit, 8 mm. Utlagd år 1999, ÅDT 13 500
- E20 vid Slagelse, 87.7-93.6 km, östgående. Ljus skelettasfalt (stenrik asfaltbetong, ABS) ljus klippgranit med 11 mm. Utlagd år 2004, ÅDT 14 000.

4.1.2 Norge

Mätsträckorna som valdes ut i Norge var:

- Rv 21 mellan Løkkeberg och Rød. Från hovedparsell 1: 0,003 km till hovedparsell 2: 0,04 km. Skelettasfalt med stenstorleken 11 mm, lagd 2004, ÅDT 11 500.



Figur 7 Skelettasfalt med stenstorlek 11 mm.

- Rv 104 från korsningen Bra-Veien till Berg kyrka. Från hovedparsell 1: 0,992 km till hovedparsell 2: 2,05 km. Asfaltgrusbetong med stenstorleken 11 mm, lagd 1998, ÅDT 890.



Figur 8 Asfaltgrusbetong med stenstorlek 11 mm.

- E6 mellan Solli och Åsgård. Från hovedparsell 5: 6,64 km till hovedparsell 6: 3,834 km. Skelettasfalt med stenstorleken 16 mm, lagd 2001, ÅDT 19 500.



Figur 9 Skelettasfalt med stenstorlek 16 mm.

- Rv 22 mellan Trømborg og Løvholen. Från hovedparsell 8: 9,632 km till hovedparsell 8: 12,669 km. Asfaltbetong med stenstorleken 11 mm, lagd 1999, ÅDT 4 510.



Figur 10 Asfaltbetong med stenstorlek 11 mm.

- Rv 21 mellan Kilebu Nord og korsningen med väg 125 i Jåvall. Från hovedparsell 10: 0,115 km till hovedparsell 10: 15,674 km. Mjuk asfaltbetong (mykasfalt) med stenstorleken 11 mm, lagd 2003, ÅDT 1 015.



Figur 11 Mjuk asfaltbetong med stenstorlek 11 mm.

4.1.3 Sverige

Mätsträckorna som valdes ut i Sverige var:

- Rv 34 söder om Linköping i norrgående riktning. Skelettasfalt med stenstorleken 16 mm. Utlagd år 2002, ÅDT 6 210.



Figur 12 Skelettasfalt med stenstorleken 16 mm.

- Rv 33 mellan Vimmerby och Västervik. Ytbehandling Y1B med stenstorleken 12 mm. Utlagd år 1987–1990, ÅDT cirka 2 000.



Figur 13 Ytbehandling Y1B med stenstorleken 12 mm.

- Rv 36 södergående utanför Motala. Skelettasfalt med stenstorleken 11 mm. Uppgifter för utläggningsår samt ÅDT saknas.



Figur 14 Skelettasfalt med stenstorleken 11 mm.

- Rv 50 vid Borghamn södergående. Tät asfaltbetong med stenstorleken 16 mm. Utlagd år 1999, ÅDT cirka 3 700.



Figur 15 Tät asfaltbetong med stenstorleken 16 mm.

- Rv 50 vid Alvastra. Hård skelettasfalt (HABS) med stenstorleken 12 mm. Stenmaterial porfyr. Här var det svårt att se hjulspåren, förmodligen beroende på att vägen är en 13-metersväg med breda körfält. Utlagd år 1992, ÅDT 3 710.



Figur 16 Hård skelettasfalt med stenstorleken 12 mm.

4.2 Mätningar

Strävan var att utföra mätningar tvärs vägen i fem mätpunkter: till vänster om vänster hjulspår, i vänster hjulspår, mellan hjulspåren, i höger hjulspår och till höger om höger hjulspår. (Se Figur 18.) Detta var emellertid inte alltid möjligt och mätningarna kom därför att göras enligt avsnitten 4.2.1–4.1.3 nedan.



Figur 17 Exempel på mätpunkter tvärs vägen. I detta fall riksväg 22 mellan Trømborg och Løvholen i Norge.

4.2.1 Danmark

Mätningarna i Danmark utfördes i huvudsak mellan hjulspåren samt i höger hjulspår. På grund av mycket trafik ersattes i vissa fall mätpunkterna mellan hjulspåren av mätpunkter till höger om höger hjulspår. Det finns ingen anledning att tro att detta påverkar resultatet i någon större utsträckning.

I korsningen Amager Boulevard–Artillerivej, norrgående, gjordes mätning i vänster hjulspår eftersom vägbeläggningen där skilde sig från beläggningen i övriga delen av körfältet. Ingen mätning utfördes där i höger hjulspår.

I Danmark gjordes mätningar endast på en mätplats på varje mätsträcka (sex mätsträckor i Köbenhavn och fem utanför Köbenhavn, på Sjælland).

4.2.2 Norge

Mätningarna i Norge utfördes i huvudsak i fem mätpunkter på två mätplatser på var och en av de fem mätsträckorna.

På E6 utfördes mätningarna av säkerhetsskäl endast i mätpunkterna mellan hjulspåren, i höger hjulspår samt i vägaren till höger om höger hjulspår.

4.2.3 Sverige

Mätningarna i Sverige utfördes i fem mätpunkter på två eller tre mätplatser på var och en av fem mätsträckor.

På riksväg 34 utanför Linköping utfördes mätningar på tre mätplatser och på övriga mätsträckor på två mätplatser.

5 Resultat

5.1 Speglande reflexion

Den speglade reflexionen mättes på både torr och våt beläggning. Mätningarna redovisas för varje land separat.

Som tidigare nämnts har vid torr-mätningarna retroreflexionen subtraherats från det avlästa värdet. Sedan har resultatet multiplicerats med faktorn 27,6 för att korrekt spegling skulle erhållas. Tabell 1, Tabell 3 och Tabell 5 visar dessa korrigerade torrvärden, S_{torr} , för speglade reflexion.

I fallet med våtvärden antas att retroreflexionen, R_L *våt*, är nära noll, varför det avlästa värdet enbart multipliceras med faktorn 27,6.

