



Samband mellan vägbelysningsnivå och spontant vald hastighet

Förstudie

Sven-Olof Lundkvist
Jonas Ihlström

Förord

Föreliggande studie har initierats och finansierats av Trafikverket, där Peter Aalto har varit projektledare.

Försöket har planerats och genomförts på VTI där undertecknad har varit projektledare. Ansvarig för mätningar och mätutrustningen har varit Jonas Ihlström respektive Harry Sörensen, båda VTI.

Ett speciellt tack till de sex försökspersonerna som ställde upp dag som natt.

Linköping i december 2012

Sven-Olof Lundkvist

Kvalitetsgranskning

Granskningsseminarium genomfört 2 april 2013 där Anneli Carlsson var lektor. Sven-Olof Lundkvist har genomfört justeringar av slutligt rapportmanus 3 april. Projektledarens närmaste chef Jan Andersson har därefter granskat och godkänt publikationen för publicering 26 april 2013.

Quality review

Review seminar was carried out on 2 April 2013 where Anneli Carlsson commented the report. Olof Lundkvist has made alterations to the final manuscript of the report. The research director of the project manager Jan Andersson examined and approved the report for publication 26 April 2013.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	5
Summary	7
1 Bakgrund och hypotes	9
2 Teori.....	10
3 Metod.....	12
4 Analys	15
5 Resultat.....	16
5.1 Försöksperson 1	16
5.2 Försöksperson 2	17
5.3 Försöksperson 3.....	18
5.4 Försöksperson 4.....	19
5.5 Försöksperson 5.....	20
5.6 Försöksperson 6.....	21
5.7 Försöksperson 1 – 6.....	22
5.8 Ett exempel på inverkan av belysningsnivån	23
6 Diskussion	25
6.1 Metoddiskussion	25
6.2 Resultatdiskussion.....	27
Slutsatser	28

Samband mellan hastighet och belysningsnivå i mörkertrafik

av Sven-Olof Lundkvist och Jonas Ihlström
VTI
581 95 Linköping

Sammanfattning

Då någon förbättringsåtgärd utförs i vägmiljön finns risken att trafikanterna tar ut de bättre betingelserna i ökad hastighet. Exempelvis visade en studie i Finland att kantstolpar ökar hastigheten i mörker med 10 km/h och en norsk studie har visat att införandet av vägbelysning ökar hastigheten med 1 – 5 procent avhängigt av kurvaturen. En rimlig hypotes är därför att även en förbättring av befintlig vägbelysning, exempelvis en fördubbling av belysningsnivån, skulle innebära högre hastighetsanspråk.

Föreliggande studie ska i första hand ses som en metodstudie som innebär mätning av spontant vald hastighet. Mätningarna har gjorts med försökspersoner som har kört en personbil utrustad med kontinuerlig registrering av hastigheten och videofilmning av vägmiljön framåt. Med videofilmning har det varit möjligt att välja ut de tillfällen då föraren har kunnat köra utan påverkan av andra fordon för att få fram spontant vald hastighet som sedan ingått i analysen. En försökssträcka som inkluderar ett antal gatusträckor där belysningsnivån ligger i intervallet 0 – 30 lx, har använts. Samtliga gatusträckor ligger i Linköpings utkanter; de är tvåfältsvägar med hastighetsbegränsningen 50 km/h och har armaturer endast på den ena sidan av körbanorna i de fall där det finns vägbelysning. Varje förare körde försökssträckan i lågtrafik på torra körbanor i både mörker och dagsljus. Dagsljusmätningarna användes som referens, för att eliminera inverkan av gatumiljön.

Datainsamlingsmetoden fungerade, men måste anses långsam. Vidare är antalet möjliga mättdagar få; mörker med uppehållsväder finner man nästan endast under augusti till mitten av oktober och nederbördsdagar är inte användbara. Därför kan det vara svårt att få tillräckligt med data, åtminstone under en och samma säsong. Det finns därför skäl att försöka snabba upp mätningarna (fler försöksfordon) eller överväga en alternativ metod.

Resultaten visar på en svag, men tydlig tendens till ökad hastighet med ökad belysningsstyrka. Antalet försökspersoner var vid detta metodtest litet, sex stycken, så signifikanta resultat är inte att förvänta. Emellertid visade fem av dessa en tendens till att öka hastigheten med ökad belysningsnivå, medan den sjätte sänkte hastigheten något.

Resultaten ger en indikation på att det finns anledning att gå vidare. En förhöjd hastighet ökar både skadeföljden vid en eventuell olycka och miljöpåverkan. En kärnfråga är förstas om trafiksäkerheten förbättras med en hög belysningsnivå.

I Sverige är påkörning av fotgängare på övergångsställen ett stort problem; cirka 30 personer omkommer årligen i kollision i mörker mellan fotgängare och motorfordon. Detta förklaras sannolikt inte av alltför låga belysningsnivåer, eftersom upptäcktsavstånden till en fotgängare är långa redan vid låga belysningsstyrkor. Påkörningar av fotgängare förklaras därför sannolikt inte av dålig upptäckbarhet eller synbarhet. Istället är ett rimligt antagande att bilisten inte har sett fotgängaren därför att det har funnits annat i trafikmiljön som har konkurrerat, såsom reklam, andra fordon, etc. Sannolikt

reducerar man därför inte risken för påkörning av fotgängare genom att förbättra dennes synbarhet med högre belysningsnivå, utan genom att göra fotgängaren mer iögonfallande, exempelvis genom en insnävning vid övergångsstället. Det finns därför anledning att studera problemet närmare; mycket talar för att belysningsnivåerna i tätort kan sänkas utan att trafiksäkerheten försämras. Däremot måste tryggheten beaktas; nivåerna för inte bli så låga att gatorna upplevs som otrygga.

Influence on street lighting level on speed

by Sven-Olof Lundkvist and Jonas Ihlström
VTI (Swedish National Road and Transport Institute)
SE-581 95 Linköping, Sweden

Summary

If something in the road environment is improved, there is always a risk that the drivers will compensate for the better conditions by increasing speed. As an example, one study showed that the introduction of delineator posts in Finland increased the average speed by as much as 10 km/h on curvy roads. Another study, carried out in Norway, showed an increase in speed of 1 – 5 per cent when road lighting was put up. Therefore, one reasonable hypothesis is that speed will increase with increasing lighting level.

The primary purpose with this study was to test a method for measurement of spontaneous choice of speed related to lighting level. This means studying the speed chosen by a driver when he or she is not disturbed by other traffic. Space mean speed was measured by the use of an instrumented vehicle which could register speed continuously. Furthermore, this vehicle was equipped with a video front camera which made it possible to afterwards reject measurements which were not undisturbed. Each subject drove the test road, which had an illumination level of 0 to 30 lx, at off-peak hours both in daylight and darkness. The speed limit on all test sections was 50 km/h, all sections dry and illuminated on one side, only. However, one section had no stationary lighting at all.

