

Störande ljus vid vägarbeten om natten

Fältförsök på E6 norr om Varberg 19–20 april 2007

Anita Ihs
Arve Augdal

Förord

På uppdrag av NORDFUD genomförs under 2005–2008 ett omfattande samnordiskt projekt för att undersöka hur man bäst undviker problem med bländning från olika typer av vägarbetsplatser där arbete utförs nattetid.

Syftet med hela 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, och då särskilt gällande vägarbeten nattetid på större vägar.

Projektansvarigt land är Sverige och projektansvarig person är Eva Liljegren, Vägverket. Projektledare är Anita Ihs, VTI.

I projektets styrgrupp ingår Eva Liljegren (ordförande), Erik Randrup (Vejdirektoratet), Morten Hafting (Statens Vegvesen), Tuomas Österman (Tiehallinto).

I projektets arbetsgrupp ingår Anita Ihs (VTI), Kenneth Kjemtrup (Vejdirektoratet), Esko Tuhola (Tiehallinto), Kai Sørensen (DELTA), Arve Augdal (SINTEF), Per Jonsen (SINTEF), Antti Tiensuu (LiCon-AT), Niclas Camarstrand (Vägverket).

Denna här avrapporterade studien har utgjort en förberedande fältstudie med expertpanelbedömningar som ska ligga till grund för planering av kommande körförsök med försökspersoner.

Anita Ihs har tillsammans med Niclas Camarstrand haft huvudansvarat för planering och förberedelser. Samråd har skett med arbetsgruppen. Anita Ihs har stått för huvuddelen av resultatanalysen och avrapporteringen. Arve Augdahl har ansvarat för genomförande, analys och avrapportering av de mätningar av ljusförhållanden (bländning) som genomfördes under försöket.

Linköping augusti 2008

Anita Ihs

Kvalitetsgranskning

Extern peer review har genomförts av projektets styr- och arbetsgrupp. Anita Ihs har genomfört justeringar av slutligt rapportmanus. Projektledarens närmaste chef, Gudrun Öberg, har därefter granskat och godkänt publikationen för publicering 2008-08-20.

Quality review

External peer review was performed by the project management and work group. Anita Ihs has made alterations to the final manuscript of the report. The research director of the project manager, Gudrun Öberg, has examined and approved the report for publication on August 8, 2008.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	5
Summary	7
1 Introduktion	9
2 Syfte	11
3 Genomförande	12
4 Resultat.....	18
4.1 Expertpanelbedömning	18
4.2 Mätning av ljusförhållanden	23
5 Diskussion och slutsatser	26
5.1 Bländning.....	26
5.2 Övrig visuell ledning.....	27

Bilaga 1 Protokoll för fältförsök på E6 norr om Varberg, 19-20 april

Störande ljus vid vägarbeten om natten – fältförsök på E6 norr om Varberg 19–20 april 2007

av Anita Ihs och Arve Augdal

VTI

581 95 Linköping

Sammanfattning

För att undvika störningar i tät trafik under dagen genomförs vägarbeten i allt högre utsträckning under de mer lågtrafikerade timmarna nattetid. Kraven på utmärkningen blir dock väsentligt olika under dagsljus och mörker för att godtagbara visuella villkor för trafikanterna ska åstadkommas.

En väsentlig svårighet för förare som ska passera en vägarbetsplats i mörker är att, trots bländning från mötande trafik, arbetsfordon och arbetsplatsbelysning, få synintryck av tillräckligt god kvalitet. Detta krävs för att få en korrekt uppfattning om vilken hastighet man bör hålla och var man ska placera sitt fordon vid passagen.

Under natten är dessutom vägbeläggningarna ofta våta eller fuktiga, särskilt under vinterhalvåret, vilket ökar vägbeläggningens speglingsgrad. Speglingarna i beläggningen kan dölja utmärkningen av vägbanan, dölja utmärkningens färg, bidra till bländning och öka komplexiteten i den visuella informationen till föraren.

Detta utgör inte bara en säkerhetsrisk för trafikanten som ska passera vägarbetsområdet utan även för de personer som befinner sig på denna. Risken är att trafikanten misstolkar/missbedömer informationen från utmärkningen och kör in på arbetsplatsområdet.

Inom NORDFUD har man beslutat att genomföra ett omfattande samnordiskt projekt för att undersöka hur man bäst undviker problem med bländning från olika typer av vägarbetsplatser där arbete utförs nattetid.

I denna rapport redogörs för resultaten från en etappstudie i projektet där expertpanelbedömningar har gjorts avseende utmärkningen av ett stationärt motorvägsarbete som byggts upp på en avstängd del av E6 utanför Varberg. Expertpanelen bestod av tio personer varav flertalet från projektgruppen.

Ett antal olika scenarier, dvs. olika kombinationer av komponenter i utmärkningen, bedömdes i samband med att experterna i panelen körde förbi vägarbetsområdet. Experterna gjorde en subjektiv bedömning av den visuella ledningen och bländningsgraden. De komponenter som varierades framgår av tabellen nedan.

Komponent	Alternativ	
	1	2
A Vägmarkering	Ordinarie vit markering kvar inom arbetsområdet	Ordinarie vit markering täckt
B Vägmarkesvagnar vid chikanen	Endast plåtskylt	Förstärkt med ljuspil
C Hastighetsskyltar	Plåtskyltar	Variabla belysta skyltar med rekommenderad hastighet
D Typ av reflexmaterial på sidomarkeringskärrmar, mm	Gult	Gulgrönt (fluorescerande)
E Gula rinnande blinkljus vid förbiledning före arbetsplatsområdet	Utan	Med

Det var generellt en ganska stor samstämmighet vad gäller experternas bedömningar och angivna preferenser.

- A. Övrig utmärkning, dvs. sidomarkeringskärrmar och de olika blinkljusen, var så dominerande att det inte ens uppmärksammades av alla experter att någon förändring gjordes avseende vägmarkeringarna.
- B. När det gäller typ av hastighetsskylt, dvs. plåtskylt eller ljusskylt, så föredrog samtliga experter ljusskyltarna. Hastighetsskyltarna har inte så mycket med den visuella ledningen att göra, men de variabla belysta skyltarna ansågs kunna bidra till bättre uppmärksamhet på gällande hastighetsbegränsning hos föraren.
- C. I stor sett alla angav att de också föredrog vägmarkesvagn med enbart plåtskylt framför förstärkning med ljuspil. Ljuspilarna var visserligen försedda med fotoceller för automatisk reduktion av ljusstyrkan i förhållande till omgivande ljusnivå, men den erhållna reduktionen (till cirka 60 % nominell effekt) var långt ifrån tillräcklig för att inte ljuspilarna ska upplevas som mycket bländande.
- D. Flertalet angav att de föredrog skärmarna och skyltarna med det gulgröna fluorescerande reflexmaterialet framför det ordinarie gula. Övriga upplevde inte någon skillnad. Eftersom den fluorescerande egenskapen inte gör någon nytta annat än i skymning, gryning och vid dimma, så var det framförallt den högre kvaliteten hos reflexmaterialet som påverkade bedömningen.
- E. Flertalet experter angav att de föredrog att gula rinnande blinkljus användes vid överledningen.

Disturbing lights at road works during night – field tests on E6 north of Varberg 19–20 April 2007

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

Summary

In order to avoid disruption in heavy traffic during daytime, road works are carried out to an increasing extent during off-peak hours at night. The requirements on the temporary traffic control are however considerably different in daylight and in darkness to ensure acceptable visual conditions for the road users.

A considerable difficulty for the driver who is passing a work zone in darkness is to obtain a visual impression of sufficiently good quality, despite glare from oncoming traffic, work vehicles and work zone illumination. This is required to get a correct impression at which speed to drive and where to place the vehicle during the passage.

During night-time the pavements are also often wet or damp, particularly during the winter season, which further increases their reflectivity. The reflections in the pavement may conceal road markings on the road way, contribute to the glare and increase the complexity of the visual information to the driver.

This constitutes not only a safety risk for the road user passing the work zone but also for the people who are within the work zone. The risk is that the road user misinterprets/misjudges the information from the temporary traffic control and drives into the work zone.

Within NORDFUD it has been decided to carry out an extensive project to investigate how to best avoid problems with glare from different types of road works where work is going on during night-time.

