

Baklys som et mottiltak for påkjørsler bakfra:

Avstand holdt bak biler med og uten baklys

Lars Kristian Lowzow

Bygg- og miljøteknikk

Innlevert: juni 2016

Hovedveileder: Eirin Olaussen Ryeng, BAT

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for bygg, anlegg og transport



Oppgavens tittel: Tail lamps as a countermeasure for rear end collisions: Distance kept with and without running tail lamps	Dato: 10.06.16		
	Antall sider (inkl. bilag): 60		
	Masteroppgave	X	Prosjektoppgave
Navn: Lars Kristian Lowzow			
Faglærer/veileder: Eirin Olaussen Ryeng			
Eventuelle eksterne faglige kontakter/veiledere:			

<p>Ekstrakt:</p> <p>Denne masteroppgaven er delt i to deler. Del 1 er en prosessrapport der fremdriften gjennom masteroppgaven dokumenteres, del 2 inneholder den vitenskapelige artikkelen som ble brukt under konferansen Nordic Traffic Safety Academy. Summen av dette arbeidet er ment å tilsvare en standard masteroppgave når det kommer til arbeidsomfang og kvalitet.</p> <p>I 2008 bestemte FN sammen med de store bilselskapene at kjørelensene bak på bilen skal være slått av på dagtid under godt dagslys (RegulationNo. 48, FN). Å slå av baklysene i dagslys ble gjort for å redusere drivstoffbruket, men effekten dette kan ha for trafikksikkerheten ble ikke undersøkt.</p> <p>Et litteraturstudie ble gjennomført for å få en bedre forståelse av hvilken effekt baklysene har på trafikksikkerheten. Studiet indikerte at baklysene kan ha en viktig rolle for sjåføren, under beregningene av avstanden til foranliggende bil på dagtid og kveldstid.</p> <p>Ut ifra litteratursøket ble hypotesen: ”Sjåfører holde kortere tidsavstand når de følger en bil der baklysene er slått av” satt opp, og en metode for å teste hypotesen fremstilt. Ved hjelp av Statens Vegvesens induktive sløyfer, og videokamera for å observere om baklysene var av eller på, kunne dataene synkroniseres og kjøreavstanden mellom biler med og uten kjørelens undersøkes. Metoden ble utført på tre forskjellige strekninger i Trondheim, med fartsgrense 50, 60 og 70 km/t. Også en spørreundersøkelse ble utført for å undersøke sjåførers kunnskap om baklysene på bilen, og hvordan folk tenker deres kjøreadferd endres bak en bil uten kjørelens.</p> <p>Resultatet ble testet ved hjelp av t-tester og kjikvadrattester, men ingen av testene var signifikante på et 5 % nivå. Selv om data ikke var signifikant på et 5 % nivå, indikerte data fra strekningen på 70 km/t at sjåfører kan holde lenger avstand når de kjører bak en bil uten baklys. Dette var også resultatet spørreundersøkelsen antydte.</p>

Stikkord:

1. Baklys
2. Induksjonslup
3. Avstand
4. Dagtid

(sign.)

Forord

Denne masteroppgaven er skrevet av Lars Kristian Lowzow, og utarbeidet ved Institutt for bygg, anlegg og transport ved Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet (NTNU).

Ideen til oppgaven kom etter flere år med observasjoner av biler uten kjørellys bak på bilen om dagen. Overraskende var det da jeg innså at jeg ikke bare observerte eldre biler som manglet baklys på bilen, men flesteparten av dem var nye og moderne biler. Selv har jeg følt på irritasjon, frustrasjon og usikkerhet når jeg befinner meg bak en bil uten kjørellys, og i de senere årene har slike observasjoner forekommet oftere og oftere. Sommeren 2015 hadde NRK en artikkel angående baklysene. Artikkelen var med på å forklare bakgrunnen til den manglende bruken av baklys. Et EU direktiv var bakgrunnen til de avskrudde baklysene, og var gjort av miljøhensyn, uten å se på hvordan det kunne påvirke trafikksikkerhet. Guro Raner, avdelingsleder for trafikksikkerhet i Statens vegvesen, var skeptisk til tiltaket og etterlyser mer forskning på området. Dette motiverte meg til å bruke masteren til å se nærmere på effekten baklysene har på trafikksikkerheten.