Tabell 2, Tabell 4 och Tabell 6 visar korrigerade värden, S *våt*, direkt efter vätning av vägbeläggningen, 15 sekunder efteråt samt cirka en minut efteråt. På grund av trafiken kunde inte värdet alltid avläsas efter den angivna tiden. Den egentliga tiden för avläsning anges därför inom parentes. "O" i tabellerna indikerar "overflow", det vill säga att värdet för S *våt* överstiger cirka 100 000 mcd/m²/lx.

5.1.1 Danmark

Tabell 1 visar korrigerade torrvärden för speglade reflexion i Danmark.

Tabell 1 Torr värden för speglade reflexion, S_{torr} , i Danmark. Alla värden avser enskilda mätvärden.

Mätsträcka/Vägbeläggning		S torr (mcd/m ² /lx)	
		Mellan hjulspår	Höger hjulspår
København	Hareskovvej-Mellemvangen, syd	1300	800
	Hareskovvej-Mellemvangen, nord	1300	1820
	Åboulevarden-H.C. Ørsteds Vej	2430	4310
	H.C. Andersens Boulevard-Vester Farimagsgade	1930	4390
	Amager Boulevard-Artillerivej, syd	994	1160
	Amager Boulevard-Artillerivej, nord	1050	1770 ^a
Sjælland	Ljus asfaltbetong, 11 mm	1900	1660
	Mörk asfaltbetong, 12 mm	2870	3010
	Mörk tunnskiktsbeläggning, 8 mm	2400	3260
	Ljus asfaltbetong, 8 mm	359	607
	Ljus skelettasfalt, 11 mm	607	497

^a detta värde togs i vänster hjulspår

Tabell 2 visar korrigerade våtvärden för speglade reflexion i Danmark.

Tabell 2 Våtvärden för speglade reflexion, S våt, i Danmark. Alla värden avser enskilda mätvärden. "O" avser overflow, dvs. att värdet överstiger cirka 100 000 mcd/m²/lx. Med "x" indikeras att inget värde togs i mätpunkten.

S våt (mcd/m ² /lx)		København						Sjælland				
		Hareskovvej-Mellemvangen, syd	Hareskovvej-Mellemvangen, nord	Åboulevarden-H.C. Ørstedes Vej	H.C. Andersens Boulevard-Vester Farimagsgade	Amager Boulevard-Artillerivej, syd	Amager Boulevard-Artillerivej, nord	Ljus asfaltbetong, 11 mm	Mörk asfaltbetong, 12 mm	Mörk tunnslagsbeläggning, 8 mm	Ljus asfaltbetong, 8 mm	Ljus skelettsfalt, 11 mm
Mellan hjulspår	direkt	O	O	O	O	O	O	O	20300	O ^c	5470	74800
	15 s	O	29000	O	O	O	O	3620	3400	O ^c	2400	52700
	ca 1 min.	4500 (70s)	9520 (75s)	36500 (65s)	O (70s)	23000 (60s)	1880 (60s)	3150 (55s)	4030 (60s)	4170 ^c (60s)	745 (60s)	856 (60s)
Höger hjulspår	direkt	O	63500	O	59500 ^a	O	O ^b	O	O	O	27000	7980
	15 s	34500	23300	O	26600 ^a	O	17100 ^b	25300	3970	x	1100	1300
	ca 1 min.	25200 (75s)	3280 (70s)	O (60s)	O (70s)	O (60s)	3530 ^b (60s)	4310 (65s)	3970 (60s)	3510 (70s)	607 (53s)	1300 (60s)

^a förmodligen felmätning, instrumentet var ej helt tätt mot vägbeläggningen

^b detta värde togs i vänster hjulspår

^c detta värde togs till höger om höger hjulspår men torde motsvara värdet mellan hjulspår

5.1.2 Norge

Tabell 3 visar korrigerade torrvärden för speglade reflexion i Norge.

Tabell 3 Torrvärden för speglade reflexion, S torr, i Norge. Alla värden avser enskilda mätvärden. Med "x" indikeras att inget värde togs i mätpunkten.

Vägbeläggning	S torr (mcd/m ² /lx)					
	Mätplats nr.	Vänster	Vänster hjulspår	Mellan hjulspår	Höger hjulspår	Höger
Skelettsfalt, 11 mm	1	690	994	1100	911	635
	2	580	828	800	718	580
Asfaltgrusbetong, 11 mm	1	276	442	359	524	386
	2	248	442	469	359	138
Skelettsfalt, 16 mm	1	x	x	635	552	635 ^a
	2	x	x	635	635	745 ^a
Asfaltbetong, 11 mm	1	x	x	x	x	x
	2	1770	1680	1790	1850	1790
Mjuk asfaltbetong, 11 mm	1	7370	6380	7290	6460	6040
	2	5960	6270	6430	6240	6290

^a värdet avser vägren

Tabell 4 visar korrigerade våtvärden för speglande reflexion i Norge.

Tabell 4 Våtvärden för speglande reflexion, S våt, i Norge. Alla värden avser enskilda mätvärden. "O" avser overflow, dvs. att värdet överstiger cirka 100 000 mcd/m²/lx. Med "x" indikeras att inget värde togs i mätpunkten.

S våt (mcd/m ² /lx)		Vägbeläggning									
		Skelettasfalt, 11 mm		Asfaltgrusbetong, 11 mm		Skelettasfalt, 16 mm		Asfaltbetong, 11 mm		Mjuk asfaltbetong, 11 mm	
Mät-punkt	Mätplats nr.	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Vänster	direkt	54800	16500	34200	12000	x	x	1680	2210	7230	8110
	15 s	2130	911	15600	58800	x	x	1410	2240	5820	8030
	ca 1 min.	1710 (60s)	856 ^a (70s)	2400 (60s)	64400 (60s)	x	x	1570 (60s)	2240 (60s)	6570 (61s)	5380 (60s)
Vänster hjulspår	direkt	88700	O	O	86700	x	x	1600	2020	7450	6620
	15 s	5130	21700	15500	966	x	x	1380	2210	6490	5630
	ca 1 min.	3040 (60s)	1740 (60s)	966 (60s)	856 (60s)	x	x	1550 (60s)	2540 (60s)	6680 (60s)	6290 (60s)
Mellan hjulspår	direkt	O	65100	O	19100	O	49700	2240	2020	7400	7040
	15 s	49700	11800	1550	745	11100 (13s)	3370	1350	1600	6820	6430
	ca 1 min.	20500 (60s)	5470 (60s)	856 (60s)	966 (60s)	690 ^a (65s)	1440 (55s)	1240 (60s)	2260 (60s)	7000 (60s)	7310 (60s)
Höger hjulspår	direkt	O	83800	63000	4250	22400	23800	1630	2590	7070	8280
	15 s	7540	5630	3480	469	41000 (10s)	11200	1550	2350	6680	7810
	ca 1 min.	6980 (60s)	1960 (60s)	1100 (60s)	800 (60s)	497 (90s)	9410 (60s)	2100 (60s)	1820 (60s)	6900 (60s)	6680 (60s)
Höger	direkt	O	76900	O	29900	93800	O	1490	2460	6790	7670
	15 s	5930	10500	13200	6980	14600	62900	1270	2430	5990	8580
	ca 1 min.	1900 (60s)	4030 (60s)	745 (60s)	828 (60s)	1300 (60s)	2020 (60s)	1380 (60s)	2760 (60s)	5630 (60s)	8140 (60s)