The method for data collection worked out, but was slow. Furthermore, the number of days when measurements are possible in Sweden is few. In principle, darkness with dry road conditions will be found during the period August until the middle of October. Therefore, it may be difficult to get enough data representing speed in darkness on dry roads and it is necessary to speed up the method of data collecting, maybe by use of an alternative method.

The results show a weak, but clear tendency to higher speed with higher illumination level. The number of subjects, six, were small, therefore significant results should not be expected. However, five of the subjects indicated a higher speed at higher illuminance, whilst the sixth reduced speed.

The results indicate that there is a reason to continue the study as a speed increase will increase both the severity of an accident and the effect on environment.

The visibility distance to a pedestrian is long, even at low illumination levels. Therefore, collisions with pedestrians probably are not explained by too poor visibility or detectability distance. Instead, it is reasonable to explain a collision by poor conspicuity of the pedestrian, due to competition from other objects in the road environment and/or glare. Most probably, the risk of collision will not decrease using higher illumination level, but by doing the pedestrian more conspicuous, e.g. by tightening the zebra crossing.

In Sweden, collisions with pedestrians are a relatively big problem; every year, approximately 30 people lose their life when hit by a motor vehicle in darkness. Probably, this is not solved by increase of the illumination level, but among other things

by increasing the conspicuity of the pedestrian. Therefore, a lower illuminance is not expected to impact traffic safety, but too low levels may imply poor feeling or security for pedestrians.

1 Bakgrund och hypotes

Det finns alltid en risk att en förbättrad upplevelse av vägrummet resulterar i högre hastigheter. Exempelvis visade Kallberg (1993) att introduktion av kantstolpar i Finland medförde högre hastighet i mörker. Beträffande vägbelysning visade Bjørnskau & Fosser (1996) att hastigheten i mörker ökar då en väg förses med vägbelysning. Det skulle således kunna finnas en risk att en förbättring av vägbelysningen höjer hastigheten så att synbarheten av exempelvis en fotgängare de facto minskar, om synbarheten uttrycks i tid. På motsvarande sätt är det möjligt att en reduktion av belysningen ökar synbarheten uttryckt i tid. Det är således också tänkbart att en energibesparing innebär ökad trafiksäkerhet.

Sannolikt finns det för varje väg-/gatumiljö en optimal belysningsnivå med avseende på trafiksäkerhet. Denna belysning ska ge objekt i vägmiljön god synbarhet, men inte locka förarna till höga hastigheter. Föreliggande studie är ett inledande försök att testa en metod för mätning av spontant vald hastighet som beror på vägbelysningsnivå. Om metoden fungerar väl kan den användas för att finna en belysningsnivå som god synbarhet av vägmiljön, men ändå inte innebär hög hastighet.

Hypotesen är att medelbelysningsstyrkan i det egna körfältet påverkar det spontana hastighetsvalet.

2 Teori

För att beskriva synbarhet kan begreppet pre-view-time, pvt , användas. Det görs t ex för vägmarkeringar där denna storhet beskriver vägmarkeringens synbarhet uttryckt i sekunder och beräknas som;

$$pvt = S/v$$

där S är vägmarkeringens synbarhet i meter och v det egna fordonets hastighet i m/s. En vägmarkering som syns på avståndet 50 meter kommer således att ha $pvt = 2$ s sedd från ett fordon som framförs i 25 m/s (90 km/h). På motsvarande sätt skulle det vara möjligt att ange en fotgängares synbarhet: Exempelvis kommer en fotgängare som syns på avståndet 100 m att ha $pvt = 7,2$ s i ett fordon som framförs i 14 m/s (50 km/h).

Att skatta en fotgängares synbarhet är svårt eftersom många olika faktorer påverkar densamma, t.ex. klädseln, bakgrunden och positionen i förhållande till ljuspunkterna. Två tidigare genomförda studier av Lundkvist & Nygårdhs (2011) och Lundkvist & Nygårdhs (2012) visade på upptäcktsavstånd i storleksordningen 70 – 150 m beroende på belysningsnivån. En **grov skattning** av upptäcktsavståndet, S [m] för en fotgängare som står i begrepp att korsa en gata är

$$S = 72 + 2,3 \cdot E_{med}$$

där E_{med} [lx] är medelbelysningsstyrkan vid vägytan. Denna ekvation kan sägas representera ett medelvärde för fotgängarens position längs gatan och ett medelvärde av klädselns ljushet. Ekvationen är empirisk och baserad på 455 observationer i halvljus av fotgängare med fyra olika ljusa kläder. Belysningsstyrkan har varierat mellan 0 och 15 lx, varför ekvationen inte bör användas för skattningar utanför detta intervall. Registreringar av synbarhetsavstånd är gjorda med ett ganska litet antal försökspersoner (11 st.), varför den absoluta nivån på synbarheten är osäker. Däremot är den relativa synbarheten säkrare, d.v.s. kurvans lutning är förhållandevis säker. Med

$$E_{med} = \frac{L}{Qd} \text{ [lx]} \text{ kan } S \text{ beräknas som}$$

$$S = 72 + 2,3 \cdot \frac{L}{Qd} \text{ [m]}$$

Ovanstående innebär att upptäcktsavståndet till en fotgängare på en gata som precis uppfyller belysningsklass MEW5 ($L = 0,5 \text{ cd/m}^2$) och har luminanskoefficienten $Qd = 0,07 \text{ cd/m}^2/\text{lx}$ grovt skattas till 88 m, medan synbarheten vid belysningsklass MEW3 ($L = 1,0 \text{ cd/m}^2$) blir ungefär 105 m.

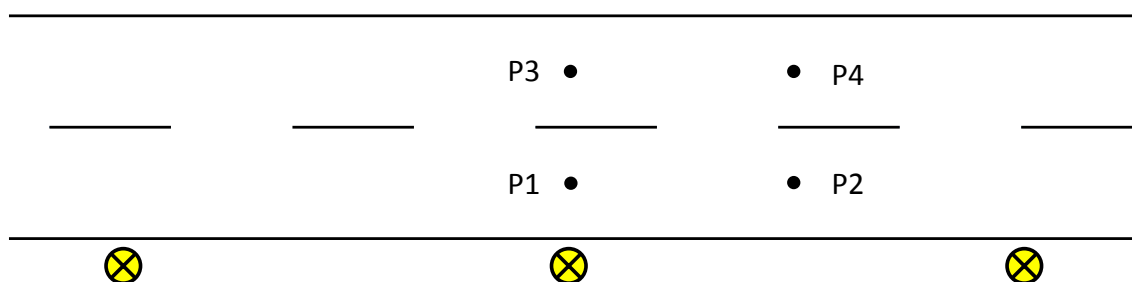
Skattningen av förändringen i upptäcktsavstånd är ganska säker och beräknas således vara 19 % (17 m) längre vid den högre luminansnivån. En förare som framför sitt fordon i 50 km/h kommer med den lägre belysningsnivån att ha $pvt = 6,3$ s. Detta motsvarar vid den högre belysningsnivån (och längre siktsträckan) hastigheten 60 km/h. Med andra ord: en förare som ökar hastigheten med mer än 10 km/h kommer att ha kortare pvt med den högre belysningsnivån.