I motsetning til en tradisjonell masteroppgave består denne oppgaven av (a) en prosessrapport og (b) en vitenskapelig artikkel. Den vitenskapelige artikkelen har fått navnet "Tail lamps as a countermeasure for rear end collisions: Distance kept with and without running tail lamps" og er forberedt til konferansen Nordic Traffic Safety Academy (NTSA) våren 2016.

Å skrive en masteroppgave har vært utfordrende på mange plan, og jeg ønsker derfor å takke alle som har bidratt. En ekstra stor takk rettes til hovedveileder Eirin O. Ryeng. Da motivasjonen sviktet og fremdriften gikk sakte har Eirin veiledet meg gjennom. Hun har hjulpet meg med gode tilbakemeldinger, både på det faglige og på det skriftlige, gjennom hele prosessen. Like så ønsker jeg å takke familien som har vært gode støttespillere og samtalepartnere.

Trondheim, Juni, 2016



Lars Kristian Lowzow

Summary

United Nations and large car companies agreed in 2008 that tail lamps should be switched off during daytime to reduce fuel consumption (Regulation No. 48). However, this regulation has not addressed the issue of traffic safety, but only focused on the environmental effect.

A literature study was conducted to see what impact turning off tail lamps might have on traffic safety. The research indicated that tail lamps help drivers to estimate the distance to the vehicle in front of them, thus turning them off may make this estimation process harder. Since running tail lamps facilitate distance estimation, the following hypothesis was examined in order to study their impact on driver behavior: "Drivers keep shorter time headways when tail lamps are switched off".

By using inductive loops combined with video footage/observations at selected urban and rural road sections, with varying speed limits in Norway, has cars time headways with and with out running tail lamps been compared. A paired T-test and chi-square test was used to compare the results, but no significant results were found at a 5 % level, although the results indicate no change or longer distance when following a car without running tail lamps during daytime.

An additional survey (N = 152) reveled that 1/3 of the drivers had not noticed that new cars drove without running tail lamps during daylight. Among those who had noticed, 57 % stated that they had not changed their behavior, while 34 % kept longer distance and 11 % shorter distance.

So fare it seams like the distance behind cars with and without running tail lamps are the same, but it is hard to say whether this is a short term affect or a long term affect. Answer for why drivers would keep longer distance was to a large existence answers indicating that drivers were skeptical to cars driving without running tail lamps.

This is only one part of many research questions that could be conducted. So further research is needed before concluding if turning off tail lamps has a positive or negative affect on traffic safety.

Sammendrag

FN sammen med store bilselskaper avtalte i 2008 at baklysene skulle skrues av på dagtid for å redusere drivstofforbruket (Regulation nr 48). Problemet med denne reguleringen er at den kun har fokusert på å redusere drivstofforbruket og spørsmålet om hvordan tiltaket kan påvirke trafikksikkerheten er ikke undersøkt.

Et litteraturstudie ble utført for å se hvilken innvirkning avskrudde baklys kan ha på trafikksikkerhet. Forskningen viste at kjørellysene bak på bilen hjelper sjåfører til å beregne avstanden til bilen foran. Den nye reguleringen kan dermed gjøre prosessen rundt avstandsberegning vanskeligere. Siden baklysene forenkler avstandsberegning, ble følgende hypotese undersøkt for å studere innvirkning den nye reguleringen kan ha på trafikksikkerheten: "Sjåfører holder kortere tidsavstand når de følger en bil der baklysene er slått av".

Ved å bruke induktive sløyfer kombinert med videoobservasjoner på utvalgte vegstrekninger, med varierende fartsgrenser i Trondheim, har bilers tidsluker, med og med uten baklys blitt sammenlignet. En parvis t-test og kjikvadrattest ble brukt for å sammenligne resultatene. Ingen signifikante resultater ble funnet på 5 % signifikant nivå. Resultatene indikerer ingen endring eller lengre avstand når en sjåfør følger en bil uten baklys på dagtid. Dette er motsatt av den oppsatte hypotesen.