^a bilar körde i vattnet innan mätning

5.1.3 Sverige

Tabell 5 visar korrigerade torrvärden för speglade reflexion i Sverige.

Tabell 5 Torrvärden för speglade reflexion, S torr, i Sverige. Alla värden avser enskilda mätvärden.

Vägbeläggning	S torr (mcd/m ² /lx)					
	Mätplats nr.	Vänster	Vänster hjulspår	Mellan hjulspår	Höger hjulspår	Höger
Skelettasfalt, 16 mm	1	442	938	524	994	331
	2	331	994	690	1190	442
	3	524	911	304	938	386
Ytbehandling Y1B, 12 mm	1	1660	1380	1740	1240	1850
	2	1520	1100	1190	1210	1210
Skelettasfalt, 11 mm	1	524	911	552	856	800
	2	524	994	580	773	773
Tät asfaltbetong, 16 mm	1	1020	2700	607	718	1320
	2	1160	1460	442	607	994
Hård skelettasfalt, 12 mm	1	2010	773	718	800	1490
	2	1160	635	524	1130	1050

Tabell 6 visar korrigerade våtvärden för speglade reflexion i Sverige.

Tabell 6 Våtvärden för speglande reflexion, S våt, i Sverige. Alla värden avser enskilda mätvärden. "O" avser overflow, dvs. att värdet överstiger cirka 100 000 mcd/m²/lx.

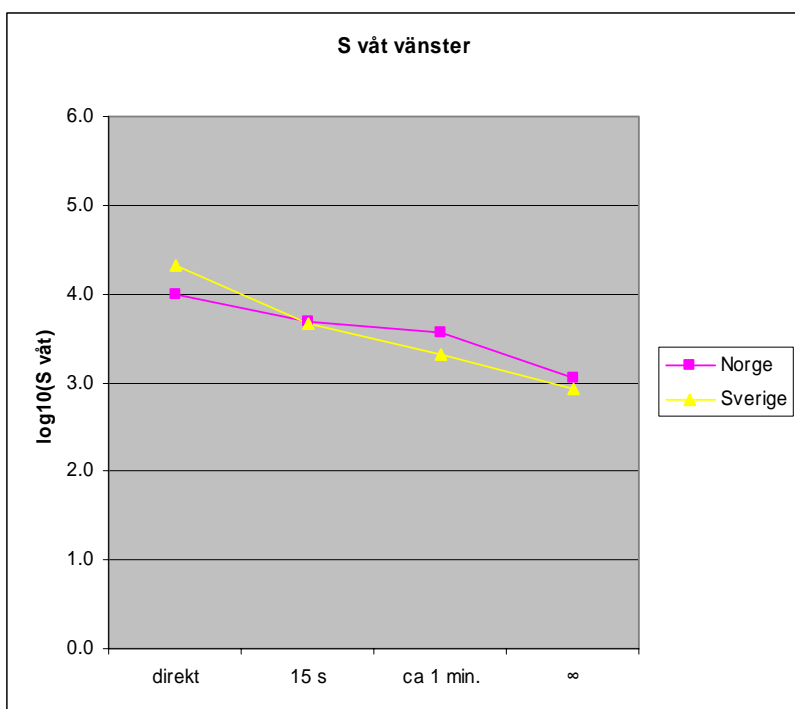
S våt (mcd/m ² /lx)		Vägbeläggning										
		Skelettasfalt, 16 mm			Ytbehandling Y1B, 12 mm		Skelettasfalt, 11 mm ^a		Tät asfaltbetong, 16 mm		Hård skelettasfalt, 12 mm	
Mät- punkt	Mätplats nr.	1	2	3	1	2	1	2	1	2	1	2
Vänster	direkt	O	5300	1570	60000	O	11300	6930	O	29300	58600	5490
	15 s	O	1520	1190	5300	4080	1300	1130	27600	3530	10100	2950
	ca 1 min.	2040 (68s)	1630 (75s)	1440 (60s)	2950 (60s)	2680 (60s)	1240 (100s)	966 (60s)	6320 (60s)	1960 (104s)	2070 (76s)	3420 (60s)
Vänster hjulspår	direkt	O	O	O	O	O	54600	27700	O	O	46000	77300
	15 s	60300	16400	O	56400	35600	5080	2240	86200	O	2010	2040
	ca 1 min.	20600 (65s)	4060 (60s)	5110 (60s)	26500 (60s)	8000 (60s)	2540 (60s)	1410 (75s)	91400 (60s)	14800 (66s)	1740 (60s)	1460 (60s)
Mellan hjulspår	direkt	O	O	O	O	O	16900	12900	61400	23000	O	O
	15 s	21100	88700	51800	4720	3560	1320	1740	1990	1440	11400	30900
	ca 1 min.	4770 (60s)	7070 (65s)	1790 (60s)	3230 (60s)	2570 (57s)	1190 (68s)	1210 (60s)	1460 (68s)	1210 (72s)	2620 (60s)	2290 (60s)
Höger hjulspår	direkt	O	O	O	O	O	46900	43400	27200	17700	O	O
	15 s	61400	73600	O	14200	2820	1850	5990	1680	1300	4470	16200
	ca 1 min.	2320 (90s)	14600 (60s)	75800 (60s)	2620 (60s)	3090 (60s)	1460 (60s)	3310 (60s)	1050 (69s)	1520 (70s)	1930 (60s)	2070 (72s)
Höger	direkt	31300	83000	O	O	O	33200	54700	O	44400	O	O
	15 s	1710	3260	34500	1990	2320	3530	8610	75700	1850	6490	3560
	ca 1 min.	938 (60s)	1490 (60s)	856 (60s)	1570 (60s)	2320 (60s)	1440 (60s)	1710 (60s)	O (60s)	1740 (60s)	2150 (60s)	2150 (60s)