Före experimentet definierades 10 provsträckor som hade en ganska stor variation på belysningsnivån; E_{med} varierade mellan ingen belysning alls upp till 30 lx.

På var och en av de 10 sträckorna hade belysningsstyrkan mätts i fyra punkter:

1. Mitt i körfältet på samma sida som belysningsstolparna, i höjd med dessa.
2. Mitt i körfältet på samma sida som belysningsstolparna, mitt emellan två stolpar.
3. Mitt i körfältet på motsatt sida som belysningsstolparna, i höjd med dessa.
4. Mitt i körfältet på motsatt sida som belysningsstolparna, mitt emellan två stolpar.

Figur 1 visar mätpunkternas placering på gatan/vägen.



Figur 1 Punkter, P1 – P4, där mätning av belysningsstyrka [lx] gjordes.

Om E_a , E_b , samt U_a , U_b betecknar belysningsstyrkan respektive belysningsjämnheten på sida a (framriktningen) och sida b (bakriktningen) kan från belysningsstyrkan i de fyra mätpunkterna, $p = 1, 2, 3$ och 4 , beräknas:

$$E_a = \frac{\sum_{p=1}^2 E_p}{2} \quad \text{och} \quad E_b = \frac{\sum_{p=3}^4 E_p}{2}$$

samt

$$U_a = \frac{E_{\min,a}}{E_a} \quad \text{och} \quad U_b = \frac{E_{\min,b}}{E_b}$$

där $E_{\min,a}$ avser den lägsta uppmätta belysningsstyrkan på gatan i framriktningen, d.v.s. i den riktning försökspersonen först kör och $E_{\min,b}$ motsvarande på den motsatta sidan, då försökspersonen kör åt andra hållet.

Belysningsmätningarna kan sägas vara en förenklad mätning enligt VGU.

För att skatta effekten av belysningsstyrkan används hastigheten i dagsljus för försöksperson i på sträcka j , $v_{dag,ij}$ som referens. Om $v_{natt,ij}$ betecknar motsvarande hastighet i mörker, så kan mörkerkvoten för försöksperson i på sträcka j , k_{ij} , skattas som

$$k_{ij} = \frac{v_{dag,ij}}{v_{natt,ij}}$$

3 Metod för datainsamling

För att undersöka belysningsnivåns samband med den spontant valda hastigheten användes en personbil som registrerade hastigheten kontinuerligt och filmade körningen. Sex försökspersoner fick i uppgift att köra en förutbestämd rutt i Linköping på torra vägbanor, dels i dagsljus, dels i mörker. Antalet försökspersoner kan tyckas vara lågt och så är också fallet. Orsaken är att försöket visade sig vara mer tidsödande än beräknat, främst beroende på våt väderlek, men också på grund av tekniska problem.

Försökspersonen valde själv hastighet, men var begränsad av eventuell annan trafik och gällande hastighetsbegränsning. Samtliga testplatser uppfyllde följande krav:

- Hastighetsbegränsning 50 km/h
- Torra vägbanor
- Ett körfält i vardera riktningen (två teststräckor på varje testplats)
- Körfältsbredd ca 3,5 m
- Raksträcka
- Gata/väg i Linköpings ytterområden
- Stationär belysning endast på den ena sidan av gatan/vägen
- Högtrycksnatrium (utom på den sträcka som inte hade belysning)

Körningarna i dagsljus gjordes under lågtrafik, 9 – 14, och i mörker efter klockan 19. Föraren var ensam i bilen och visste inte syftet med körningen. Påverkan från annan trafik har undvikits genom att filmen från körningen har granskats i efterhand och teststräckor där försökspersonen har blivit hindrad av annan trafik har utgått.

Provsträckan kördes i båda riktningarna så att försökspersonerna körde både på den sidan av gatan med belysningsstolpar och på den andra sidan. På så sätt kan försöket sägas omfatta $10 \times 2 = 20$ teststräckor. Vägsträckan som försökspersonerna körde hade hastighetsbegränsningen 30, 50 eller 70 km/h, men själva teststräckorna, där hastigheten registrerades, hade samtliga 50 km/h. Figur 2 visar en av provplatserna, nr 4, vilken liksom övriga sträckor ligger i utkanten av Linköpings stadskärna.

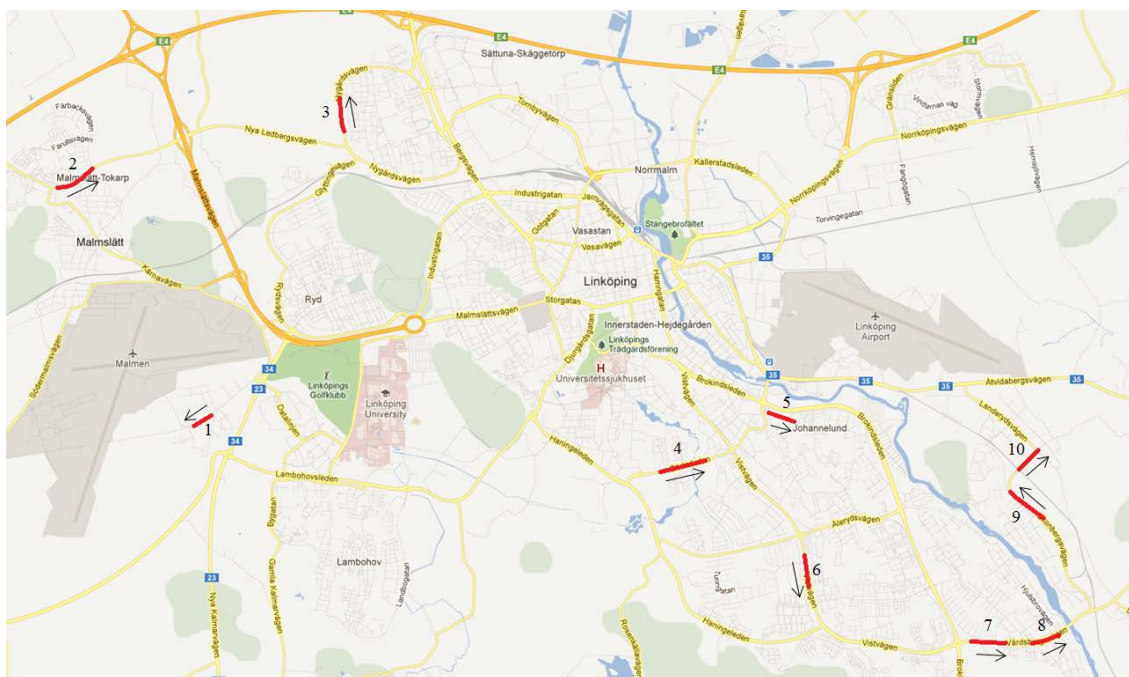


Figur 2 Provplats nr 4 enligt tabell 1. Söderleden i Linköping.

Tabell 1 visar de 10 provplatserna som ingick i försöket och figur 3 visar dessa på karta.