This report presents the results from one stage of the project where an expert group has made evaluations of temporary traffic controls for a stationary motorway road works that was set up on a closed part of E6 outside Varberg. The expert group consisted of ten people, most of them coming from the project group.

A number of different scenarios, i.e. different combinations of traffic control components, were assessed by the experts while driving past the work zone. The experts made a subjective evaluation of the visual guidance and the degree of glare. The components that were varied are presented in the table below.

Component	Alternative	
	1	2
A Road marking	Ordinary white road marking remaining within work zone	Ordinary white road marking covered within work zone
B Road sign carriage at the chicane	Only signs	Enhanced with flashing arrow
C Speed signs	Ordinary signs	Variable illuminated signs with recommended speed
D Type of reflective material on signs	Yellow (standard)	Yellowish-green (fluorescent)
E Yellow running lights at the diversion before the work zone	Without	With

There was in general a quite large consensus concerning the experts' assessments and stated preferences.

- A. The other traffic control devices, i.e. the signs and the different flashing lights, were so dominant that it was even not noticed by all experts that any change was done concerning the road markings.
- B. Concerning the type of speed sign, i.e. ordinary sign or variable illuminated sign, all experts preferred the illuminated signs. The speed signs don't have so much to do with the visual guidance, but the variable illuminated signs were considered to help to draw the drivers' attention to the present speed limit.
- C. The experts generally preferred the carriage with signs only to carriage enhanced with flashing arrow. The flashing arrows were equipped with photocells for automatic reduction of luminous intensity, but the obtained reduction (up to 60 % of nominal effect) was far from sufficient in order for the flashing arrows not to be perceived as too glaring.
- D. The majority also stated that they preferred the signs with the yellowish-green fluorescent reflective material to the ordinary yellow. The others didn't experience any difference. Since the fluorescent property has no effect other than during dusk, dawn or in foggy conditions it was mostly the higher quality of the reflective material that influenced the assessment.
- E. The majority of the experts stated that they preferred the yellow running lights to be used at the diversion.

1 Introduktion

Vägarbetsplatser innebär så gott som alltid en inskränkning av det tillgängliga utrymmet för trafikanten och därmed också en begränsning av framkomligheten. För bilföraren utgör passagen av ett vägarbete en komplicerad situation, vilket ställer stora krav på utmärkningen.

För att undvika störningar i tät trafik under dagen genomförs vägarbeten i allt högre utsträckning under de mer lågtrafikerade timmarna nattetid. Kraven på utmärkningen blir dock väsentligt olika under dagsljus och mörker för att godtagbara visuella villkor för trafikanterna ska åstadkommas.

En väsentlig svårighet för förare som ska passera en vägarbetsplats i mörker är att, trots bländning från mötande trafik, arbetsfordon och arbetsplatsbelysning, få synintryck av tillräckligt god kvalitet. Detta krävs för att få en korrekt uppfattning om vilken hastighet man bör hålla och var man ska placera sitt fordon vid passagen.

För att föraren ska klara denna uppgift krävs att utmärkningen av vägarbetet inte kan missförstås. En annan förutsättning är att de visuella förhållandena är goda. Det senare innebär bland annat att styrkan hos den sammanlagda bländningen måste begränsas samt att belysningen av de sträckor av vägarbetet som ställer särskilt stora krav på trafikanten är av godtagbar kvalitet.

Under natten är dessutom vägbeläggningarna ofta våta eller fuktiga, särskilt under vinterhalvåret, vilket ökar vägbeläggningens speglingsgrad. Detta innebär att ljuset från blinksignaler, mötande fordon och arbetsfordon, armaturer för belysning av arbetsplatsen samt eventuella övriga ljuskällor träffar trafikantens öga både direkt och indirekt genom speglingar i den våta ytan. Speglingarna kan dölja utmärkningen av vägbanan, dölja utmärkningens färg, bidra till bländning och öka komplexiteten i den visuella informationen till föraren.

Detta utgör inte bara en säkerhetsrisk för trafikanten som ska passera vägarbetsområdet utan även för de personer som befinner sig på denna. Risken är att trafikanten misstolkar/missbedömer informationen från utmärkningen och kör in på arbetsplatsområdet.

Inom NORDFUD har man beslutat att genomföra ett omfattande samnordiskt projekt för att undersöka hur man bäst undviker problem med bländning från olika typer av vägarbetsplatser där arbete utförs nattetid.

Syftet med hela 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, och då särskilt gällande vägarbeten nattetid på större vägar.

Framförallt säkerheten, men också framkomligheten och komforten, ökas för trafikanterna genom att den visuella ledningen förbättras. En förbättrad visuell ledning för trafikanten som gör att vägarbetsplatsen kan passeras på ett säkert sätt innebär också en ökad säkerhet för de personer som befinner sig på vägarbetsplatsen. Risken för att trafikanten ska misstolka utmärkningen av vägarbetsplatsen minskar och därmed också risken för att trafikanten kör in på vägarbetsplatsområdet.

I projektet ska störningen som de olika elementen – blinkljus, fordonsljus, belysningsarmaturer, speglingar, m.m. – orsakar för föraren som ska passera vägarbetsplatsen, både enskilt och i kombination, undersökas.

Projektet ska leda till förslag till förbättring och samordning av gällande regelverk i nordnorden genom

- förslag till krav på gula blinksignalers intensitet/ljusstyrka samt reglering och användning av dessa
- förslag till krav på arbetsplatsbelysning vid vägarbeten både med hänsyn till vägarbetarnas behov och till behovet av avskärmning för att undvika bländning av trafikanterna
- förslag till krav/rekommendationer gällande övrig utmärkning
- rekommendationer angående hantering av spegling i våta vägbanor.

Målsättningen är också att resultaten av projektet ska redovisas i form av en handbok.

Projektet är av intresse inte bara inom nordnorden. Trenden att man väljer att förlägga alltför vägarbeten till de mer lågtrafikerade timmarna under natten gäller internationellt. Såvitt känt har inga så omfattande studier som den här föreslagna genomförts tidigare och resultaten kan därför förväntas vara av stort internationellt intresse.

Ett antal förstudier har genomförts under 2005 (Sørensen, 2006; Tiensuu, 2006; Augdal, 2005; Nygårdhs and Ihs, 2006).

Två pilotstudier genomfördes i mars 2006 på Værløse flygfält utanför Köpenhamn, Danmark respektive i oktober 2006 på en trafikerad väg utanför Linköping, Sverige. I dessa studier undersöktes en stationär vägarbetsplats på mötteseparerad landsväg, dvs. en så kallad 2+1-väg. Den första pilotstudien gjordes bedömningar av en expertpanel. Baserat på denna utformades designen av den andra pilotstudien där försökspersoner fick köra förbi vägarbetsplatsen och göra bedömningar.

Upplägget av den här redovisade studien är ungefär densamma. I denna första etapp har expertpanelbedömningar gjorts och avsikten var att resultaten/erfarenheterna från denna skulle ligga till grund för planeringen av kommande körförsök. Den typ av vägarbetsplats som valts ut är ett stationärt vägarbete på motorväg.

2 Syfte

Syftet med studien har varit att med hjälp av en expertpanel göra bedömningar avseende störande ljus och visuell ledning på en stationär vägarbetsplats på motorväg. Denna studie ska, tillsammans med erfarenheter från tidigare pilotstudier samt separata delstudier rörande varsellyktor på arbetsfordon, bländning från mötande trafik samt arbetsplatsbelysning, i sin tur ligga till grund för planeringen av körförsök med försökspersoner under hösten 2007.

Utifrån erfarenheterna från de tidigare pilotstudierna skulle dessutom följande vara uppfyllt vid försöken:

Vägbanan ska vara våt för att åstadkomma en så besvärlig situation som möjligt avseende bländning och störande ljus.

Personerna i expertpanelen ska köra förbi vägarbetsplatsen när de gör sina bedömningar. Tillåten hastighet för den passerande trafiken förbi vägarbetsplatsen ska vara 70 km/tim.

Vägarbetet ska vara utformat med en chikan före omledningen förbi vägarbetsområdet. Effekten av att använda ljuspilar vid denna ska studeras.