^a lutande vägbana

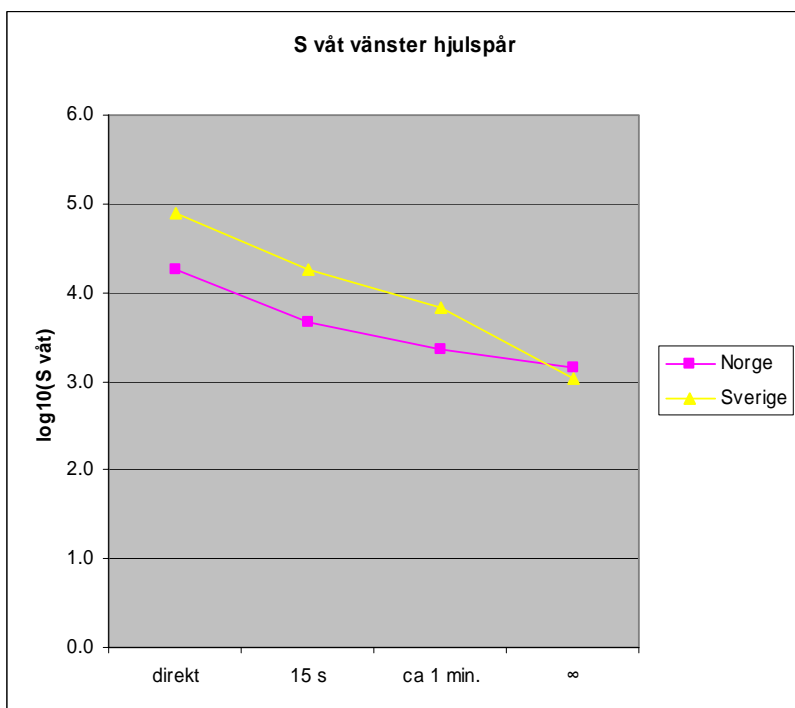
5.1.4 Sammanställning

De följande diagrammen visar medelvärden för Danmark, Norge respektive Sverige för speglande reflexion. I Danmark **redovisas ej värden för Köbenhavn**, utan endast för motorvägar på övriga Sjælland. Värdet "O", dvs. "overflow", i tabellerna, har överallt bytts ut mot 100 000 mcd/m²/lx. (Detta värde valdes eftersom det högsta värdet vi noterat utan overflow på instrumentet var 3 447, vilket motsvarar drygt 95 100 mcd/m²/lx.) Dessutom har varje värde logaritmerats med basen tio, varefter medelvärdet av dessa logaritmerade värden beräknats och åskådliggjorts i diagramform.

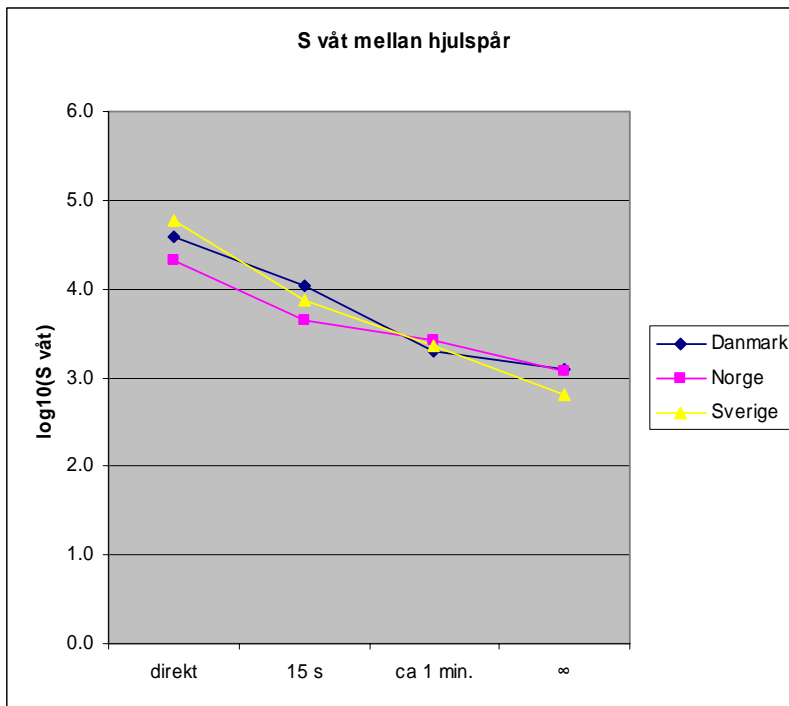
Figur 18–Figur 22 visar hur den speglande reflexionen uppför sig direkt efter vätning, 15 sekunder efteråt, cirka 60 sekunder efteråt, samt efter "oändlig" tid, dvs. torrvärde.