Tabell 1 De 10 provplatser som ingick i försöket. *L* avser mätsträckans längd [m].

nr	provplats	<i>L</i>
1	Jägarvällsvägen vid korsning med Tingsvägen	230
2	Nya Ledbergsvägen	390
3	Nygårdsvägen vid busshpl Ullevi	330
4	Söderleden vid Berga kyrka	400
5	Ödegårdsgatan vid busshpl Ödegårdsgatan 11	200
6	Vistvägen vid busshpl Grindgatan	390
7	Vårdsbergsvägen strax öster om Brokindsleden	370
8	Vårdsbergsvägen strax väster om bro över Stångån	310
9	Skonbergavägen vid busshpl Vårgård	440
10	Skonbergavägen strax norr om järnvägs korsning	290



Figur 3 De 10 provplatserna som användes i försöket. Pilen anger framriktningen (sida 1).

Tabell 2 redovisar belysningsstyrkorna, beräknade enligt ekvationerna i kapitel 2. I denna tabell anges de två provsträckorna (fram- och bakriktningen) på varje provplats. Framriktningen betecknas med *a* och bakriktningen med *b*. Ljuspunkter finns endast på den ena sidan av gatan/vägen. På teststräcka 2 finns ingen vägbelysning.

Tabell 2 Medelbelysningsstyrkan, E [lx] och likformigheten, U [-] för körfältet i framriktningen, sida 1, (udda nr.) och bakriktningen, sida 2 (jämn nr.).

provsträckor nr	E_a	E_b	U_a	U_b
1a, 1b	5	5	0,23	0,42
2a, 2b	-	-	-	-
3a, 3b	14	11	0,31	0,33
4a, 4b	19	29	0,33	0,56
5a, 5b	22	14	0,21	0,29
6a, 6b	8	8	0,46	0,54
7a, 7b	11	10	0,38	0,48
8a, 8b	26	25	0,55	0,81
9a, 9b	19	15	0,16	0,21
10a, 10b	26	8	0,47	0,76

4 Analys

I försöket har sex försökspersoner ingått. Resultatet redovisas separat för var och en av dessa i avsnitt 5.1 – 5.6 samt som ett medelvärde i avsnitt 5.7.

Metoden innebär att dagsljuskörningen används som referensmätning. Det enda som antas påverka hastighetsvalet i mörker är belysningsnivån – allt annat anses vara konstant.

För var och en av de 20 sträckorna (10 testplatser, 2 riktningar) har hastigheten i dagsljus för försöksperson i på sträcka j , $v_{dag,ij}$ och motsvarande hastighet i mörker, $v_{natt,ij}$ uppmätts. Från dessa hastigheter har mörkerkvoten, k_{ij} , beräknats som

$$k_{ij} = \frac{v_{dag,ij}}{v_{natt,ij}}$$

Från kvoten för varje sträcka har för varje försöksperson i följande samband beräknats med regressionsanalys:

$$k_i = A + B \cdot E_i$$

där A och B är konstanter samt E_i [lx] medelbelysningsstyrkan på sträcka i .

När de två ekvationerna kombineras erhålls

$$v_{natt,ij} = \frac{v_{dag,ij}}{A + B \cdot E_i}$$

Hypotesen är således att regressionskoefficienten B kommer att anta ett negativt värde, d.v.s. att k minskar med E , vilket betyder att hastigheten i mörker är relativt högre än i dagsljus om belysningsstyrkan är hög.

Sett över samtliga sex försökspersoner kommer kvoten mellan hastigheten i dagsljus och mörker att variera dels med avseende på belysningsstyrkan, dels med avseende på försökspersonens hastighetsanspråk. Den sistnämnda variansen är en störning i analysen eftersom syftet är att isolera effekten av belysningsnivån. Denna störning elimineras genom att harmonisera den valda hastigheten för försöksperson i , $v_{dag,i}$ och $v_{natt,i}$ med hastighetsmedelvärdet över samtliga sex försökspersoner, v_{dag} respektive v_{natt} :

$$v_{harm,dag,i} = \frac{v_{dag}}{v_{dag,i}} \quad \text{och}$$

$$v_{harm,natt,i} = \frac{v_{natt}}{v_{natt,i}}$$

Den korrigerade kvoten på sträcka j , för försöksperson i , $k_{korr,ij}$, beräknas därefter som

$$k_{korr,ij} = \frac{v_{harm,dag,ij}}{v_{harm,natt,ij}}$$

5 Resultat

I tabellerna 3 – 8 saknas data på vissa rader. Detta förklaras oftast av bortfall beroende på att försökspersonen blev hindrad av annan trafik.

5.1 Försöksperson 1

Tabell 3 visar resultaten för försöksperson 1.

Tabell 3 Hastigheten för fp 1 i dagsljus och mörker, v_{dag} respektive v_{natt} , samt kvoten mellan dessa två, k . E avser belysningsstyrkan på aktuell sträcka och U belysningens jämnhet.

Sträcka	v_{dag} [km/h]	v_{natt} [km/h]	k	E [lx]	U
1	49,8	48,7	1,022	5	0,42
2	48,2	47,9	1,006	5	0,41
3	56,8	54,6	1,040	0	-
4	49,9	48,5	1,030	0	-
5	50,2	51,5	0,975	14	0,31
6				11	0,37
7	50,2	48,0	1,045	19	0,56
8	50,0	51,6	0,968	29	0,43
9	41,5	43,3	0,957	22	0,29
10	42,5	42,7	0,996	14	0,22
11	50,5	51,4	0,982	8	0,54
12	48,8	49,3	0,990	8	0,55
13	50,1	47,7	1,051	11	0,48
14	50,1	49,7	1,006	10	0,47
15	45,0	48,4	0,930	26	0,81
16	51,5	49,4	1,043	25	0,80
17	49,8	48,9	1,018	19	0,21
18	51,2	51,1	1,002	15	0,18
19	50,2	49,6	1,013	26	0,76
20	48,3	47,6	1,015	8	0,36

Försöksperson 1 körde i stort sett kört samma medelhastighet i dagsljus som i mörker; kvoten $k = 1,005$. Bortfallet var 5 %.

Sambandet mellan k och E är

$$k = 1,0245 - 0,001428 \cdot E \text{ med } r = 0,397. \quad (1)$$

Regressionskoefficienten är negativ, vilket indikerar högre hastighet vid högre belysningsnivå. Sambandet är relativt starkt ($p < .10$); 16 % av variansen i försöket förklaras av inverkan av belysningsstyrkan.

Sambandet mellan k och U var obefintligt ($p > .50$).

5.2 Försöksperson 2

Tabell 4 visar resultaten för försöksperson 2.