3 Genomförande

En ca 5 kilometer lång sträcka av E6, norrgående körfält, norr om Varberg hade helt stängts av för trafik pga. pågående broreparationer (ett flertal mindre broar). All trafik leddes över på den södergående delen. Fotot nedan är taget i den norra änden av den avstängda sträckan, där den stationära vägarbetsplatsen senare byggdes upp för dessa fältförsök.



Figur 3.1 Foto på den avstängda delen av E6 där fältförsöken genomfördes.

I Figur 3.2 visas TA-planen som användes som underlag för att bygga upp den stationära vägarbetsplatsen. En viss modifiering gjordes dock på så sätt att vägrenen fick utnyttjas som K1, och K1 i sin tur som K2, i försöken för att få till en mer realistisk utformning av chikan och överledning (se Figur 3.3).

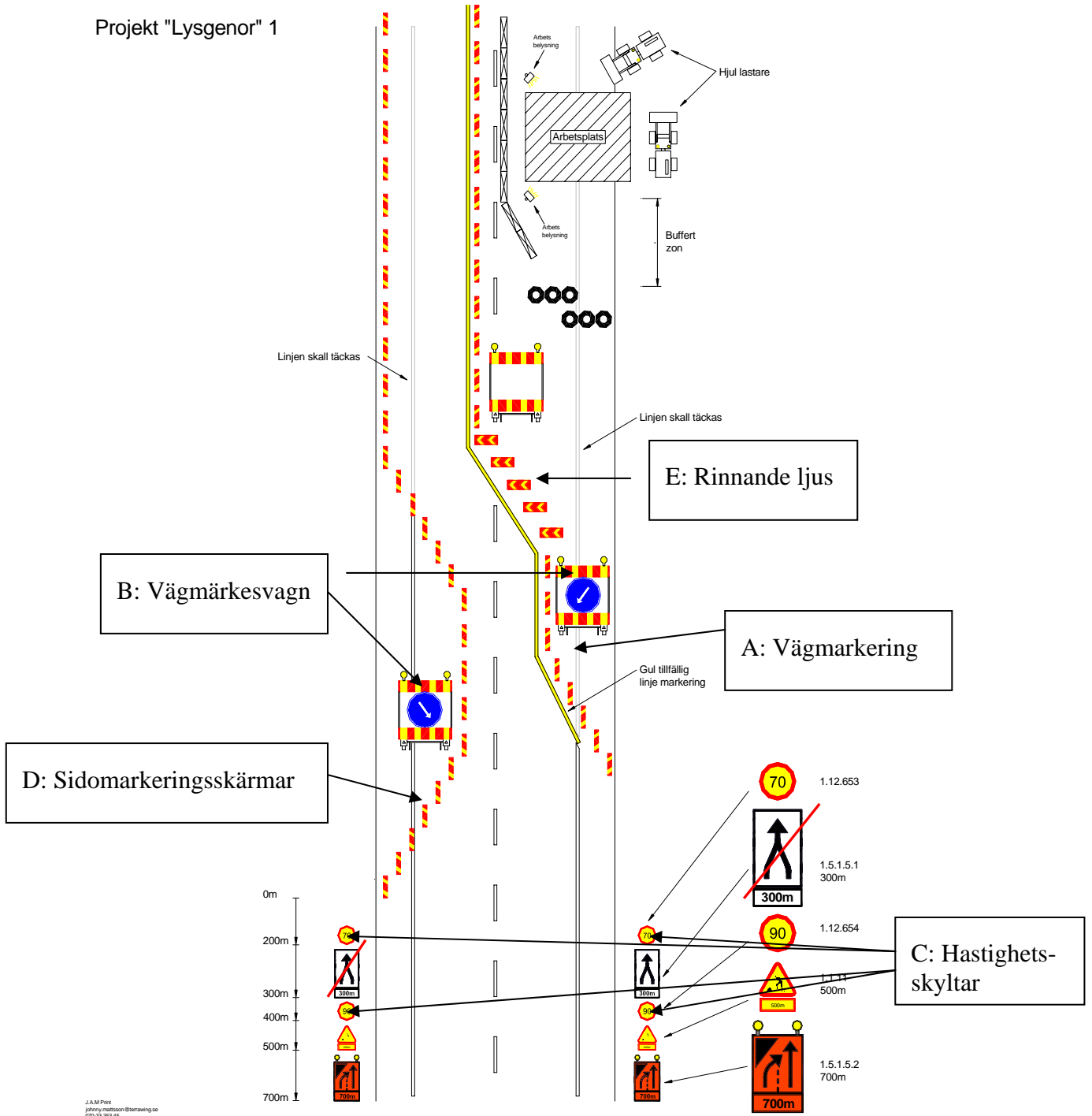
Under hela försöket användes endast en typ av arbetsplatsbelysning. Strålkastarna var av typen Philips MVP506 SON-TPP250W K. De var monterade på två 8,5 m höga master vilka placerades i de två hörnen av arbetsområdet närmast den passerande trafiken för att minimera bländningen (se Figur 3.2). Strålkastarna var riktade in mot mitten av arbetsområdet. Se skiss i bilaga 1. Två master användes för att undvika djupa skuggor inne på arbetsområdet.

Ett antal olika komponenter (A–E) och alternativ (1–2) av dessa, både sådana som bidrar till störande bländning och sådana som bidrar till den visuella ledningen, hade valts ut för att testas i fältförsöket. Komponenterna och alternativen redovisas i Tabell 1 nedan. Komponenterna A-E är också markerade i Figur 3.2.

Eftersom tiden för fältförsöken var begränsad till de mörka timmarna under en natt fanns inte möjlighet att testa och utvärdera samtliga möjliga kombinationer av de olika komponenterna och alternativen. Nio kombinationer valdes ut vid planeringen av fält-

försöken. Under fältförsökets gång gjordes dock vissa justeringar av kombinationerna och ett par extra lades till. De slutliga 11 kombinationerna redovisas i Tabell 2 nedan.

Projekt "Lysgenor" 1



Figur 3.2 Trafikanordningsplanen som användes som underlag för att bygga upp den stationära vägarbetsplats som studerades i fältförsöken.



Bild 1



Bild 2



Bild 3

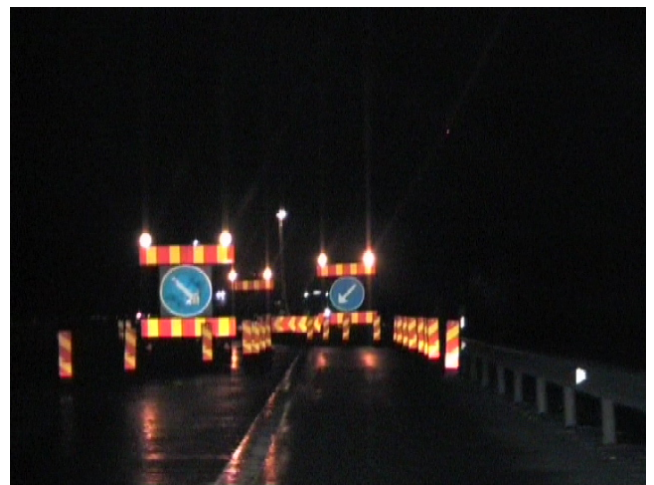


Bild 4

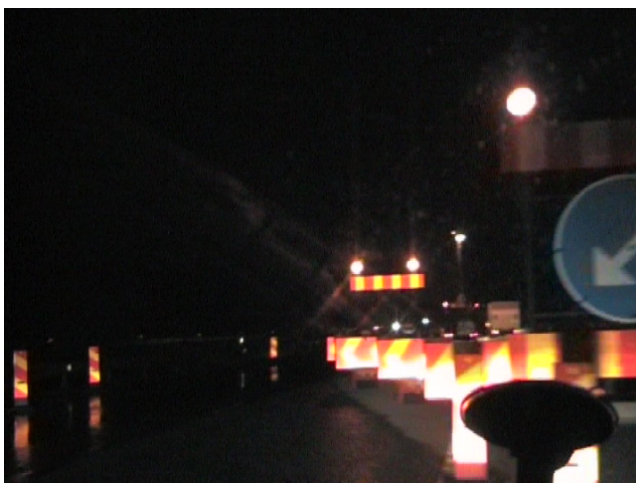


Bild 5

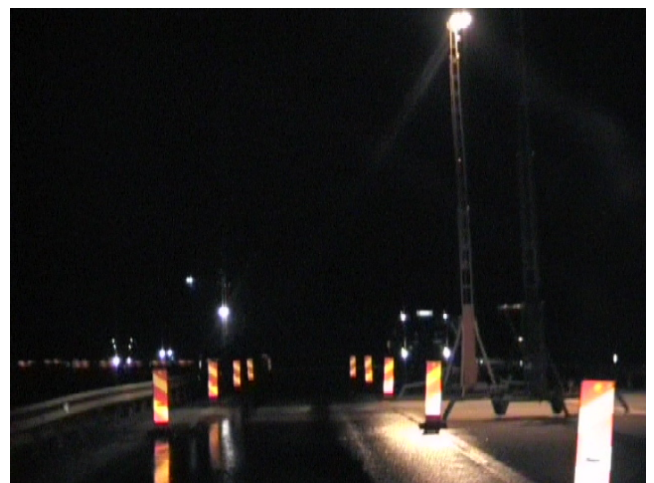


Bild 6

Figur 3.3 Foton, tagna på olika avstånd och vid olika tidpunkter, som illustrerar hur uppställningen såg ut vid försöket.