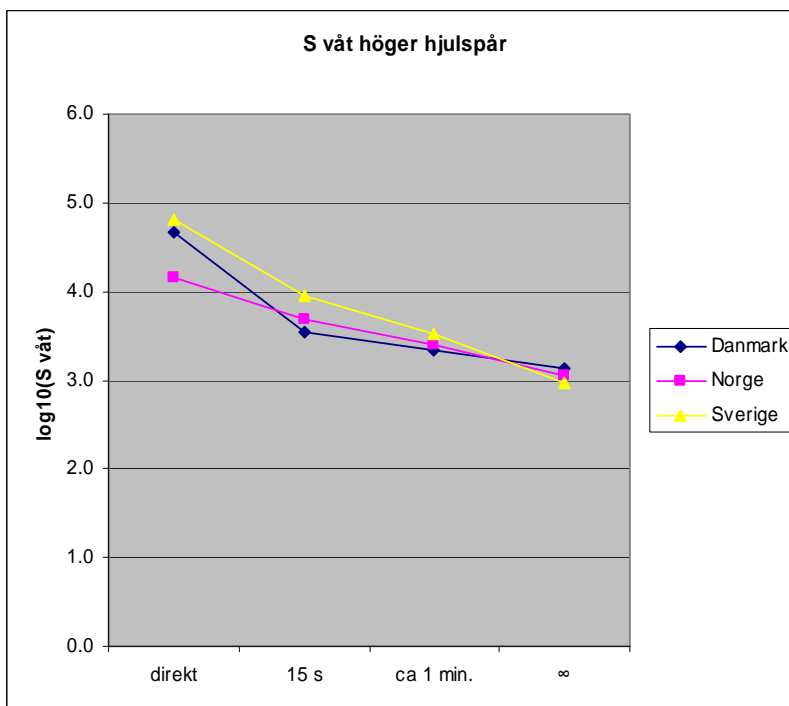
Figur 18 Speglande reflexion till vänster om vänster hjulspår efter vätning av vägbeläggningen. Medelvärde över samtliga mätsträckor, mätplatser och mätpunkter.



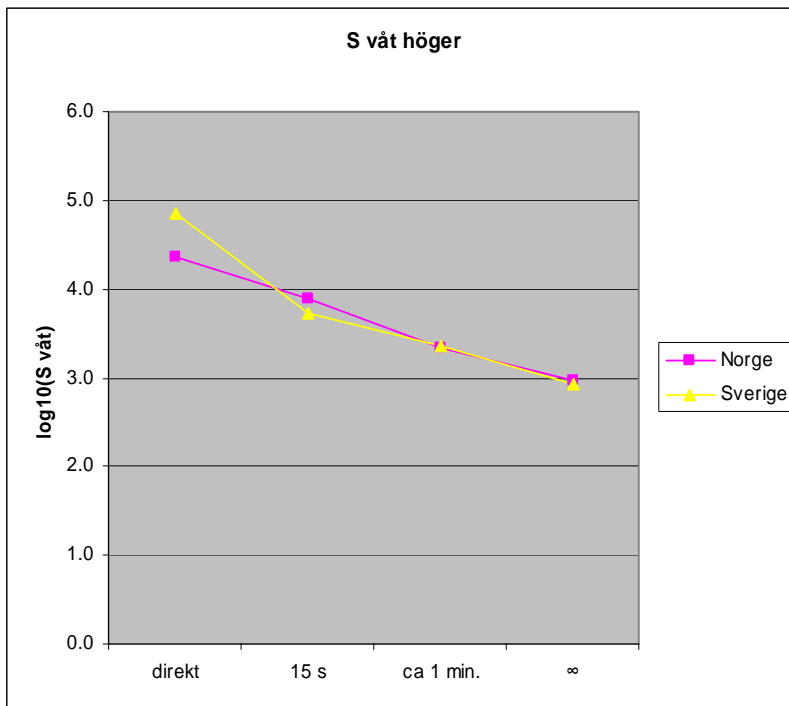
Figur 19 Speglande reflexion i vänster hjulspår efter vätning av vägbeläggningen. Medelvärde över samtliga mätsträckor, mätplatser och mätpunkter.



Figur 20 Speglande reflexion mellan hjulspåren efter vätning av vägbeläggningen. Medelvärde över samtliga mätsträckor, mätplatser och mätpunkter.

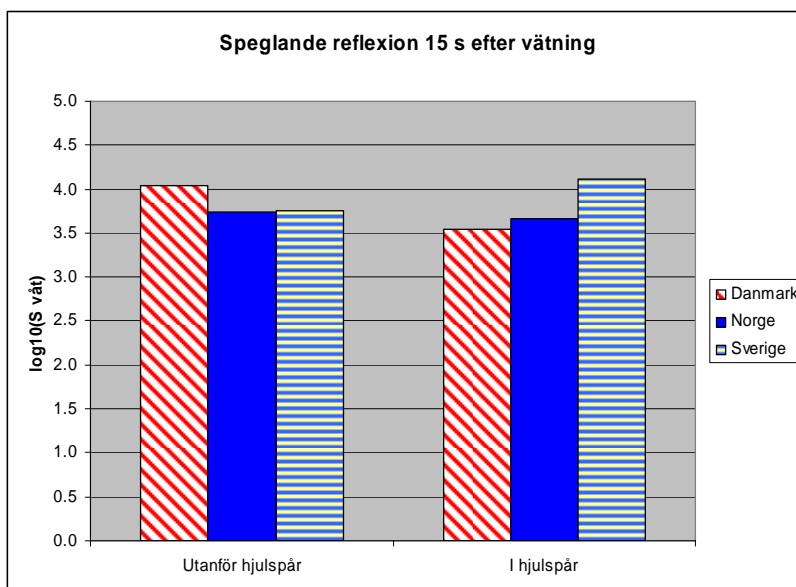


Figur 21 Speglande reflexion i höger hjulspår efter vätning av vägbeläggningen. Medelvärde över samtliga mätsträckor, mätplatser och mätpunkter.



Figur 22 Speglande reflexion till höger om höger hjulspår efter vätning av vägbeläggningen. Medelvärde över samtliga mätsträckor, mätplatser och mätpunkter.

Figur 23 visar den speglade reflexionen 15 sekunder efter vätning, uppdelat med ”i hjulspår” och ”utanför hjulspår”.



Figur 23 Speglande reflexion utanför respektive i hjulspår, 15 sekunder efter vätning av vägbeläggningen. Medelvärde över samtliga mätsträckor, mätplatser och mätpunkter.

5.2 Retroreflexion och luminanskoefficient

I samband med mätningarna av speglade reflexion utfördes även mätningar av retroreflexion och luminanskoefficient i torrt tillstånd. Resultaten visas i tabellform för respektive land och parameter.

5.2.1 Danmark

Tabell 7 visar avlästa torrvärden för retroreflexionen på vägytorna i Danmark.

Tabell 7 Avlästa torrvärden för retroreflexion, R_L torr, i Danmark. Alla värden avser enskilda mätvärden.