Tabell 4 Hastigheten för fp 2 i dagsljus och mörker, v_{dag} respektive v_{natt} , samt kvoten mellan dessa två, k . E avser belysningsstyrkan på aktuell sträcka och U belysningens jämnhet.

sträcka	v_{dag} [km/h]	v_{natt} [km/h]	k	E [lx]	U
1	48,2	45,4	1,063	5	0,42
2	47,3	48,6	0,973	5	0,41
3				0	-
4	46,8	46,3	1,010	0	-
5	47,4	49,8	0,950	14	0,31
6	51,3	48,7	1,054	11	0,37
7	46,4	49,0	0,948	19	0,56
8	47,4	49,7	0,954	29	0,43
9				22	0,29
10	40,2	37,9	1,061	14	0,22
11	47,0	50,5	0,931	8	0,54
12	46,8	48,2	0,971	8	0,55
13	50,0	50,5	0,991	11	0,48
14	47,8	50,1	0,953	10	0,47
15	50,1	49,8	1,005	26	0,81
16	49,3	47,7	1,034	25	0,80
17	47,6	49,8	0,955	19	0,21
18	47,8	52,7	0,908	15	0,18
19	48,2	45,7	1,055	26	0,76
20	45,2	47,2	0,959	8	0,36

Försöksperson 2 körde något långsammare i dagsljus än i mörker; kvoten $k = 0,988$. Bortfallet var 10 %.

Sambandet mellan k och E är

$$k = 0,984 + 0,00022 \cdot E \text{ med } r = 0,039. \quad (2)$$

Regressionskoefficienten är positiv, vilket indikerar lägre hastighet vid högre belysningsnivå. Sambandet är mycket svagt ($p > .50$); mindre än 1 % av variansen i mätningarna förklaras av belysningsstyrkan.

Sambandet mellan k och U var obefintligt ($p > .50$).

5.3 Försöksperson 3

Tabell 5 visar resultaten för försöksperson 3.

Tabell 5 Hastigheten för fp 3 i dagsljus och mörker, v_{dag} respektive v_{natt} , samt kvoten mellan dessa två, k . E avser belysningsstyrkan på aktuell sträcka och U belysningens jämnhet.

Sträcka	v_{dag} [km/h]	v_{natt} [km/h]	k	E [lx]	U
1	48,4	47,9	1,009	5	0,42
2	49,5	47,1	1,051	5	0,41
3				0	-
4	54,8	53,2	1,032	0	-
5	55,0	53,6	1,027	14	0,31
6	53,2	51,6	1,031	11	0,37
7				19	0,56
8				29	0,43
9	45,2	42,8	1,056	22	0,29
10	47,3	41,2	1,149	14	0,22
11				8	0,54
12	52,6	52,8	0,997	8	0,55
13				11	0,48
14	51,6	55,2	0,936	10	0,47
15	54,2	52,1	1,041	26	0,81
16				25	0,80
17	51,8	55,2	0,938	19	0,21
18	54,5	54,0	1,009	15	0,18
19	50,6	53,0	0,954	26	0,76
20	49,4	49,2	1,005	8	0,36

Försöksperson 3 körde något fortare i dagsljus än i mörker; kvoten $k = 1,017$. Bortfallet var 30 %.

Sambandet mellan k och E är

$$k = 1,0251 - 0,000629 \cdot E \text{ med } r = 0,092. (3)$$

Regressionskoefficienten är negativ, vilket indikerar högre hastighet vid högre belysningsnivå. Sambandet är mycket svagt ($p > .50$); mindre än 1 % av variansen i mätningarna förklaras av belysningsstyrkan.

Sambandet mellan k och U var obefintligt ($p > .50$).

5.4 Försöksperson 4

Tabell 6 visar resultaten för försöksperson 4.

Tabell 6 Hastigheten för fp 4 i dagsljus och mörker, v_{dag} respektive v_{natt} , samt kvoten mellan dessa två, k . E avser belysningsstyrkan på aktuell sträcka och U belysningens jämnhet.

sträcka	v_{dag} [km/h]	v_{natt} [km/h]	k	E [lx]	U
1	54,5	56,6	0,963	5	0,42
2	50,0	55,8	0,895	5	0,41
3				0	-
4				0	-
5				14	0,31
6	51,3	52,0	0,987	11	0,37
7				19	0,56
8				29	0,43
9				22	0,29
10				14	0,22
11	48,2	54,0	0,893	8	0,54
12	52,6	56,1	0,938	8	0,55
13				11	0,48
14	50,2	55,9	0,898	10	0,47
15				26	0,81
16	51,4	56,0	0,917	25	0,80
17				19	0,21
18	50,7	54,3	0,934	15	0,18
19				26	0,76
20				8	0,36

Försöksperson 4 körde något långsammare i dagsljus än i mörker; kvoten $k = 0,928$. Bortfallet var 60 %.

Sambandet mellan k och E är

$$k = 0,929 - 0,000099 \cdot E \text{ med } r = 0,019. (4)$$

Regressionskoefficienten är negativ, vilket indikerar högre hastighet vid högre belysningsnivå. Sambandet är mycket svagt ($p > .50$); mindre än 1 % av variansen i mätningarna förklaras av belysningsstyrkan.

Sambandet mellan k och U var obefintligt ($p > .50$).

5.5 Försöksperson 5

Tabell 7 visar resultaten för försöksperson 5.

Tabell 7 Hastigheten för fp 5 i dagsljus och mörker, v_{dag} respektive v_{natt} , samt kvoten mellan dessa två, k . E avser belysningsstyrkan på aktuell sträcka och U belysningens jämnhet.

Sträcka	v_{dag} [km/h]	v_{natt} [km/h]	k	E [lx]	U
1	48,6	51,1	0,951	5	0,42
2	47,6	45,8	1,039	5	0,41
3	47,7	50,4	0,947	0	-
4				0	-
5				14	0,31
6	50,2	52,3	0,959	11	0,37
7				19	0,56
8				29	0,43
9				22	0,29
10	45,0	49,5	0,910	14	0,22
11	51,4	53,5	0,960	8	0,54
12	52,1	52,0	1,003	8	0,55
13	51,1	50,7	1,006	11	0,48
14				10	0,47
15	50,2	49,9	1,006	26	0,81
16				25	0,80
17	46,1	53,1	0,869	19	0,21
18	51,4	52,2	0,983	15	0,18
19	45,4	46,4	0,978	26	0,76
20	42,2	47,7	0,886	8	0,36

Försöksperson 5 körde något långsammare i dagsljus än i mörker; kvoten $k = 0,961$. Bortfallet var 35 %.

Sambandet mellan k och E är

$$k = 0,962 - 0,000041 \cdot E \text{ med } r = 0,007. (5)$$

Regressionskoefficienten är negativ, vilket indikerar högre hastighet vid högre belysningsnivå. Sambandet är mycket svagt ($p > .50$); mindre än 1 % av variansen i mätningarna förklaras av belysningsstyrkan.

Sambandet mellan k och U var obefintligt ($p > .50$).

5.6 Försöksperson 6

Tabell 8 visar resultaten för försöksperson 6.