I tillegg viste spørreundersøkelsen utført (N = 152) at 1/3 av førerne ikke hadde lagt merke til at nye biler kjørte uten baklys i dagslys. Blant dem som hadde lagt merke til biler uten kjørellys oppgav 57 % at de ikke endret sin kjøreatferd, mens 34 % holdt lengre avstand og 11 % kortere avstand, bak en bil uten kjørellys.

Det er vanskelig å si noe om dette er en korttidseffekt eller om det vil være slik at folk holder lik eller lengre avstand i fremtiden. Denne undersøkelsen er bare en del av mange problemstillinger det nye regelverket byr på, og mer forskning er nødvendig for å kunne konkludere om avskrudde baklys er positivt eller negativt for trafikksikkerheten.

Contents

Forord	iii
Summary	v
Sammendrag	vii
Innholdsfortegnelse	x
Ordforklaring	xi
1 Innledning	2
1.1 Bakgrunn	2
1.2 Forskningsspørsmål	2
1.3 Målsetning	2
1.4 Begrensninger	3
1.5 Rapportens oppbygning	3
2 Metode	4
2.1 Litteratursøk	4
2.2 Gjennomføring av valgt metode	5
2.3 Spørreundersøkelse	7
2.4 Analyser	7
3 Litteraturstudie og alternative metoder	8
3.1 Litteratur i tidlig fase	8
3.2 Litteratur som begrunner valg av hypotese	9
3.2.1 Bakgrunnen for signaler	9
3.2.2 Omfang av påkjøringer bakfra	9
3.2.3 Baklysenes effekt på trafikksikkerheten	9
3.2.4 Tiltrekke oppmerksomhet	10
3.2.5 Kjøreøyklasse, bredde og avstandsberging	11
3.3 Alternative metoder	12
4 Diskusjon	14
4.1 Diskusjon av resultater, analyser og videre forskning	14
4.2 Fremtidig bruk av oppgaven	16
5 Konklusjon	17
6 Personlig utbytte og endringer til neste gang	17
Litteraturliste	21

Del 2: Vitenskapelig	25
Vedlegg	39

List of Tables

1	Cars with and without running tail lamps	29
2	Results of the t-test	30
3	Results of a Chi-Square test	32
4	Chi-square test on 70 km/h section with time headways less than 2 sec .	32
5	Changed driving behavior behind a car without running tail lamps (N = 101). All drivers that had noticed cars without running tail lamps in daytime.	34

List of Figures

1	Følge forhold mellom relativ hastighet og avstand	6
2	The setup for the inductive loop method	28
3	Histogram of observed time headways for the different speedlimits	31

Ordforklaring

Baklys: I denne rapporten er baklys brukt som et begrep som viser til de to kjørelensene bak på en bil.

Del 1

Prosessrapport

Lars Kristian Lowzow

June 10, 2016

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

I 2008 bestemte FN sammen med de største bilprodusentene at daytime running lights (DRL) skulle innføres for resten av Europa. Miljøforkjempere var kritiske til DRL og ønsket kompensasjon for det økte drivstofforbruket. Kompromisset ble at baklysene skulle skrus av på dagtid. Tiltaket trådte i kraft i 2011, og alle biler produsert etter 2011 har derfor en automatisk lyssensor i frontvinduet som registrerer lysforholdene og skruer av baklysene om lysforholdene er gode. Å skru av baklysene er dermed gjort av miljøhensyn, og trafikksikkerhetsaspektet er ikke tatt til hensyn til.

1.2 Forskningsspørsmål

Fokuset for denne oppgaven ligger på trafikksikkerhetsaspektet ved avskrudde baklys. Hvilke konsekvenser avskrudde baklys har på trafikksikkerheten kan være mange. Litteratursøket høsten 2015 indikerte at sjåfører bruker baklysene til hjelp for å estimere avstanden sjåføren holder til bilen foran. Med avskrudde baklys kan denne beregningen bli vanskeligere å gjennomføre, som har ført til følgende hypotese:

”Sjåfører holder kortere tidsavstand når de følger etter en bil uten kjørelys”

For å svare på hypotesen skal følgende punkter gjennomføres:

- Gjennomføre et litteraturstudium for å 1) dokumentere eksisterende kunnskap om baklysenes effekt på trafikksikkerheten og hvilken påvirkning baklysene har på sjåføren bak, og 2) ut ifra litteratursøket skal en hypotese lages som senere skal testes.
- Planlegge og gjennomføre feltforsøk for å svare på hypotesen.
- Planlegge og gjennomføre en spørreundersøkelse blant bilførere for å kartlegge deres kunnskap om endringen, samt deres eventuelle atferdsendringer.
- Analysere og tolke de innsamlede data, og diskutere resultatet i forhold til funn fra litteraturstudiet.