Vid de tidigare genomförda pilotstudierna testades olika varianter, avseende både ljusstyrka, frekvens och sekvens, av gula rinnande blinkljus. Tre av dessa utföll som fullt godtagbara att användas i samband med vägarbete nattetid. Av dessa valdes en variant ut som en komponent (E) i föreliggande fältstudie (se beskrivning i Tabell 1 nedan).

Tabell 1 Beskrivning av de komponenter och alternativ som studerades i fältförsöken.

Komponent	Alternativ		Kommentarer
	1	2	
A Vägmarkering	Ordinarie vit markering kvar inom arbetsområdet	Ordinarie vit markering täckt	Orange tillfällig vägmarkering markerar körfält vid omledningen av trafiken fr.o.m scenario 5
B Vägmarkesvagnar vid chikanen	Endast plåtskylt ¹	Förstärkt med ljuspil ²	
C Hastighetsskyltar	Plåtskyltar	Omställningsbara belysta skyltar med rekommenderad hastighet	
D Reflexmaterial på sidomarkerings-skärmar, m.m.	Gult	Gulgrönt ³	
E Gula rinnande blinkljus vid förbiledning före arbetsplatsområdet	Utan	Med	Använd sekvens: ⁴ Första lyktan tänds och förblir tänd. Andra lyktan tänds efter 0.2 s och förblir tänd. Tredje lyktan tänds efter 0.4 s och förblir tänd. Osv. till dess att alla lyktor är tända. Lyckorna släcks när den sista lyktan varit tänd i 0.2 s. Sekvensen börjar om. Effektiv ljusstyrka 30 cd.

1) De två blinkljusen på toppen av vägmärkesvagnen blinkar parallellt med en frekvens på ca 1 blink per sekund. Den nominell effektiv ljusstyrkan är ca 500 cd (klass L8M enligt standard EN 12352).

2) "Trafikledningstavla SF1" med LED. Nominell effektiv ljusstyrka är ca 1 500 cd (klass L8H enligt standard EN 12352). Fotocellstyrd reglering av den elektriska effekten, och därmed ljusstyrkan, beroende på omgivningens ljusnivå. Lägsta nivå är 60% av nominella effekten (1 500 cd) vilket antas motsvara ca 900 cd.

Ljuspilen blinkar med en frekvens av ca 30 blink per minut. Xenonblinken på toppen har samma frekvens.

3) 3M™ Diamond Grade™ DG³ Fluorescent Reflective Sheeting 4083 (gul-grön färg)

4) Endast 4 gula blinkljus kunde användas vid överledningen pga. smala körfält. Det var också problem med den första ljuslyktan. Denna blinkade med dubbla frekvensen, dvs. den släcktes och tändes igen en gång mitt i sekvensen.

Tabell 2 Beskrivning av de olika scenarier, dvs. kombinationer av komponenter och alternativ, som studerades vid fältförsöken.

Scenario	Alternativ					Kommentar
	A	B	C	D	E	
1	1	1	1	1	1	Vattning Inga arbetsfordon inom arbetsområdet
2	1	1	2	1	1	
3	1	2	1	1	1	Vattning
4	2	2	1	1	1	
5	2	2	1	1	1	Tillfällig orange markering har lagts ut Vattning
6	2	1	1	1	1	Vattning
7	2	1	1	1	2	Sekvensen på de gula rinnande ljusen fungerade inte helt korrekt Orangea markeringen hade lossnat delvis
8	2	1	1	2	1	Chevronerna i överledningen utbytta mot sidomarkerings-skärmar Varningslyktorna på 700-m skyltarna släckta Vattning
9	2	1	2	2	2	
10	2	1	2	2	2	Varningslyktorna på vägmärkesvagnarna släckta
11	2	2	2	2	2	Varningslyktorna på vägmärkesvagnen släckta

Eftersom spegling i våt vägbanan utgör ett betydande bidrag till den störande bländningen hade det varit önskvärt med kraftigt regn under försöket. Tyvärr uppfylldes inte denna önskan och därför fick den planerade reservlösningen tas till. För att åstadkomma en våt beläggning användes en vattenbil som spred vatten över vägbanan i stort sett varje gång inför den första bilens passage av ett scenario.

Bedömningen av de olika scenarierna gick till så att projektdeltagarna fick köra/åka bil förbi vägarbetsplatsen. På grund av den begränsade tillgängliga tiden för försöket och också begränsad tillgången till fordon fick en kompromiss göras på så vis att projektdeltagarna åkte två och två i varje bil. Den ene deltagaren var förare under hela försöket och den andre satt på passagerarplatsen. Passageraren får en något annan observationsriktning än föraren, men en relevant kvalitativ bedömning av bländningen från de olika scenarierna ansågs ändå kunna göras.

Bilarna som användes var samtliga vanliga låga personbilar med undantag för en bil som var något högre (en Toyota RAV4). I stort sett samma belysnings- och observationsgeometrier kan alltså antas gälla för förarna respektive passagerarna.

Efter passagen av ett scenario fick projektdeltagarna stanna bilen och svara på ett antal frågor i ett protokoll (se bilaga 2). Efter att ha kört igenom samtliga scenarier fick deltagarna besvara ytterligare ett par frågor samt också ge synpunkter på ett antal frågeställningar i protokollet.

4 Resultat

4.1 Expertpanelbedömning

4.1.1 Rangordning

I samband med att projektdeltagarna passerade de olika scenarierna hade de ett antal frågeställningar angående bländning och vägledning att ta ställning till (se bilaga 2).

Till varje frågeställning fanns en skala på vilken projektdeltagarna skulle markera sin bedömning med ett streck för varje passerat scenario.

En rangordning av scenarierna har gjorts utifrån streckens placering på skalan för varje enskild projektdeltagare, med rangordning 1 längst till höger och rangordning 11 längst till vänster på skalan. En låg siffra innebär därmed en mer negativ bedömning, exempelvis mer bländande eller mer störande, än en högre siffra. I de fall där flera scenarier har markerats i samma punkt på skalan har de tilldelats medelvärdet av de rangordningar de skulle ha haft om de inte legat i samma punkt. Därefter har ett medel- respektive medianvärde beräknats för varje scenario på respektive frågeställning. Resultaten redovisas i Tabell 3 nedan. En uppdelning har också gjorts beroende på om projektdeltagaren var förare eller passagerare (se Tabell 4).

Det scenario som upplevdes som mest bländande av deltagarna var scenario 11 medan det minst bländande var scenario 10. Det som skiljer scenarierna 11 och 10 är att i det förra fallet användes ljuspilarna vid chikanen medan i det senare användes vägmärkesvagnar med plåtskylt. Dessutom hade varningslyktorna på vägmärkesvagnarna släckts i scenario 10. Detta var troligen det som främst bidrog till att scenario 10 erhöll en bättre bedömning än övriga scenarier där också vägmärkesvagnar med plåtskylt användes.