Mätsträcka/Vägbeläggning		R_L torr (mcd/m ² /lx)	
		Mellan hjulspår	Höger hjulspår
København	Hareskovvej-Mellemvangen, syd	7	9
	Hareskovvej-Mellemvangen, nord	4	6
	Åboulevarden-H.C. Ørsteds Vej	6	8
	H.C. Andersens Boulevard-Vester Farimagsgade	14	11
	Amager Boulevard-Artillerivej, syd	6	13
	Amager Boulevard-Artillerivej, nord	9	18 ^a
Sjælland	Ljus asfaltbetong, 11 mm	8	10
	Mörk asfaltbetong, 12 mm	6	6
	Mörk tunnskiktsbeläggning, 8 mm	5	5
	Ljus asfaltbetong, 8 mm	10	8
	Ljus skelettasfalt, 11 mm	4	7

^a värdet avser vänster hjulspår

Tabell 8 visar avlästa torrvärden för luminanskoefficienten på vägytorna i Danmark.

Tabell 8 Avlästa torrvärden för luminanskoefficient, Q_d torr, i Danmark. Alla värden avser enskilda mätvärden.

Mätsträcka/Vägbeläggning		Qd torr (mcd/m ² /lx)	
		Mellan hjulspår	Höger hjulspår
København	Hareskovvej-Mellemvungen, syd	56	61
	Hareskovvej-Mellemvungen, nord	59	70
	Åboulevarden-H.C. Ørsteds Vej	51	70
	H.C. Andersens Boulevard-Vester Farimagsgade	70	72
	Amager Boulevard-Artillerivej, syd	52	80
	Amager Boulevard-Artillerivej, nord	94	65 ^a
Sjælland	Ljus asfaltbetong, 11 mm	62	64
	Mörk asfaltbetong, 12 mm	42	51
	Mörk tunnskiktbeläggning, 8 mm	53	54
	Ljus asfaltbetong, 8 mm	60	60
	Ljus skelettasfalt, 11 mm	44	62

^a värdet avser vänster hjulspår

5.2.2 Norge

Tabell 9 visar avlästa torrvärden för retroreflexionen på vägytorna i Norge.

Tabell 9 Avlästa torrvärden för retroreflexion, R_L torr, i Norge. Alla värden avser enskilda mätvärden. Med "x" indikeras att inget värde togs i mätpunkten.

Vägbeläggning	Mätplats nr.	R_L torr (mcd/m ² /lx)				
		Vänster	Vänster hjulspår	Mellan hjulspår	Höger hjulspår	Höger
Skelettasfalt, 11 mm	1	12	13	10	13	14
	2	14	15	9	10	13
Asfaltgrusbetong, 11 mm	1	21	20	18	17	18
	2	18	19	19	19	18
Skelettasfalt, 16 mm	1	x	x	8	9	9 ^a
	2	x	x	7	7	10 ^a
Asfaltbetong, 11 mm	1	24	19	17	18	18
	2	20	22	17	18	18
Mjuk asfaltbetong, 11 mm	1	26	27	23	28	22
	2	26	23	21	24	16

^a värdet avser vägren

Tabell 10 visar avlästa torrvärden för luminanskoefficienten på vägytorna i Norge.

Tabell 10 Avlästa torrvärden för luminanskoefficient, Q_d torr, i Norge. Alla värden avser enskilda mätvärden. Med "x" indikeras att inget värde togs i mätpunkten.

Vägbeläggning	Mätplats nr.	Qd torr (mcd/m ² /lx)				
		Vänster	Vänster hjulspår	Mellan hjulspår	Höger hjulspår	Höger
Skelettasfalt, 11 mm	1	68	96	57	90	83
	2	67	98	62	86	87
Asfaltgrusbetong, 11 mm	1	84	92	78	76	84
	2	79	85	80	77	84
Skelettasfalt, 16 mm	1	x	x	58	68	48 ^a
	2	x	x	58	71	48 ^a
Asfaltbetong, 11 mm	1	79	84	79	74	75
	2	87	78	82	73	82
Mjuk asfaltbetong, 11 mm	1	104	99	101	92	89
	2	96	105	92	99	85

^a värdet avser vägren

5.2.3 Sverige

Tabell 11 visar avlästa torrvärden för retroreflexionen på vägytorna i Sverige.

Tabell 11 Avlästa torrvärden för retroreflexion, R_L torr, i Sverige. Alla värden avser enskilda mätvärden.

Vägbeläggning	Mätplats nr.	R_L torr (mcd/m ² /lx)				
		Vänster	Vänster hjulspår	Mellan hjulspår	Höger hjulspår	Höger
Skelettasfalt, 16 mm	1	18	15	17	17	15
	2	20	14	16	15	14
	3	15	17	16	17	16
Ytbehandling Y1B, 12 mm	1	22	22	23	22	19
	2	22	22	23	22	21
Skelettasfalt, 11 mm	1	17	13	14	14	14
	2	15	13	15	13	13
Tät asfaltbetong, 16 mm	1	17	12	15	20	12
	2	15	12	16	18	15
Hård skelettasfalt, 12 mm	1	19	19	20	18	16
	2	18	20	22	18	16

Tabell 12 visar avlästa torrvärden för luminanskoefficienten på vägytorna i Sverige.

Tabell 12 Avlästa torrvärden för luminanskoefficient, Q_d torr, i Sverige. Alla värden avser enskilda mätvärden.

Vägbeläggning	Mätplats nr.	Q_d torr ($\text{mcd}/\text{m}^2/\text{lx}$)				
		Vänster	Vänster hjulspår	Mellan hjulspår	Höger hjulspår	Höger
Skelettasfalt, 16 mm	1	82	95	81	89	68
	2	85	90	80	89	74
	3	79	95	78	94	71
Ytbehandling Y1B, 12 mm	1	89	111	104	101	91
	2	93	106	106	100	87
Skelettasfalt, 11 mm	1	77	70	74	70	73
	2	70	72	78	74	75
Tät asfaltbetong, 16 mm	1	86	83	78	86	78
	2	89	81	71	82	76
Hård skelettasfalt, 12 mm	1	80	86	80	82	74
	2	79	85	85	80	75

5.3 Texturmätningar i Sverige

På tre av de svenska beläggningarna genomfördes även texturmätningar med Laser RST (Road Surface Tester). På en torr beläggning antas både mikro- och makrotexturen ha betydelse för dess speglade egenskaper. Är beläggningen våt kan mikrotexturen förväntas bli mer eller mindre övertäckt av vattenfilmen och det är då framförallt makrotexturen som inverkar på speglingsgraden. Ett mått på makrotexturen är det så kallade Mean Profile Depth (MPD). De värden som redovisas i tabellen nedan är medelvärden för MPD över 100 m i höger hjulspår. Ett mått som ska vara mer direkt jämförbart med det texturmått man får med "Sand Patch metoden" är Estimated Texture Depth (ETD) som beräknas med formeln: $ETD = 0,2 + 0,8 \cdot MPD$.