1.3 Målsetning

Målet for den vitenskapelige artikkelen i masteroppgaven var å undersøke en mulig konsekvens avskrudde baklys kan ha på trafikksikkerheten. Gjennom et litteratursøk var ønsket å finne potensialet baklysenes effekt kan ha på trafikksikkerheten, og fremstille hypotese som kunne testes. For å svare på hypotesen måtte en vitenskapelig metode

fremstilles for å kunne gi et troverdig og riktig svar på hypotesen. Resultatet av metodene er ønsket å kunne bidra til mer kunnskap om baklysenes effekt på trafikksikkerheten og rette oppmerksomhet mot tiltak som blir gjort uten å se på effekten av dem først.

I tillegg er det arbeidet for å presentere prosjektet under konferansen til Nordic Traffic Safety Academy i Norrköping, Sverige, Mai 2016. Et abstrakt av oppgaven ble derfor skrevet tidlig i Januar. Den vitenskapelige artikkelen vil også bli vurdert for videre arbeid mot en publikasjon i et tidsskrift.

For å rettferdiggjøre arbeidsomfanget av 30 studiepoeng for en master, er det skrevet en prosessrapport for å balansere arbeidsmengden av en vitenskapelig artikkel i forhold til en vanlig tradisjonell master.

1.4 Begrensninger

Tiden har vært hovedbegrensningen for dette prosjektet. Masteren er utført gjennom vårsemesteret som begrenser seg til ca 5 måneders arbeid totalt. Tidsbegrensningen har vært begrensende for hvilken metode som kunne velges, samt antall observasjoner som ble gjennomført for de valgte metodene. Uten denne tidsbegrensningen ville flere observasjoner blitt gjennomført for flere hastigheter og strekninger. Også flere deltakere ville deltatt på spørreundersøkelsen, noe som kunne styrket oppgaven ytterligere.

1.5 Rapportens oppbygging

Masteroppgaven er utarbeidet i to deler, der del 1 er en prosessrapport med hensikt å begrunne og forklare prosessen rundt valgene som er gjort i forbindelse med den vitenskapelige artikkelen. Del 2 består av en vitenskapelig artikkel, skrevet med hensikt for publikasjon og presentasjon på konferansen Nordic Traffic safety Academy i Norrköping, Mai 2016. Den vitenskapelige artikkelen er skrevet i samarbeid med, Eirin Ryeng, som er medforfatter i artikkelen.

2 Metode

Den vitenskapelige artikkelen omhandler den konkrete metoden og hvordan den er blitt gjennomført, for best å svare på hypotesen som ble satt opp. Tanker og diskusjoner som ligger bak problemstillingen, hypotesen, metoden og valg rundt gjennomføring av den valgt metoden, har derfor ikke kommet frem i den vitenskapelige rapporten. Målet for denne delen av artikkelen er å gi en utvidet beskrivelse som viser den vitenskapelige artikkelens baktanker og gjennomføringer, for å kunne svare på problemstillingen på en best mulig måte.

For best å kunne svare på hvilken effekt baklysene har på trafikksikkerheten, ble et litteraturstudiet gjennomført for å kunne kartlegge allerede eksisterende kunnskap om emnet.

2.1 Litteratursøk

Litteraturstudiet ble en todelt prosess, der bakgrunnen for tiltaket for avskrudde baklys ble kartlagt i første fase, og søk etter forskningsrapporter angående baklysenes effekt på trafikksikkerheten ble funnet i andre fase.