Användningen av ljuspilar tycks vara det som främst slår igenom på projektdeltagarnas bedömning på samtliga frågor. Scenarierna 3, 4, 5 och 11 är de som ofta får lägst rang, dvs. sämst bedömning, och gemensamt för dessa är användningen av ljuspilar vid chikanen.

Scenario 10 får genomgående högst rang, dvs. bäst bedömning. Bäst visuell ledning erhölls alltså vid användning av omställbara belysta hastighetsskyltar, rinnande gula blinkljus och vägmärkesvagnar med plåtskylt samt släckta varningslyktor för minskad bländning.

Vid uppdelning på förare och passagerare erhålls inte några anmärkningsvärda skillnader i hur man har rangordnat de olika scenarierna.

Tabell 3 Medelvärde samt standardavvikelse för samtliga 10 projektdeltagares rangordning av de olika scenarierna. Projektdeltagarnas kommentarer redovisas i fotnoterna.

Fråga	Scenario										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Hur bländad blev när du närmade dig vägarbetet?	5,85 ± 1,38	6,75 ± 1,77	2,25 ± 1,03	2,60 ± 0,70	2,80 ± 1,03	7,50 ± 1,47	7,50 ± 1,18	8,75 ± 1,01	9,15 ± 0,91	10,4 ± 1,29	2,45 ± 1,42
Hur störande var den speglade reflexionen i belägningen? ¹	5,45 ± 2,41	5,35 ± 2,36	2,17 ± 1,70	2,67 ± 0,97	2,70 ± 1,23	7,20 ± 1,64	7,80 ± 1,34	7,50 ± 1,86	8,80 ± 1,16	9,40 ± 1,84	4,94 ± 2,83
Hur lätt var det att se hur du skulle köra förbi vägarbetet?	4,05 ± 2,40	4,45 ± 1,94	3,00 ± 1,15	3,50 ± 1,90	4,50 ± 2,56	6,20 ± 1,97	7,10 ± 2,12	8,80 ± 0,75	9,30 ± 1,03	10,0 ± 1,15	5,10 ± 3,64
Hur tyckte du att väganordningarna fungerade vid passering av chikanen? ^{2,3}	4,00 ± 2,64	4,50 ± 2,56	4,35 ± 2,72	4,45 ± 3,24	5,40 ± 2,58	4,80 ± 1,40	6,05 ± 2,20	8,20 ± 1,65	8,30 ± 2,83	10,25 ± 1,03	5,70 ± 3,61
Hur tyckte du att väganordningarna fungerade vid passering av väg-arbetsområdet? ^{2,4}	4,65 ± 2,36	3,83 ± 2,35	3,89 ± 2,25	3,89 ± 2,01	4,00 ± 2,24	5,70 ± 1,72	6,65 ± 2,61	8,05 ± 2,25	7,85 ± 2,59	9,55 ± 2,33	6,10 ± 3,40

1 Frågan inte så relevant eftersom lite ljus kan speglas

2 Svårt att skilja på dessa två frågor

3 Ljuspilen fungerade utmärkt för att få uppmärksamheten på att ett arbete pågick och att få ned hastigheten, däremot sämre som trafikledning. De vanliga pilarna fungerade bra som trafikledning

4 Föraren såg endast vid något tillfälle vägmarkeringen. Den hade ingen funktion. Kanske kan den här frågan delas upp i två till nästa försök, med rinnande ljus för sig och vägmarkering för sig? De rinnande ljusen fungerade bra, men var för långsamma.

Tabell 4 Medelvärde av projektdeltagares rangordning av de olika scenarierna uppdelat på om de var förare (övre siffran) eller passagerare (undre siffran).

Fråga	Scenario										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Hur bländad blev när du närmade dig vägarbetet?	5,8	6,9	1,8	2,9	2,7	7,7	7,5	8,5	9,3	10,3	2,6
	5,9	6,6	2,7	2,3	2,9	7,3	7,5	9,0	9,0	10,5	2,3
Hur störande var den speglade reflexionen i beläggningen? ¹	6,2	5,8	1,4	2,7	2,7	7,0	8,0	7,8	9,2	10,4	4,8
	4,7	4,9	3,1	2,6	2,7	7,4	7,6	7,2	8,4	8,4	5,1
Hur lätt var det att se hur du skulle köra förbi vägarbetet?	4,6	4,6	2,6	3,4	4,0	6,8	6,6	8,8	9,6	10,2	4,8
	3,5	4,3	3,4	3,6	5,0	5,6	7,6	8,8	9,0	9,8	5,4
Hur tyckte du att väganordningarna fungerade vid passering av chikanen? ^{2,3}	3,8	4,2	4,0	4,4	5,0	5,1	6,1	7,5	9,1	10,4	6,4
	4,2	4,8	4,7	4,5	5,8	4,5	6,0	8,9	7,5	10,1	5,0
Hur tyckte du att väganordningarna fungerade vid passering av vägarbetsområdet? ^{2,4}	5,4	3,75	2,75	2,75	3,3	6,1	6,7	7,7	8,8	9,3	5,3
	3,9	3,9	4,8	4,8	4,7	5,3	6,6	8,4	6,9	9,8	6,9

Efter att samtliga scenarier passerats fick projektdeltagarna även ta ställning till de enskilda komponenterna B–E (se Tabell 1) och vilket av de två alternativen som de ansåg fungerade bäst samt också rangordna komponenterna utifrån betydelsen för en god visuell ledning.

Det var generellt en ganska stor samstämmighet vad gäller projektdeltagarnas angivna preferenser.

- B. När det gäller typ av hastighetsskylt, dvs. plåtskylt eller ljusskylt, så föredrog samtliga deltagare ljusskyltarna.
- C. I stor sett alla angav att de också föredrog vägmärkesvagn (C) med enbart plåtskylt framför förstärkning med ljuspil. En av deltagarna som inte tog ställning för det ena alternativet framför det andra kommenterade dock att ljuspil ger tydlig information medan plåtskylten inte orsakar någon bländning.
- D. 8 av 10 projektdeltagare angav att de föredrog det gulgröna fluorescerande reflexmaterialet framför det ordinarie gula (D). De övriga två hade inte upplevt någon skillnad och tog därför inte ställning till alternativen.
- E. 8 av 10 projektdeltagare angav att de föredrog att gula rinnande blinkljus användes vid överledningen. Två personer föredrog att gula rinnande blinkljus inte användes.

Projektdeltagarna fick rangordna de fyra komponenterna tillsammans med ytterligare en komponent, nämligen "Övertäckt vit vägmarkering", avseende betydelsen för en god visuell ledning (1 för viktigast och 5 för minst viktigt). Medianvärdet av samtliga, samt uppdelat på förare och passagerare, projektdeltagares rangordning beräknades och redovisas i Tabell 5.

Tabell 5 Medelvärde av projektdeltagarnas rangordning av olika komponenters betydelse för god visuell ledning förbi en vägarbetsplats.

	Hastighets- skylt	Vägmärkes- vagn	Reflex- material	Gula rinnande blinkljus	Övertäckt vit markering
Förare	3,5	2	2,5	2,75	4,25
Passagerare	3,5	2,8	2,6	1,6	4,3
Samtliga	3,50	2,44	2,56	2,11	4,28

Projektdeltagarna ombads även kommentera vald rangordning. Nedan redogörs för kommentarerna:

Hastighetsskyltarna har liten effekt på visuell ledning (rang 5).

Lysande hastighetsskyltar ger ju god visuell ledning, mer var kanske lite starka.

Hastighetsskyltarna har inte så mycket med den visuella ledningen att göra men de omställbara gör att man reagerar bättre och sänker hastigheten.

Ljuspilarna har för stor ljusmängd (rang 5)

Ljuspil eller inte har stor effekt på bländningen (rang 1)

Ljuspil mest bländning

Ljuspilen fick en att bromsa ned kraftigt eftersom man inte visste var man skulle åka. Den var som en stor vägg. Kanske skulle den fungera bättre om chikanen var bredare. Nu pekade pilarna nästan ihop och man såg inte på långt håll var man skulle åka.

Det är behov av element som fungerar både på kort och långt avstånd.

Sidomarkeringsskärmar för vägledning är mycket viktigt.

Sidomarkeringsskärmar bäst eftersom det var de som ledde bäst genom chikanen.

Reflexmaterialen (rang 1) gav stor skillnad på körledning.