Tabell 8 Hastigheten för fp 6 i dagsljus och mörker, v_{dag} respektive v_{natt} , samt kvoten mellan dessa två, k . E avser belysningsstyrkan på aktuell sträcka och U belysningens jämnhet.

sträcka	v_{dag} [km/h]	v_{natt} [km/h]	k	E [lx]	U
1	57,0	51,3	1,112	5	0,42
2	52,3	47,4	1,102	5	0,41
3				0	-
4	51,9	48,8	1,063	0	-
5	57,3	56,4	1,015	14	0,31
6	54,8	59,1	,928	11	0,37
7				19	0,56
8	50,3	57,0	,883	29	0,43
9				22	0,29
10	42,0	42,6	,985	14	0,22
11				8	0,54
12				8	0,55
13				11	0,48
14	56,5	52,5	1,076	10	0,47
15	50,7	47,2	1,074	26	0,81
16	52,9	48,5	1,089	25	0,80
17	48,9	53,5	,914	19	0,21
18	53,9	54,1	,997	15	0,18
19				26	0,76
20	48,8	59,2	,824	8	0,36

Försöksperson 6 kör ungefär i samma hastighet i mörker som i dagsljus; kvoten $k = 1,005$. Bortfallet var 35 %.

Sambandet mellan k och E är

$$k = 1,037 - 0,002298 \cdot E \text{ med } r = 0,216. (6)$$

Regressionskoefficienten är negativ, vilket indikerar högre hastighet vid högre belysningsnivå. Sambandet är svagt ($p < .50$); 5 % av variansen i försöket förklaras av inverkan av belysningsstyrkan.

Något samband mellan hastighet och belysningsjämnhet kunde inte påvisas.

5.7 Försöksperson 1 – 6

Tabell 9 visar resultatet medelvärdesbildat över försökspersonerna 1 - 6. Observera att den korrigerade kvoten, k_{korr} , används för att eliminera inverkan av de individuella hastighetsanspråken.

Tabell 9 Hastighetens medelvärde över sex försökspersoner i dagsljus och mörker, v_{dag} respektive v_{natt} , samt kvoten mellan dessa två, k . E avser belysningsstyrkan på aktuell sträcka och U belysningens jämnhet.

Sträcka	v_{dag} [km/h]	v_{natt} [km/h]	k_{korr}	E [lx]	U
1	51,1	50,2	1,024	5	0,42
2	49,1	48,8	1,015	5	0,41
3	50,9	54,9	0,994	0	-
4	50,9	49,2	1,019	0	-
5	52,5	52,8	0,979	14	0,31
6	52,2	52,7	1,002	11	0,37
7	48,3	48,5	0,991	19	0,56
8	49,2	52,8	0,927	29	0,43
9	43,3	43,0	0,982	22	0,29
10	43,4	42,8	1,013	14	0,22
11	49,3	52,4	0,959	8	0,54
12	50,6	51,7	0,988	8	0,55
13	50,4	49,6	1,021	11	0,48
14	51,2	52,7	0,974	10	0,47
15	50,0	49,5	1,005	26	0,81
16	51,3	50,4	1,028	25	0,80
17	48,8	52,1	0,933	19	0,21
18	51,6	53,1	0,976	15	0,18
19	48,6	48,7	0,997	26	0,76
20	46,8	50,1	0,961	8	0,36

Sambandet mellan k_{korr} och E är

$$k_{korr} = 1,003 - 0,000924 \cdot E \text{ med } r = 0,150. (7)$$

Regressionskoefficienten är negativ, vilket indikerar högre hastighet vid högre belysningsnivå. Sambandet är ganska svagt ($p < .20$); drygt 2 % av variansen i försöket förklaras av inverkan av belysningsstyrkan.

Något samband mellan k_{korr} och U kunde inte påvisas ($p > .50$).

5.8 Ett exempel på inverkan av belysningsnivån

Antag att fp_i på en viss gata väljer att köra $v_{dag} = 50,0$ km/h i dagsljus. Med ekvationerna (1-7) kan $v_{natt,E}$ beräknas för olika belysningsstyrkor, E , vilket tabell 10 visar. I tabell 10 är hastighetsskillnaderna för olika belysningsstyrkor mycket små, och osäkra, för försökspersonerna 2, 3, 4 och 5, medan de är större och säkrare för försökspersonerna 1 och 6. Hastighetsförändringen över samtliga sex försökspersoner är relativt liten, men ändå ganska säker.

Tabell 10 Skattade spontant valda hastigheter för var och en av de sex försökspersonerna och medelvärdet för dessa, förutsatt att vald hastighet i dagsljus är 50 km/h. pvt anger pre-view-time [s] beräknad enligt avsnitt 3.

	skattad hastighet, $v_{natt,E}$, förutsatt 50 km/h i dagsljus						
	fp1	fp2	fp3	fp4	fp5	fp6	medel
$v_{E,dag}$	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
$v_{E=0 lx}$	48,8	50,8	48,8	53,8	52,0	48,2	49,9
$v_{E=5 lx}$	49,1	50,8	48,9	53,8	52,0	48,8	50,1
$v_{E=15 lx}$	49,8	50,6	49,2	53,9	52,0	49,9	50,5
$v_{E=30 lx}$	50,9	50,5	49,7	54,0	52,0	51,6	51,3
pvt_0	5,3	5,2	5,3	4,8	5,0	5,4	5,2
pvt_5	6,1	6,0	6,1	5,6	5,8	6,2	6,0
pvt_{15}	7,7	7,7	7,8	7,1	7,4	7,7	7,6
pvt_{30}	*	*	*	*	*	*	*

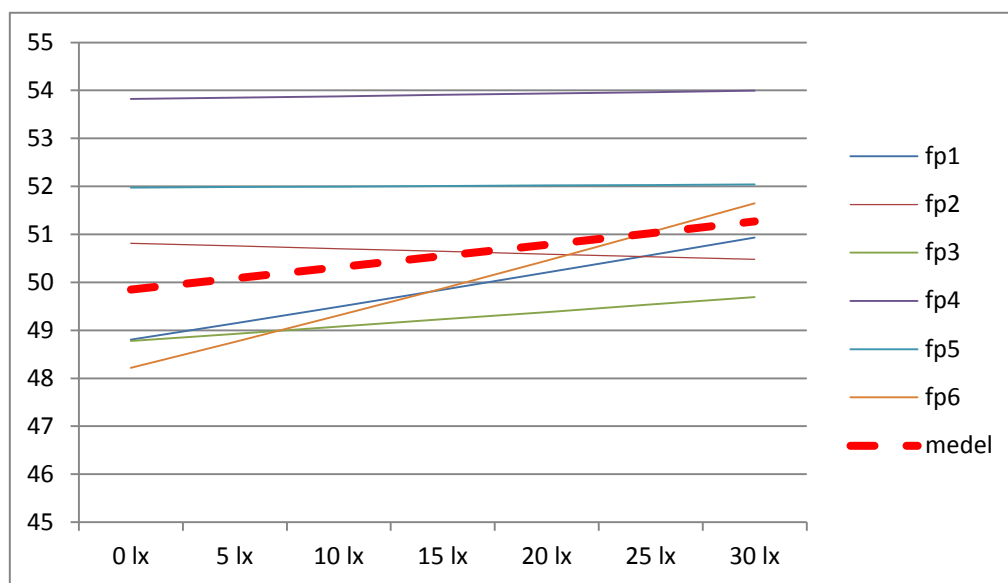
* upptäcktsavstånden kan inte generaliseras till belysningsstyrkor över 15 lx.