Litteratursøket i første fase ble utarbeidet for å finne bakgrunnen til avskrudde baklys. I denne delen av litteratursøket ble avisartikler benyttet, som ofte refererte til fagpersoner innenfor kjøretøytekniskavdelinger i NAF, Sintef, Statens vegvesen og trygg trafikk. Gjennom epost og telefonsamtaler ble et nettverk av fagpersoner bygget, og informasjon om tiltaket rundt baklysene funnet.

Litteratursøket i andre fase ble utarbeidet for å finne tidligere forskning for å dokumentere hvilken effekt baklysene har på trafikksikkerheten. Med informasjonen om baklysenes effekt på trafikksikkerheten, var målet å sette opp en hypotese som kunne testes. For å innhente troverdige og relevant litteratur ble søkemotorene Google Scholar og universitetsbiblioteket BIBSYS Ask benyttet. Zotero ble brukt for å lagre søket i en litteraturliste. Følgende ord ble brukt i kombinasjon og alene, på norsk og på engelsk, for å oppdrive litteraturen:

- Tail lamps
- Car
- Rear Lightning
- Rear end collisions
- Headway
- Following
- Signals

- Daytime
- Attention
- Vehicle

Å oppdrive litteratur viste seg å bli vanskelig ettersom lite forskning er gjort rundt baklysenes effekt på trafikksikkerheten etter 80-tallet. Et gjennombrudd kom med artikkelen "Historical development and current effectiveness of rear lighting system" [Moore, 1999], der nøsting i referanselisten til tidsskriftet gav mange nye referanser. Litteraturen angående baklysenes effekt på trafikksikkerheten stammer som regel fra 60-tallet da baklysene ble påbudt, og 80-tallet da Center High Mount Stop Lamp (CHMSL) ble innført. Felles for kilder fra 60 og 80-tallet er at mange av kildene ikke eksisterer digitalt. Universitetsbiblioteket til NTNU har gjennom sitt samarbeid og nettverk oppdrevet bøker og skannede artikler fra 60-tallet som senere er brukt for å underbygge hypotesen. Litteratur som er brukt er bøker, vitenskapelige artikler, rapporter, tidsskrifter, og statelige forskningsrapporter. Gjennom litteratursøket har kilders troverdighet blitt analysert gjennom VIKO's retningslinjer for kildekritikk. Som en hovedregel har referansene blitt lest gjennom med en håndfast kopi fra start til slutt, og relevant informasjon blitt markert ut, så informasjon som underbygger hypotesen ikke skulle glemmes.

2.2 Gjennomføring av valgt metode

Innsamling av data ved hjelp av induksjons sløyfer ble det foruttrekkende metodevalget. Metoden ble gjennomført i tre deler:

Del en kartla aktuelle strekninger for datainnsamling. Ved hjelp av statens vegvesens vegkart ble Trondheims induksjons sløyfer med presisjonsnivå 1 lokalisert. Et forsøk for å finne sløyfer plassert ved en fartsgrense på 40 km/t eller lavere ble forsøkt, men slike punkt ble bare funnet foran lyskryss i byen. Litteratursøket indikerte av de fleste påkjøringulykkene bakfra skjedde i kryss, nære kryss eller på rette strekninger der distraksjon førte til kollisjonen [Dingus et al., 2006]. Problemet med denne metoden i kryss er at biler ikke har den reelle følgeavstanden etter hverandre, ettersom bilene er under en akselerasjonsfase. Dermed ble rette strekninger med fartsgrense 50, 60 og 70 km/t benyttet. Når flere sløyfer tilfredsstilte kravet om presisjonsnivå 1 og riktig fartsgrense, ble ÅDT veiet opp mot veiens orientering. Veier med solen inn fra siden ble foretrukket for å lettere observere om baklysene var på eller av mens strekninger med høyt ÅDT tall gav mer data på kort tid.