Gula rinnande blinkljus (rang 1) ger god och överskådlig vägledning utan att blända.

Märkte inte att vägmarkeringen var övertäckt. (3 personer)

Vägmarkeringen såg jag knappast överhuvudtaget.

Så lite belysta vägmärken som möjligt.

Rangordning pga. optisk ledning.

Man kan notera att passagerarna anser att användning av gula rinnande blinkljus är av störst vikt för den visuella ledningen. Förarna har satt användning av vägmärkesvagnar med plåtskylt, istället för ljuspil, som viktigast och först på tredje plats gula rinnande blinkljus.

Användning av det gulgröna reflexmaterialet har fått näst högst betydelse. De skyltar och skärmar med detta material var mycket bättre reflekterande än de ordinarie skyltarna med gult reflexmaterial. En stor del av det positiva omdömet kan nog ändå tillräknas utbytet av chevronerna (sergeanterna) till sidomarkeringskärmar vid överledningen förbi arbetsområdet.

4.1.2 Synpunkter efter försöket

Arbetsplatsbelysning

Arbetsplatsbelysningen, både typen av strålkastare och hur de var placerade och riktade, fick generellt mycket gott omdöme av projektdeltagarna. Den gav mycket god belysning på arbetsplatsen samtidigt som den inte orsakade någon störande bländning för passerande trafik.

Någon angav dock att arbetsplatsbelysningen var för ljus i förhållande till chikanen och områdena runt omkring. Dessutom upplevdes varningsljusen på fordonen inom arbetsområdet som störande på helhetsintrycket, dock inte bländande.

Det underströks av flera deltagare att det är en viktig del i projektet att utreda hur arbetsplatsbelysningen bör utformas för bästa funktion på vägarbetsområdet och minsta störning för trafikanterna. En separat delstudie angående detta genomförs i Finland under våren och hösten 2007 och ska resultera i rekommendationer för arbetsplatsbelysning vid olika typer av vägarbeten.

Vägmärken med fluorescerande reflexmaterial

Under fältförsöket testades dels vägmärken och sidoskärmar med ordinarie gult reflexmaterial, dels med en ny typ av gulgrönt fluorescerande reflexmaterial.

I samband med att vägmärkena och sidoskärmar av standardtyp under försöket byttes ut mot den nyare typen gjordes även en ytterligare förändring av utmärkningen. Sergeanterna vid överledningen framför vägarbetsområdet byttes ut mot sidoskärmar. Detta i sig kan förväntas ge en annan upplevelse av den visuella ledningen och bör tas i visst beaktande då man jämför bedömningarna av de olika reflexmaterialen.

Den fluorescerande egenskapen hos reflexmaterialet är viktigast i skymning, gryning eller dimma.

Flera projektdeltagare angav att de ”gulgröna” sidoskärmar var betydligt bättre än de ordinarie gula.

Övrigt störande ljus eller bländning

Ljuspilarna upplevdes av många som alltför starka och dominerande. Det störande ljuset förstärktes också av spegling i den våta vägbanan. Ljuspilarna ansågs dock effektiva för att på långt håll varsla om begränsad framkomlighet på grund av vägarbete men inte lämpade för att styra trafiken.

Det konstaterades också att användning av ljuspilar kräver att de placeras på ett mycket större avstånd från varandra.

Någon kommenterade att varningslyktorna på vägmärkesvagnarna borde vara svagare på natten. Även ljuspilarna ansågs av en del kunna vara svagare nattetid.

Antalet blinkljus kommenterades: För många blinkljus gör vägarbetsplatsen störande och den verkar vara aggressiv. Är den då säker?

Övriga synpunkter och kommentarer

De rinnande gula blinkljusen i kombination med sidomarkeringsskärmar i stället för ”sergeanter” ansågs av flera ge den bästa visuella ledningen vid överledningen. De rinnande blinkljusen dränktes dock då de kombinerades med ljuspilar vid chikanen men även i viss mån av varningsljusen på vägmärkesvagnarna med enbart plåtskyltar.

De gula rinnande ljusen var något långsamma. Frekvensen bör avpassas till den hastighet med vilken trafiken passerar vägarbetsplatsen.

4.2 Mätning av ljusförhållanden

Ljusförhållandena blev registrerade med hjälp av en avbildande luminansmeter av typen LMK Mobile 2000 från passagerarsätet i en helt ny Volvo S40. På grund av de praktiska förhållandena vid försöken blev mätningarna gjorda vid körning i fart. Bilen accelererades från stillastående till ca 90 km/t upp mot chikanen. Instrumentets dynamiska mätområde kan ökas till att ta flera bilder från samma position, men detta var inte möjligt med det upplägg som användes här. Av denna anledning är områdena med de högsta luminanserna överexponerade och återgivna med vit färg i de färgkodade bilderna. Några av ljuskällorna blinkade. Den registrerade luminansen är ljuskällans medelluminans under exponeringstiden för bilden.

En mätserie med två blinkande ljuspilar visas i bilderna 1–6 i Figur 4.1. Bilderna visar isoluminanser med hjälp av färgkoder. Lägg märke till att det är olika koder på bilderna för att få god upplösning. Korrekt tidsföljd fås genom att tolka bilderna radvis. Några data för bilderna visas i Tabell 6. Numret inom parentes är kamerans numrering.

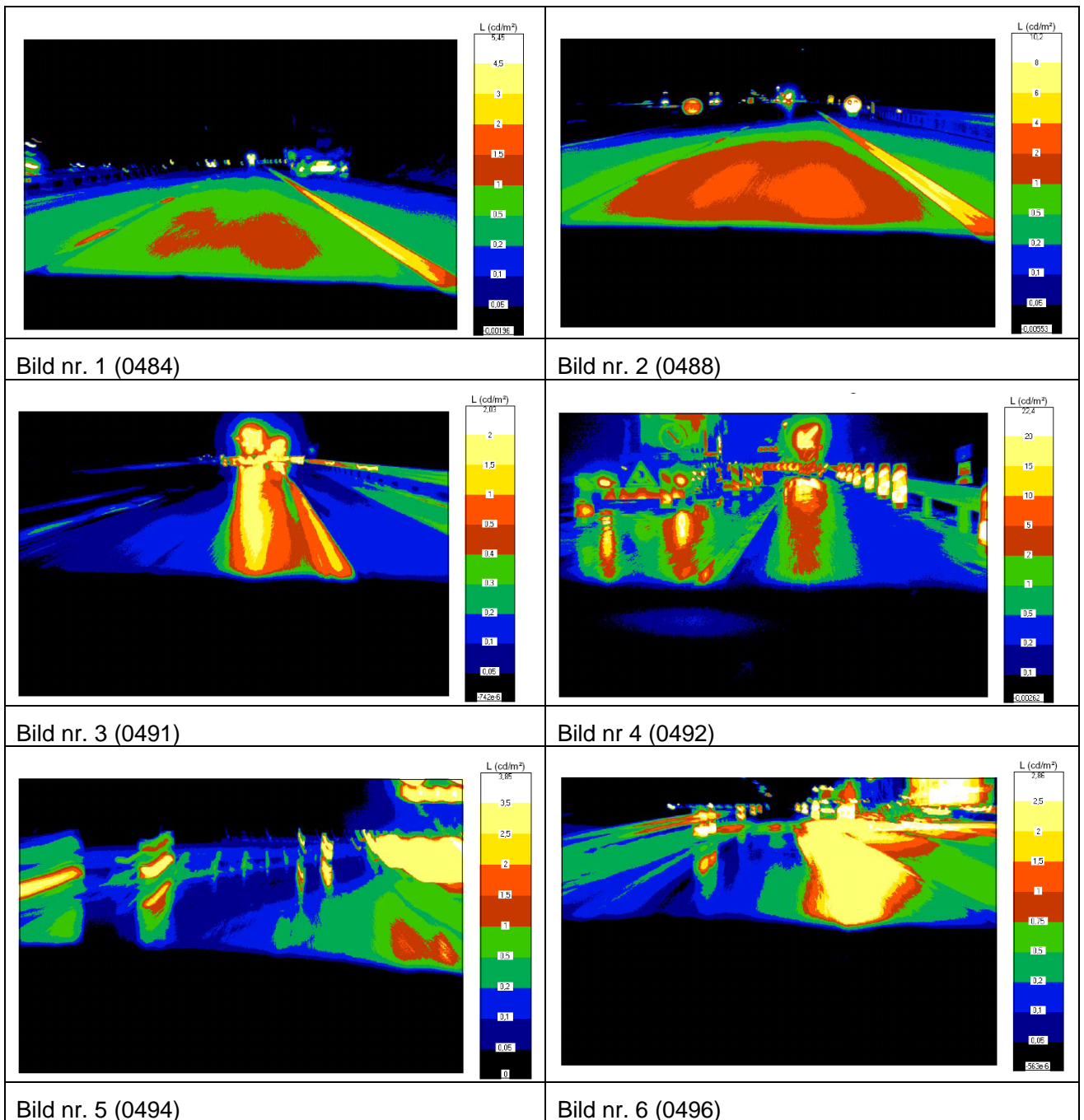
Tabell 6 Data för bilderna i Figur 4.1.