Tabell 13 Resultat av texturmätningar på tre beläggningstyper i Sverige.

Beläggningstyp	MPD (mm) Medelvärde över 100 m	MPD (mm) Standardavvikelse	ETD (mm)
Tät asfaltbetong (ABT) 16	0,59	0,23	0,67
Skelettasfalt (ABS) 16	0,75	0,17	0,80
Skelettasfalt (ABS) 11	0,77	0,19	0,82

Det är alltför få mätningar för att kunna dra några slutsatser om sambandet mellan uppmätt textur (MPD) och den våta beläggningens speglade egenskaper. De högsta våtvärdena på den speglade reflexionen uppmättes dock i detta fall på skelettasfalten som också har högst MPD-värde, vilket kan vara svårt att förklara.

6 Diskussion

6.1 Jämförelser inom länder

I detta avsnitt görs jämförelser mellan olika vägbeläggningar **inom** de tre länderna.

När man gör jämförelser på detta vis bör man hela tiden ha i åtanke att värdena kan vara olika beroende på trafikmängd, vägbredd (dvs. hur belastad mätpunkten varit), belägningens ålder, etc.

6.1.1 Danmark

För sträckorna inne i Köpenhamn gäller att asfaltbetong med luxovit eller natursten och 12 mm stenstorlek ger hög speglade reflexion. Asfaltbetong med förhöjd bitumenhalt och chipsten (HRA) uppvisar däremot mindre speglade reflexion än de flesta andra beläggningar och är jämförbar med tunnskiktsbelägningen med 11 mm stenstorlek. Detta avser värdet i hjulspåren där HRA mättes. Torrvärdet för den speglade reflexionen är ungefär lika mellan hjulspåren som i höger hjulspår.

För beläggningarna på europavägarna på övriga Sjælland är den speglade reflexionen högre mellan hjulspåren än i höger hjulspår. Särskilt har skelettasfalten mycket högre speglade reflexion efter 15 sekunder mellan hjulspåren jämfört med i höger hjulspår. Vid en jämförelse mellan samma typ av vägbeläggning, nämligen ljus asfaltbetong med ljus klippgranit, men olika stenstorlek, är den speglade reflexionen alltid lägre för den mindre stenstorleken (8 mm) jämfört med den större (11 mm). Torrvärdet för den speglade reflexionen är samma mellan hjulspåren som i höger hjulspår.

6.1.2 Norge

Den mjuka asfaltbetongen tycks ha i det närmaste konstant högre speglade reflexion än vanlig asfaltbetong med samma stenstorlek. För dessa vägbeläggningar har heller inte uppmätts stora förändringar i den speglade reflexionen över tiden.

Om man jämför skelettasfalt med stenstorleken 11 mm respektive 16 mm ser man att torrvärdena är ungefär lika. Även det första värdet efter vätning för läget mellan hjulspåren respektive till höger om höger hjulspår är liknande, och högt, för de båda stenstorlekarna. Det bör dock påpekas att högvärdena för stenstorleken 16 mm togs utanför körfältet på vägaren till höger om vägmarkeringen.

Skelettasfalten har nästan alltid en högre grad av speglade reflexion jämfört med asfaltgrusbetong med samma stenstorlek, 11 mm. Mätpunkten till vänster om vänster hjulspår skiljer sig dock från de övriga och för asfaltgrusbetongen är den speglade reflexionen efter 15 sekunder och en minut högre än den speglade reflexion som uppmätts direkt efter vätning. Detta kan bero på mätfel eller sprickor i vägen eller vara ett sant värde.

6.1.3 Sverige

Skelettasfalt av stenstorleken 16 mm har nästan alltid högre speglade reflexion än stenstorleken 11 mm. Skelettasfalt med stenstorleken 16 mm uppför sig ungefär lika till vänster om vänster hjulspår som i vänster hjulspår.

Ytbehandling Y1B har oftast en hög grad av spegling till en början men den tycks minska snabbt under de första femton sekunderna.

Den täta asfaltbetongen uppför sig väldigt olika i de olika punkterna tvärs vägen.

Lägst grad av speglande reflexion av de testade vägbelägningarna tycks skelettasfalt med stenstorleken 11 mm ha medan den hårda skelettasfalten med stenstorleken 12 mm är ungefär medelbra.

6.2 Slutsatser

Ur Figur 23 kan bland annat utläsas att i Danmark är vägbelägningarna på motorvägar i medel mer speglande mellan hjulspåren än i hjulspåren. För vägarna i Sverige gäller det motsatta förhållandet, medan vägarna i Norge tycks ha något mer spegling utanför hjulspåren.

Detta kan bero på att de svenska vägar som mättes under hösten polerats och blivit mer speglande i hjulspåren innan dubbdäckssäsongen kommit, som i sin tur ”ruggar upp” vägytan under vintern. På de danska motorvägarna var det ganska svårt att urskilja tydliga hjulspår medan det var relativt lite trafik på flera av de norska vägarna.

Som tidigare påpekats går det inte att dra några slutsatser om sambandet mellan textur och speglande reflexion för en våt beläggning, eftersom antalet mätningar i denna förstudie är för litet.

6.3 Erfarenheter från mätningarna

Eftersom denna studie varit ett förförsök har nya erfarenheter gjorts som bör tas tillvara inför huvudstudien. Erfarenheterna kan sammanfattas i följande problempunkter:

- Tidtagning
- Instrument
- Urvalskriterier
- Lokala förhållanden.