Del to gikk ut på selve feltobservasjonen. I tillegg til den induktive sløyfen ble videokamera montert. Kameraene filmet fra veikanten med en vinkel på ca 20 grader bakfra mens biler passerte lupen. På denne måten kunne biler med og uten kjøreløse dokumenteres og synkroniseres med målingene fra de induktive sløyfene. Mange nye biler idag har vinklet lyset fra baklysene direkte bakover, så jo mindre vinkel kameraet

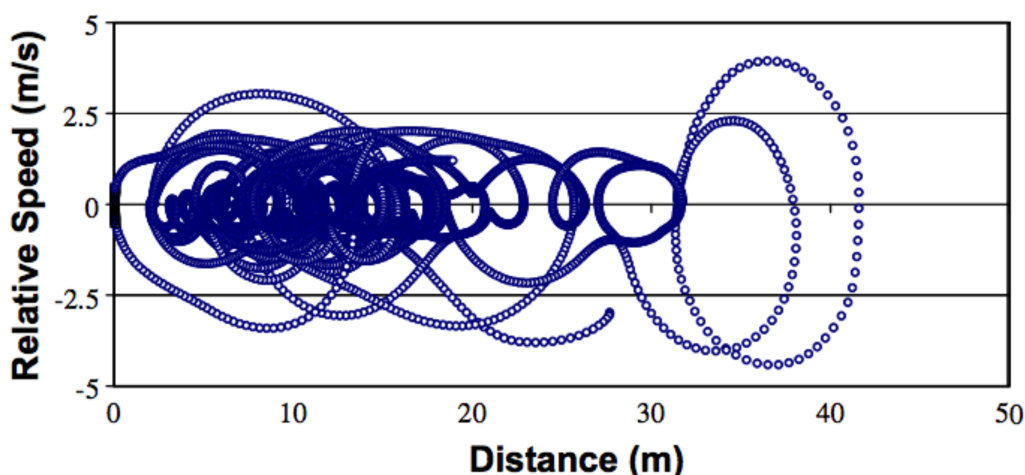
hadde til lysene, jo lettere var det å registrere biler uten baklys. Likevel kan ikke vinkelen mellom kameraet og bilen for liten ettersom lysne vil bli blokkert av bilen som kommer bak. Målingene ble gjennomført i januar og starten av februar. Under disse tidene står solen enda lavt i Trondheim, og målingene måtte derfor stort sett samles inn utenom rushtid. Dette krevde flere dager med observasjoner for 50 sonen, ettersom ÅDTen på denne strekningen bare var på 9000 biler.

Del tre gikk ut på å synkronisere å analysere dataene. Ved hjelp av VLC player ble videoen med baklysobservasjoner spilt av og biler uten kjørellys markert ut i datafilen fra de induktive sløyfene. Prosessen er tidkrevende, men ved bruk av VLC kan hastigheten til filmen endres. Under rolige observasjonstider der bilene hadde lang avstand etter hverandre kunne hastigheten skrus opp til 2,0 ganger egentlige hastighet eller hoppe 10 sekunder frem i tid ved lange avbrekk. Å hoppe tilbake i filmen ble også benyttet når det var vanskelig å observere om lysene var av eller på. I enkelte tilfelle ble målinger fra de induktive sløyfene slettet. Dette ble gjort når:

- Det var umulig å se om lysene var på eller av
- Ved feil i måling fra den induktive sløyfen
- Hvis bilen bare hadde ett fungerende baklys

For å teste ut hypotesen om sjåfører holdt kortere avstand hvis de fulgte en bil med avskrudde lys, måtte en følgetilstand defineres. Vogel [2002] fant en korrelasjon mellom kjøreeppførsel og tidsavstand opp mot 6 sekunder. Samtidig blir risikoen for en påkjøringulykke bakfra mindre i følge Lamm et al. [1999] hvis tidsavstanden er større en 2 sekunder. Som et kompromiss ble tidsluker over 5 sekunder filtrert bort. Tilsvarende filtrering ble gjort for biler med en hastighetsforskjell på 5 km/t (Figur 1), ettersom Brackstone et al. [2009] fant ut at det er den normale variasjonen i hastighet når man ligger bak en bil.