Bild nr.	Slutartid (s)	Max. luminans (cd/m ²)	Brännvidd (mm) (35 mm-ekvivalent)	Bländare
1. (0484)	0,17	5,45	80	2,8
2. (0488)	0,077	10,2	80	2,8
3. (0491)	0,40	2,03	80	2,8
4. (0492)	0,040	22,4	80	2,8
5. (0494)	0,25	3,85	80	2,8
6. (0496)	0,33	2,86	80	2,8

På bilderna 1 och 2 är vägbanan torr, och bilens närljus ger ett stort belyst fält med luminans ca 0,5–2 cd/m². Kantlinjen skiljer ut sig väl med högre luminans än den närmaste delen av vägbanan, ca 2–6 cd/m². På de övriga bilderna är vägbanan våt och vägluminanserna är generellt lägre, men uppvisar områden med höga luminanser på grund av speglingen av ljuskällor. På bild 3 är kantlinjen väl synlig framåt, men på bild 4 är den mindre synlig på vänster sida om pilens spegling. Bild nr 4 är visuellt otidlig med många objekt med höga luminanser och stor kontrast mot bakgrunden. Bild 5 är ganska oskarp, med små ytor smetade utöver så att de angivna luminanserna för dessa är för låga. Men det är ändå en betydlig nedgång i medelluminanser från bild 4 till bild 5.

4.2.1 Blinkande ljus

De blinkande ljus som användes under försöken blev inte uppmätta på plats då lämplig utrustning för detta inte fanns tillgänglig. Ljusen är emellertid normerade. Från leverantören, Firma Berlex i Kungälv, har erhållits upplysning om att de blinkande ljuspilarna var av typen "Trafikledningstavla SF1" med LED (Light Emitting Diodes). Nominell effektiv ljusstyrka är ca 1 500 cd (klass L8H enligt standard EN 12352). Trafikledningstavlan med den blinkande ljuspilen är emellertid försedd med en fotocell som, beroende på omgivningens ljusnivå, automatiskt reglerar den elektriska effekten. Lägsta effekt är ca 60 % av den nominella, men leverantören kunde inte ange vilken ljusstyrka detta motsvarar. Eftersom sambandet mellan effekt och ljusstyrka för LED är ungefär linjärt antas dock att den effektiva ljusstyrkan är ca 900 cd. Det upplystes vidare om att blinkljusen på de så kallade "vägmärkesvagnarna" som användes i försöket troligen har en nominell effektiv ljusstyrka på ca 500 cd (klass L8M enligt standard EN 12352). Utan att det är utfört beräkningar av bländningseffekten är det klart att de antagna ljusstyrkorna kombinerat med adaptationsluminanser på ca 0,2 cd/m²–0,5 cd/m² (bilderna nr. 3 och nr. 4) resulterar i betydlig bländning.



Figur 4.1 Isoluminansbilder från körning genom chikan med två blinkande ljuspilar.

5 Diskussion och slutsatser

5.1 Bländning

Arbetsplatsbelysning

Arbetsplatsbelysningen var konstant under hela försökets genomförande. Typ av strålkastare och placering av masterna hade valts så att belysningen skulle blända den passerande trafiken så lite som möjligt samtidigt som en så bra belysning av vägarbetsområdet som möjligt skulle tillhandahållas. Det senare gjordes ingen bedömning av. Däremot upplevde samtliga försöksdeltagare att arbetsplatsbelysningen fungerade mycket bra. Ljuset var behagligt och inte alls störande.

Arbetsfordon

Två arbetsfordon med påslagna varningslyktor på taket hade placerats inom vägarbetsområdet för att ge ytterligare störande ljus. Även om det vore att föredra att varningslyktorna på arbetsfordonen är avslagna då de befinner sig inom arbetsområdet är det nog mer realistiskt att utgå ifrån att de normalt är påslagna. En möjlighet är att istället ta fram rekommendationer för lägre ljusstyrka hos varningslyktorna nattetid (i mörker).

De varningslyktor som fanns tillgängliga vid detta försök var inte möjliga att justera. Det har dock tidigare beslutats att detta ska studeras av DELTA i en separat studie under våren/hösten 2007.

Utöver varningslyktorna finns även strålkastare och eventuellt andra lampor, avsedda för att belysa del av arbetsområdet, på arbetsfordonen vilka kan orsaka störande ljus för trafikanterna. Att utreda det senare bör ingå som en del i den separata studien om arbetsplatsbelysning.

Gula blinkljus och ljuspilar

I den tidigare pilotstudien identifierades tre varianter av gula rinnande blinkljus, samt effektiv ljusstyrka hos dessa, som lämpliga att användas vid vägarbeten nattetid. Att utreda detta ytterligare ansågs inte nödvändigt.

I detta försök bedömdes inverkan på bländningen och den visuella ledningen av att ha gula rinnande blinkljus vid överledningen jämfört med att inte ha det. För detta valdes en av de rekommenderade varianterna ut.

Vad gäller gula rinnande blinkljus pågår dock för närvarande försök i Sverige (Gävle) som bör följas upp.

Ljusstyrkan hos ljuspilarna som användes i vissa scenarier i försöket var inte möjlig att justera manuellt. Dessa var dock försedda med fotoceller som automatiskt reglerade den elektriska effekten och därmed ljusstyrkan beroende på omgivningens ljusnivå. Det är rimligt att anta att ljusstyrkan var nära den lägsta nivån (60 % av nominella effekten) med tanke på omgivningens låga ljusnivå under försöket (mitt i natten och ingen omgivande bebyggelse eller andra externa ljuskällor). Detta innebär en effektiv ljusstyrka på nära 1 000 cd.

Trots den sänkta ljusstyrkan hos ljuspilarna upplevdes dessa som mycket störande vid passagen av chikanen.

Det främsta ändamålet med att använda ljuspilar är att på långt avstånd uppmärksamma trafikanterna på att de närmar sig ett vägarbetsområde och bör vara beredda på viss omledning av trafiken och hastighetssänkning. För detta krävs en viss ljusstyrka som kanske innebär att trafikanterna blir bländande på nära håll.

Något som bör utredas vidare är vid vilka typer av vägarbeten som ljuspilar är lämpliga/nödvändiga att använda och om så är fallet lämplig ljusstyrka, lämpligt antal och lämplig placering. Ska ljuspilarna användas för visuell ledning måste ljusstyrkan sänkas rejält.

Generellt kan antas att den effektiva ljusstyrkan hos alla blinkljus bör vara ungefär densamma för att inte något blinkljus ska bli dominerande och upplevas störande. Tidigare delstudier har visat att en effektiv ljusstyrka hos de rinnande gula blinkljusen på ca 30 cd är tillräcklig i mörker. Det skulle alltså innebära att den effektiva ljusstyrkan hos ljuspilarna och övriga blinkljus skulle behöva sänkas avsevärt.

5.2 Övrig visuell ledning

Belysta hastighetstavlor

Av stor vikt för säkerheten i samband med vägarbeten är att trafikanterna sänker hastigheten tillräckligt mycket. För att få ner hastigheten till lämplig nivå används dels hastighetsskyltar som talar om vilken hastighetsbegränsning som gäller, dels andra åtgärder såsom chikaner som tvingar trafikanterna att sänka hastigheten.