Tabell 10 och analyserna i 5.1 – 5.7 visar att fem av de sex försökspersonerna ökar hastigheten vid belysningsstyrkan 15 lx jämfört med ingen vägbelysning alls (den skattade ökningen för fp 5 är 0,04 km/h). Ökningen är dock liten – i storleksordningen 0,0 – 7,1 % vid 30 lx jämfört med ingen belysning. I motsvarande betingelser sänkte försöksperson 2 hastigheten med 0,6 %.

Ett medelvärde på hastighetsökningen vid införandet av vägbelysning med belysningsstyrkan 30 lx är 1,4 km/h eller 2,8 %. Detta kan jämföras med Bjørnskau & Fosser om mätte upp en hastighetsökning på mellan 1 och 5 % vid införande av vägbelysning (okänd nivå).

En ökning av belysningsstyrkan från 15 till 30 lx innebar hastighetshöjning på 0,0 till 3,4 % för fem försökspersoner, medan den sjätte minskade hastigheten med 0,4 %. I medeltal ökade hastigheten med 1,7 %.

Figur 4 visar de skattade hastigheternas samband med belysningsstyrkan.



Figur 4 Skattad hastighet vid belysningsnivåerna 0 - 30 lx. Observera att hastighetsskalan endast visar intervallet 45 – 55 km/h.

Tabell 10 och figur 4 visar att fem av de sex försökspersonerna ökade hastigheten med höjd belysningsstyrka och en sänkte hastigheten något. Sett över de sex försökspersonerna ökade hastigheten något med vägbelysning än utan belysning. Denna ökning var dock så pass måttlig att pre-view-time ändå ökade med den förlängda siktsträcka som belysningen ger.

6 Diskussion

Föreliggande studie ska i första hand ses som ett metodtest och de resultat som redovisas ovan ska därför tolkas med försiktighet. Metoden och resultaten diskuteras nedan i avsnitten 7.1 och 7.2. Slutligen dras några slutsatser i kapitel 8.

6.1 Metoddiskussion

Metoden innebär att försökspersoner på egen hand kör en förutbestämd väg med en s.k. instrumenterad bil. I detta fall var detta en Volvo V70 och en Volvo 850 försedda med utrustning för kontinuerlig hastighetsregistrering och en kamera för videoinspelning framåt. På så sätt kunde den registrerade hastigheten hela tiden kopplas till trafiksituationen och mätsträckor där föraren på något sätt var hindrad av annan trafik kunde sällas bort. Varje försöksperson körde den ca 60 km långa sträckan två gånger – en gång i dagsljus och en gång i mörker. Den totala tiden som en försöksperson körde blev därmed ca 4 timmar, inklusive två kortare pauser. Till detta tillkom ca en halvtimme för instruktioner och intervjuer. Detta innebär att i princip kunde endast en eller två försökspersoner köra per dag.

Försök i mörker kan i praktiken endast utföras i april och under perioden augusti till oktober om torra vägbanor är ett krav. Om mätningarna inte påbörjas efter klockan 21.00 och endast måndag till torsdag används innebär detta att det, med tanke på ljuset, finns cirka 50 möjliga mätdagar. Hur många av dessa som bortfaller på grund av våta vägbanor eller dimma varierar mycket från år till år, men under den senaste tioårsperioden har ungefär hälften av dessa dagar haft nederbörd, vilket skulle innebära att ca 25 möjliga dagar återstår. I så fall innebär ovanstående att, förutsatt att försökspersoner och försöksledare är tillgängliga dessa 25 dagar och kvällar, kan 25 – 50 försökspersoner köras under en säsong. I praktiken blir det färre än så eftersom åtminstone ett par av kvällarna behövs för planering och belysningsmätning och dessutom förekommer alltid ett visst bortfall p.g.a. sjukdom, glömska, etc.

Av vad som sagts ovan inses att om alla mätningar ska göras under ett och samma år är det inte rimligt att köra fler än ca 10 – 20 försökspersoner, vilket skulle kunna räcka för att säkerställa en effekt om den är stark. De mätningar som gjordes i år kunde av administrativa skäl inte påbörjas förrän en bit in i september, vilket innebär att endast sex försökspersoner kunde genomföra körningen av testrutten. Detta var inte tillräckligt för att påvisa signifikanta effekter av den storlek som fanns, men det räckte för att testa metoden och få en indikation på i vilken utsträckning ett samband mellan belysningsnivå och spontant vald hastighet fanns.

Den uppmätta hastigheten i dagsljus har använts som referens för hastigheten i mörker. Dagsljuset ansågs vara lika på samtliga sträckor, medan belysningsnivån varierade med belysningsanläggning. Detta hade dock en nackdel – mätningen måste ha kunnat utföras ostört i både dagsljus och mörker, annars blir det bortfall. Detta bortfall kom i genomsnitt att bli nästan 30 % och det var beroende av hastigheten; högre hastighet gav fler upphinnanden. På gator med mer trafik skulle det sannolikt ha blivit ännu större, vilket är en uppenbar nackdel med metoden.

Metoden som används innebär vidare att samtliga försökspersoner kör samtliga betingelser, d.v.s. alla sträckor i både dagsljus och mörker – en så kallad inomgruppsdesign. Detta är en förhållandevis stark design eftersom variansen mellan försökspersoner kan elimineras. Emellertid är det uppenbarligen så att sambandet mellan hastighet och belysningsnivå är så svagt att, för att statistiskt säkerställa detta, krävs betydligt fler än

sex försökspersoner. Kanske hade mätning med det dubbla antalet räckt, men om sambandet är svagt kan det naturligtvis diskuteras av vilket intresse det är.

De positiva (+) och negativa (-) som metodtestet gav är:

- + Samtliga försökspersoner mäts i samtliga betingelser, vilket innebär ett statistiskt sett starkt test.
- + Kontinuerlig övervakning som inte påverkar föraren, innebär att mätningarna är fria från störningar från annan trafik.
- Antalet tillgängliga mätdagar är litet.
- Bortfallet blir stort.
- Försöket är tidskrävande.

Det begränsade antalet mätdagar är inte mycket att göra åt om mätningar ska göras i mörker på torra vägbanor. Även bortfallet är svårt att komma ifrån om det beroende måttet ska vara hastigheten på fordon som inte är hindrade. Alternativet att mäta även hindrade fordon är inte bra eftersom det då kommer att finnas ett samband mellan hastighetsanspråket och den hastighet som fordonet i verkligheten kunde framföras med; den som vill köra fort kommer i större utsträckning att bli hindrad. Dessutom finns det sannolikt ett samband mellan belysningsnivån och risken att bli hindrad; en högttrafikerad gata har ofta en hög belysningsnivå. Vilka alternativ kan man då tänka sig?