Figure 1: Følge forhold mellom relativ hastighet og avstand



2.3 Spørreundersøkelse

Spørreundersøkelsen ble laget for å få mer tyngde i resultatet fra de induktive sløyfene, samt å undersøke hvor observante og kunnskapsrike sjåførene er angående egen lysbruk. Som regel ble spørsmålene stilt med svaralternativer, men i enkelte tilfeller var åpne spørsmålet stilt og alle svar tillatt. Svaralternativer var forberedt, så brukte deltakeren lang tid eller spurte etter svaralternativer, ble forslag oppgitt. For spørsmål med åpne svaralternativer måtte svarene analyseres til hvilken effekt det kan ha på avstanden mellom bilene. Analysen ble basert på svarene sjåførene gav, men også samtalene jeg hadde med sjåførene. En trend viste at folk som svarte de ville holde lenger avstand også svarte at de var skeptiske og usikker, bak en bil uten kjørellys. Det var også inntrykket jeg satt igjen med under samtalene med sjåførene etter undersøkelsen. Tilsvarende sammenheng ble funnet mellom mer aggressiv kjørestil og kortere avstand der flere av sjåførene også nevnte at de ønsket å kjøre forbi slike biler. For alle andre svar uten betydning for avstanden mellom bilene ble sjåførens avstandsforandring satt til uendret.

For innsamling av data var intensjonen å spørre sjåfører som sto å fylte drivstoff ved bensinstasjonen i Elgsetergaten, ettersom det ble antatt at disse hadde tid til å delta. Etter et testforsøk av spørreundersøkelsen ved bensinstasjonen ble det registrert 5 sjåfører på 1 time. For å komme i mål måtte innsamlingen gå fortere. Den reviderte spørreundersøkelsen ble derfor gjennomført ved parkeringsplassen ved Lade Arena istedenfor, der innsamlings frekvensen kom på 16 sjåfører pr time. Undersøkelsen ble utført under overskyet, men lyst vært. Dette ble gjort for enkelt å kunne observere om baklysene var på eller av. Ved å stå ved inngangen til parkeringsplassen ble baklysene registrert, før sjåføren ble spurt om å delta i spørreundersøkelsen. Registreringen skjedde ved hjelp av nettbrett og ble registrert ved hjelp av Google Consumer Surveys. Gjennom innsamling av data viste programmet fordelingen av kvinner/menn, alder og antall deltagere med og uten kjørellys. Dette ble brukt for å balansere statistikken, så undersøkelsen skulle få en universell fordeling av befolkningen.

2.4 Analyser

For å behandle innsamlet data ble analyseverktøyene Excel og SPSS brukt. Excel ble i tidlig fase brukt for å sortere og organisere data, men programmet viste store svakheter under statistiske beregninger, og behandling av store datamengder. Flere feil ble funnet, som normalfordelings formelen, og kopiering av store datamengder endret rekkefølgen på tall etter kommaet. For de statistiske beregninger ble derfor SPSS brukt.

For å analysere dataene fra de induktive sløyfen ble gjennomsnittlig tidsluke, standardavvik og varians beregnet. Det ble også satt opp en normalfordelingstest, t-test, kjikvadrattest, forskyvningstest test, regresjonsanalyse og histogram av observasjonene i SPSS.

Gjennom tiden dataene ble samlet inn kom flere ideer for andre tester som ikke direkte inngikk i hypotesen. Selv følte jeg at biler uten baklys hadde en mer aggressiv kjørestil, og oftere lå bakerst i en kjørekolonne. Så andre tester jeg også forsøkte uten funn var:

- Ligger biler uten baklys oftest bakerst i en kolonnene av biler
- Har biler uten baklys høyere hastighet
- Er ”nye” biler (biler med automatisk sensor) lengre enn eldre biler

For spørreundersøkelsen ble analyseverktøyet begrenset til bruk av excel. Analysene i spørreundersøkelsen begrenset seg normalt sett til prosentregning for å se hyppigheten av et svaralternativ.