Vid **tidtagning** var problemet dels att det var svårt att mäta vid tiden noll sekunder och dels att det inte alltid gick att mäta efter 15 och 60 sekunder pga. trafiken. I praktiken gjordes ”direkt”-mätningen 1-5 sekunder efter att vätningen avslutats. Eftersom den speglande reflexionen visat sig vara mycket känslig för små tidsskillnader omedelbart efter vätning påverkas resultaten vid ”direkt”-mätningen mycket. Vid mätningarna omkring 15 respektive 60 sekunder tros värdet inte påverkas i särskilt hög grad. Det tycks som att värdena efter 15 sekunder är mest tillförlitliga, eftersom de oftast kunde göras efter exakt 15 sekunder och är förhållandevis stabila.

Det modifierade **instrumentet** LTL-X gav ibland orimliga resultat (t.ex. värdet ”1”) varför mätvärdet måste upprepas. Instrumentet visade sig även vara temperaturkänsligt på så sätt att det laddas ur om det förvaras länge i låg temperatur, t.ex. i bilen över natten.

Urvalskriterierna var i början desamma för de olika länderna, men beroende på ländernas olika trafikbelastning samt vilka vägar som valts ut finns en snedfördelning i data som gör det svårt att jämföra mellan länderna.

Med **lokala förhållanden** avses väg- och väderförhållanden och om bilar hade kört i vattnet eller inte mellan mätningarna. Oftast gjordes en ny mätning om vattnet påverkats

av fordon men inte alltid pga. trafiken. När vädret var soligt kan förväntas att vattnet försvinner snabbare från mätpunkten än när det var molnigt. Det var ibland svårt att urskilja tydliga hjulspår på vägen och beroende på hur stor lutningen var försvann också vattnet i olika snabb takt.

Referenser

Sandberg, Ulf (1997): "Influence of Road Surface Texture on Traffic Characteristics Related to Environment, Economy and Safety". VTI notat 53A-1997. Statens väg- och transportforskningsinstitut, Linköping.

ISO 13473-1: "Characterisation of pavement texture utilising surface profiles – part 1: Determination of Mean Profile Depth". International standard from ISO, Geneva.

Konfidensintervall runt medelvärden vid mätningar på Wallenbergs gata i Linköping.

Testmätningar utfördes på en gata i Linköping i syfte att studera mätfelens storlek för de olika instrumenten. De parametrar som undersöktes här var *S torr*, *S våt (15s)* och *R_L torr*. Mätningar utfördes på fyra mätplatser och i vardera fem mätpunkter vid varje mätplats. Sedan analyserades osäkerheten för mätningar i en, två, tre respektive fyra mätplatser.

Medelvärde med 95% konfidensintervall (absolut och relativt) vid analys av **mätplats 1:**

<i>S torr</i>	696 ± 149	696 ± 21%
<i>S våt (15s)</i>	1772 ± 1020	1772 ± 58%
<i>R_L torr</i>	19 ± 4	19 ± 21%

Medelvärde med 95% konfidensintervall (absolut och relativt) vid analys av **mätplats 1 och 2:**

<i>S torr</i>	751 ± 119	751 ± 16%
<i>S våt (15s)</i>	1579 ± 479	1579 ± 30%
<i>R_L torr</i>	19 ± 2	19 ± 11%

Medelvärde med 95% konfidensintervall (absolut och relativt) vid analys av **mätplats 1, 2 och 3:**

<i>S torr</i>	786 ± 108	786 ± 14%
<i>S våt (15s)</i>	1899 ± 484	1899 ± 25%
<i>R_L torr</i>	19 ± 2	19 ± 11%

Medelvärde med 95% konfidensintervall (absolut och relativt) vid analys av **mätplats 1, 2, 3 och 4:**

<i>S torr</i>	835 ± 95	835 ± 11%
<i>S våt (15s)</i>	2120 ± 404	2120 ± 19%
<i>R_L torr</i>	19 ± 2	19 ± 11%

Av ovanstående värden kan utläsas att det går att minska osäkerheten i mätningarna av våt speglade reflexion med nära hälften genom att mätningar görs på två mätplatser längs vägen istället för på en.

VTI är ett oberoende och internationellt framstående forskningsinstitut som arbetar med forskning och utveckling inom transportsektorn. Vi arbetar med samtliga trafikslag och kärnkompetensen finns inom områdena säkerhet, ekonomi, miljö, trafik- och transportanalys, beteende och samspel mellan människa-fordon-transportssystem samt inom vägkonstruktion, drift och underhåll. VTI är världsledande inom ett flertal områden, till exempel simulatorteknik. VTI har tjänster som sträcker sig från förstudier, oberoende kvalificerade utredningar och expertutlåtanden till projektledning samt forskning och utveckling. Vår tekniska utrustning består bland annat av körsimulatorer för väg- och järnvägstrafik, väglaboratorium, däckprovsningsanläggning, krockbanor och mycket mer. Vi kan även erbjuda ett brett utbud av kurser och seminarier inom transportområdet.

VTI is an independent, internationally outstanding research institute which is engaged on research and development in the transport sector. Our work covers all modes, and our core competence is in the fields of safety, economy, environment, traffic and transport analysis, behaviour and the man-vehicle-transport system interaction, and in road design, operation and maintenance. VTI is a world leader in several areas, for instance in simulator technology. VTI provides services ranging from preliminary studies, highlevel independent investigations and expert statements to project management, research and development. Our technical equipment includes driving simulators for road and rail traffic, a road laboratory, a tyre testing facility, crash tracks and a lot more. We can also offer a broad selection of courses and seminars in the field of transport.



HUVUDKONTOR/HEAD OFFICE

LINKÖPING

POST/MAIL SE-581 95 LINKÖPING

TEL +46 (0)13 20 40 00

www.vti.se

BORLÄNGE

POST/MAIL BOX 760

SE-781 27 BORLÄNGE

TEL +46 (0)243 446 860

STOCKHOLM

POST/MAIL BOX 6056

SE-171 06 SOLNA

TEL +46 (0)8 555 77 020

GÖTEBORG

POST/MAIL BOX 8077

SE-402 78 GÖTEBORG

TEL +46 (0)31 750 26 00