I en senare del av föreliggande studie utrustades ytterligare ett fordon med utrustning avsedd för hastighetsmätning och videofilmning. Kan mätningarna påbörjas under våren och två mätfordon finns initialt, skulle möjligt antal uppmätta försökspersoner kunna blir fler, dock knappast dubbelt så många som med ett mätfordon. Detta förutsätter dock att man låser upp två dyra mätutrustningar under en hel säsong, vilket är en inte försumbar kostnad. Utan hänsyn tagen till kostnader skulle emellertid detta vara en möjlighet att få in mer data med den metod som har använts. Generellt kan sägas att mätning av reshastighet är dyr; mätning med *en* försöksperson kostar i grova tal 30 000 SEK med förberedelser, själva körningen och den efterföljande analysen av videofilmen. I föreliggande projekt mättes reshastigheten, *space mean speed*. Denna storhet kan sägas representera den spontant valda hastigheten i den aktuella gatumiljön och innehåller två varianter – en som beror på att olika fordon har olika hastighet över sträckan och en som beror på att enskilda fordons hastighet varierar över sträckan. Alternativt kan punkthastigheten, *time mean speed*, mätas. Detta är en enklare mätning som representerar hastigheten i en punkt på aktuell gata. Måttet är mindre robust än reshastigheten och innehåller endast varianter, den som förklaras av en skillnad i punkthastighet mellan fordon. Görs emellertid mätning i två punkter på gatan kan reshastigheten beräknas från dessa två punktmätningar. Fördelen med denna typ av mätningar är att relativt sett många fordon mäts på kort tid, men att endast en, eller möjligen två, sträckor kan mätas samtidigt. Så istället för alltför få uppmätta fordon är risken stor att antalet sträckor blir alltför litet.

Ytterligare ett alternativ kan vara att köra försökspersoner på en slinga som har fler sträckor där belysningsnivån kan varieras. Sådana ”intelligenta” anläggningar är emellertid sällsynta i Sverige och framförallt finns det inte flera inom ett litet område. Denna metod skulle annars innebära att inverkan av vägmiljön delvis försvinner eftersom exakt samma väg/gata används vid flera ljusnivåer.

6.2 Resultatdiskussion

På grund av alltför få mätningar och, möjligen små effekter, har inga signifikanta samband mellan spontant vald hastighet och belysningsstyrka kunnat påvisas. Emellertid ger ändå resultaten en klar indikation på högre hastigheter med högre belysningsstyrka. För fem av sex försökspersoner fanns en indikation på ett positivt samband mellan hastighet och belysningsnivå, d.v.s. högre belysningsstyrka gav högre spontant vald hastighet. För den sjätte var förhållandet tvärtom.

Sett över de sex försökspersonerna har mätningarna indikerat en hastighetshöjning med belysningsstyrka såsom tabell 10 och figur 3 visar. Sambandet innebär att då en tidigare obelyst gata förses med vägbelysning som ger 30 lx kommer hastigheten att öka med 2,8 % eller om belysningsstyrkan på en gata ökas från 15 lx till 30 lx kommer hastigheten att öka med 1,7 %. Det kan låta som små hastighetsökningar, men man ska ha i åtanke att konsekvensen av en olycka ökar betydligt mer än så. Enligt Elvik (2009) innebär en hastighetsökning på 2,8 % i tätort att antalet omkomna trafikanter ökar med 9 %. Motsvarande för hastighetsökningen 1,7 % är 4 %.

Under perioden 2003 – 2007 omkom i medeltal drygt 30 oskyddade trafikanter i mörkerolyckor med motorfordon (Larsson, 2009). Ovan nämnda riskökningar skulle då innebära att ytterligare 3 respektive 1 GC-trafikanter skulle omkomma. Elviks potensmodell för tätort gäller en hastighetsförändring under förutsättning att vägmiljön är oförändrad. I fallet med förbättrad vägbelysning är så inte fallet, varför olyckstalen ovan sannolikt är överskattningar. Åtminstone vid införandet av vägbelysning har synbetingelserna förbättrats avsevärt och potensmodellen kan inte anses gälla. Mer osäkert är det vid en fördubbling av belysningsstyrkan.

Upptäcktsavstånden till en fotgängare är långa redan vid låga belysningsstyrkor. Påkörningar av fotgängare förklaras därför sannolikt inte av dålig upptäckbarhet eller synbarhet. Istället är ett rimligt antagande att bilisten inte har sett fotgängaren därför att det har funnits annat i trafikmiljön som har konkurrerat, såsom reklam, bländning från andra fordon, etc. Sannolikt reducerar man därför inte risken för påkörning av fotgängare genom att förbättra dennes synbarhet med högre belysningsnivå, utan genom att göra fotgängaren mer iögonfallande, exempelvis genom en insnävning vid övergångsstället.

Generellt gäller att resultaten måste tolkas med stor försiktighet eftersom dataunderlaget är litet. Emellertid kan fastslås att sett över samtliga sex försökspersoner är regressionskoefficienten negativ med högre sannolikhet än 80 %. Med andra ord: Sannolikheten är högre än 80 % att sambandet mellan hastighet och belysningsstyrka existerar och är positivt.

7 Slutsatser

Inledningsvis kan konstateras att den metod som har använts fungerar, men att det är svårt att få in tillräcklig med datamaterial, åtminstone under en mätsäsong, och att mätningarna är ganska kostsamma.

Resultaten ger en indikation på att den spontant valda hastigheten ökar med ökad belysningsstyrka.

En fördubbling av belysningsstyrkan ökar hastigheten med nästan 2 %, vilket sannolikt innebär att ytterligare någon fotgängare skulle omkomma varje år i Sverige.

Ovanstående indikerar i sin tur att det knappast är önskvärt med höga vägyteluminanser. En hög belysningsnivå bidrar knappast till trafiksäkerheten, men kommer leda till ökade negativa effekter på miljön.

Åtminstone på länk är det att föredra belysning på en lång sträcka med låg belysningsnivå framför en kort sträcka med hög nivå.

Eftersom hypotesen om ett samband mellan belysningsstyrka och hastighet sannolikt stämmer finns det anledning ytterligare studera och fastställa detta samband. Då bör metoden för datainsamling snabbas upp.

Referenser

Bjørnskau, T., Fosser, S., *Bilisters atferdstilpasning til innføring av vegbelysning : resultater fra en før- og etterundersøkelse på E-18 i Aust-Agder*, TØI Rapport 332/1996, Oslo, 1996.

Elvik, R., *The Power Model of the relationship between speed and road safety*, TØI Report 1034/2009, Oslo, 2009.

Kallberg, V-P: *Reflector posts – signs of danger?* Transport Research Record No. 1403. Washington D.C. 1993.

Larsson, J., *Fotgängares trafiksäkerhetsproblem. Skadefall enligt polisrapportering och sjukvård*, VTI Rapport 671, Linköping, 2009.

Lundkvist, S-O., Nygårdhs, S., *Fotgängares upptäckbarhet vid olika nivåer på vägbelysningen. En pilotstudie*. VTI Notat 21-2011, Linköping, 2011.

Lundkvist, S-O., Nygårdhs, S., *Vägbelysningens betydelse för fotgängares synbarhet i mörker*, VTI Rapport 751, Linköping, 2012.

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.