När det gäller hastighetsskyltar är det viktigt att trafikanten verkligen uppmärksammas på vilken hastighet som gäller. Med belysta hastighetsskyltar blir det mycket tydligare för trafikanten i mörker.

Vägmarkering

Normalt ska den ordinarie vita vägmarkering som går in på vägarbetsområdet täckas över. Detta sker inte alltid, vilket skulle kunna innebära en risk om föraren vid mörkerkörning fokuserar på denna och därmed inte är tillräckligt uppmärksam på omledningen förbi vägarbetsplatsen.

I det här fallet var övrig utmärkning, dvs. sidomarkeringsskärmar och de olika blinkljusen, så dominerande att det inte ens uppmärksammades av alla projektdeltagare att någon förändring gjordes i detta avseende.

Tanken var också att använda en gul tillfällig vägmarkering vid omledningen (se figur 3.1). På grund av leveransproblem gick dock detta inte. Istället användes den i Sverige normalt använda orangea tillfälliga vägmarkeringen. Denna typ av markering har låg retroreflexion då den är våt, vilket säkert ytterligare bidrog till att den inte uppmärksammades av alla projektdeltagare.

Den tillfälliga vägmarkeringen lades enbart längs den högra sidan av körfältet vid omledningen. En synpunkt som framkom vid försöket var att den tillfälliga markeringen borde läggas på båda sidor om körfältet och börja så tidigt att trafikanterna som kommer körande både i K1 och K2 uppmärksammas på och på ett tydligare sätt leds in i chikanen.



Protokoll för fältförsök på E6 norr om Varberg, 19-20 april

Frågor att besvara efter varje passage av vägarbetet:

Svara med ett streck på skalan. Gör ett streck på skalan för varje passage av vägarbetet (sätt nummer för passage över strecket) så att du hela tiden kan se vad du svarat tidigare.

Hur bländad blev du när du närmade dig vägarbetet?

Inte alls bländad Mycket bländad

Hur störande var den speglade reflexionen i beläggningen?

Inte alls störande Mycket störande

Hur lätt var det att se hur man ska köra förbi vägarbetsplatsen?

Mycket lätt Mycket svårt

Hur tyckte du att väganordningarna fungerade vid passering av chikanen (vägmärkesvagnar + sidomarkeringskärmar)?

Mycket bra Mycket dåligt

Hur tyckte du att väganordningarna fungerade vid passering av vägarbetsområdet (vägmarkeringar + ev. gula rinnande blinkljus)?

Mycket bra Mycket dåligt

Vilket avsnitt (ange bokstav) orsakar mest störande bländning?

1	2	3	4	5	6	7	8	9

Frågor som besvaras efter hela försöket:

- **Ange vilket av de olika alternativen du tyckte fungerade bäst.**

Hastighetsskyltar	Plåtskylt	<input type="checkbox"/>	Omställbar ljusskylt	<input type="checkbox"/>
Vägmärkesvagn	Endast plåtskylt	<input type="checkbox"/>	Förstärkt med ljuspil	<input type="checkbox"/>
Sidomarkerings- skärmar, mm	Gult	<input type="checkbox"/>	Gulgrönt	<input type="checkbox"/>
Förbildning vid vägarbetsområdet	Utan gula rinnande blinkljus	<input type="checkbox"/>	Med gula rinnande blinkljus	<input type="checkbox"/>

- **Rangordna komponenterna utifrån vilken som är viktigast för god visuell ledning förbi vägarbetsplatsen.**

Typ av hastighetsskyltar _____

Typ av vägmärkesvagn _____

Färg på fluorescerande reflexmaterial _____

Gula rinnande blinkljus _____

Övertäckt vit vägmarkering _____

Kommentar till vald rangordning (varför viktigast/minst viktigt?):

- **Synpunkter på arbetsplatsbelysningen**

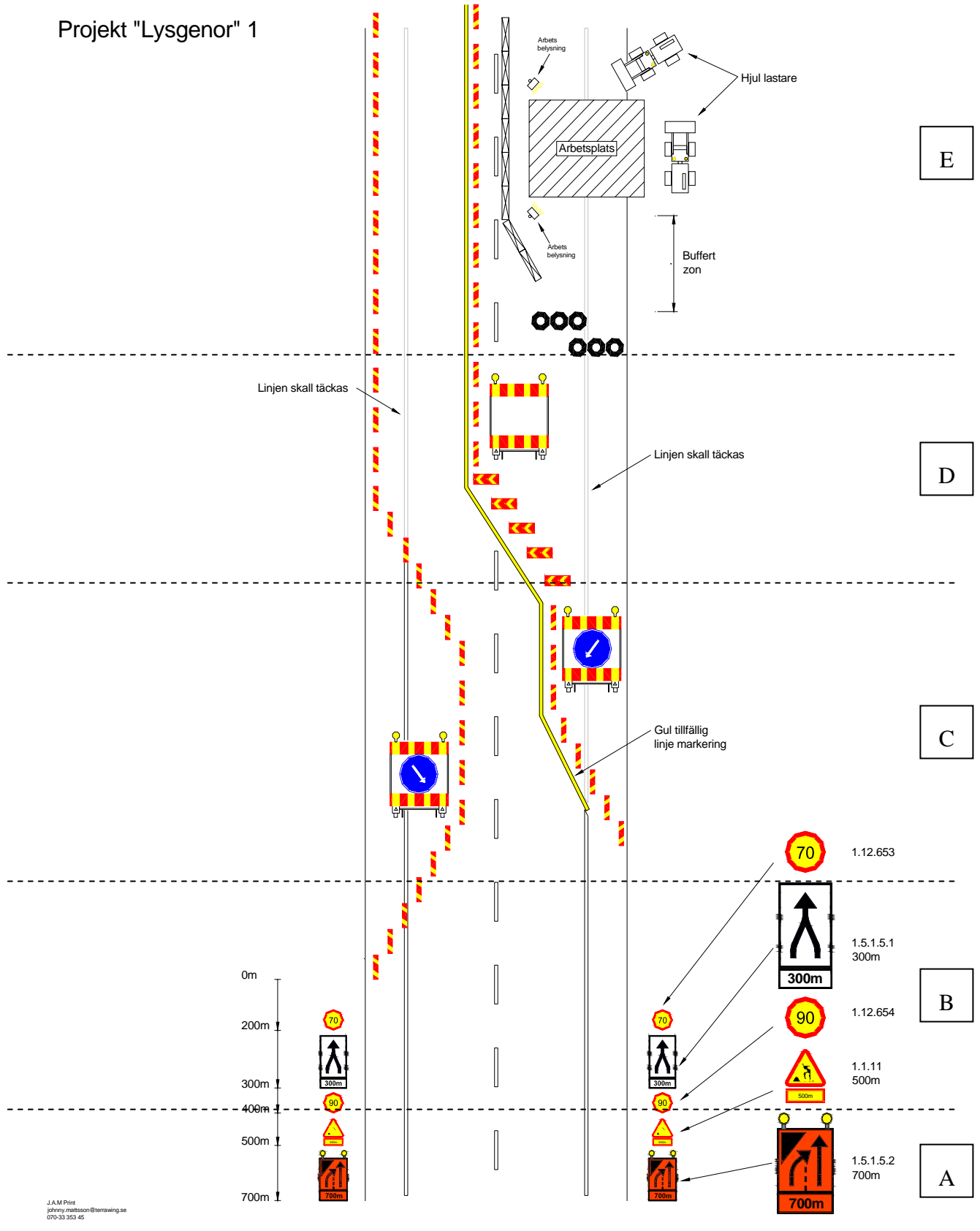
- **Synpunkter på användning av vägmärken med fluorescerande reflexmaterial (ex tillräckligt antal, för många/få, vilka behöver (inte) vara fluorescerande)**

-
- **Blev du vid något tillfälle bländad eller störd av något utöver de gula rinnande blinklusen och arbetsplatsbelysningen?**

Beskriv: _____

Övriga synpunkter:

Projekt "Lysgenor" 1



J.A.M Print
johnny.mattsson@terrawing.se
070-33 321 45

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-transportsystem 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 55685

SE-102 15 STOCKHOLM

TEL +46 (0)8 555 770 20

GÖTEBORG

POST/MAIL BOX 8077

SE-402 78 GÖTEBORG

TEL +46 (0)31 750 26 00