3 Litteraturstudie og alternative metoder

3.1 Litteratur i tidlig fase

Ved hjelp av nettverket som ble opparbeidet kom jeg i kontakt med Reidar Svensen. Reidar Svensen var Norges representant under forhandlingene angående fremtidens ”Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to the installation of lighting and light-signalling devices”, senere kjent som Regulation 48 for EU og EØS land. Reidar Svensen kunne fortelle at FN sammen med store bilprodusenter gjennom flere år hadde arbeidet med nye lysimplementasjoner for å øke trafikksikkerheten. Da arbeidet skulle ferdigstilles var det enighet om å installere daytime running light (Kjørellys på dagtid)(DRL). DRL skulle implementeres på alle nye biler produsert etter 2011. Miljøforkjempere var ikke veldig fornøyde med innføringen av DRL, de mente dette ville øke drivstofforbruket og ha en negativ konsekvens for miljøet. Ettersom tiden for enighet var på vei med å renne ut, ble det inngått et kompromiss. Baklysene ble skrudd av for å bøte på det økte drivstofforbruket DRL ville påføre. Representantene fra Norge, Sverige, Finland og Italia stilte seg kritisk til tiltaket. De hevdet dette kunne ha negative konsekvenser for trafikksikkerheten, og at det ikke var tilpasset vanskelige kjøreforhold som de nordiske landene kan oppleve på vintertider. Det er riktig nok ikke noe lovtekst som sier at man ikke får skru på baklysene på dagtid, men som standardløsning i alle nye biler blir lysene nå stilt av en automatisk sensor under gode lysforhold.

Å skru av baklysene på bilen ble dermed gjort av miljøhensyn, og innvirkningene baklysene har på trafikksikkerheten ble ikke tatt til etterretning. Dette dannet grunnlaget for å gå videre til del to av litteratursøket.

3.2 Litteratur som begrunner valg av hypotese

3.2.1 Bakgrunnen for signaler

Signaler er ikke noe som har oppstått i nyere tid, men vært under utvikling opp gjennom historien. Mennesker har brukt signaler helt fra starten av, der kroppsspråk, lyder og ting er brukt som tegn for å rette oppmerksomhet for en ønsket adferd. Røyk og flammer ble brukt for å signalisere inntrengere ved den kinesiske mur samt å lede skip trygt til havn langs kysten. Etterhvert utviklet også transportmidlene seg. Større hastighet ble oppnådd med hester, sykler og etterhvert biler. Ved økt hastighet, økte også energien ved en kollisjon. For å unngå kollisjon ble det derfor viktig at folk fikk et signal de kunne motta på god avstand for å unngå sammenstøt. Håndsignaler og lyder ble brukt i starten, og siden fulgt opp av horn på biler. Nå kjører biler i mye høyere hastigheter, og signalene gis mer eller mindre automatisk til observatører rundt. Felles for alle signalene er at, etter en lengre opplærings periode, vil observasjonen av signalene føre til en automatisk reaksjon for å unngå kollisjon. Ser du en som bremses vil også du automatisk bremse. Denne effekten er et av de sterkeste argumentene mot å forandre et allerede etablert signalsystem [Shiffrin and Schneider, 1977].

3.2.2 Omfang av påkjøringer bakfra

Selv om vi har løsninger idag som skal prøve å ivareta sikkerheten til sjåfører ved å gi informasjon om kjøreoppførsel til bilen foran, ser vi at det enda er behov for flere tiltak. I 2013 var ca 20 prosent av ulykkene i Norge påkjøring bakfra [SSB, 2013], og alvorlighetsgraden av ulykkestypen er i følge amerikanske kilder, sett på som den tredje mest alvorlige etter front kollisjon og sidekollisjon [Williams and Lancaster, 1995]. Noe som gjør problemet med påkjøringsulykker bakfra så alvorlig, er at de menneskelige skadene er vanskelige å diagnostisere. En skadet person kan i mange tilfeller virke, og se helt normal ut. Ikke før noen dager, uker, måneder eller år etter kollisjonen kan komplikasjonene etter kollisjonen oppstå. Etter så lang tid kan det allerede være for sent med forebyggende tiltak, og skadene kan bli permanente.

National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) kom i 2001 med en rapport [Lee et al., 2002] som indikerte at påkjørsler bakfra er den hyppigst forekommende typen kollisjon, og utgjør ca 29% av alle kollisjoner i USA. Hovedandelen til påkjøringene skjer på rette strekninger og i kryss, på dagtid under gode værforhold. De fleste påkjøringene oppstår som et resultat av distraksjon, der det visuelle fokuset er feilplassert [Dingus et al., 2006].

3.2.3 Baklysenes effekt på trafiksikkerheten

David W. Moore og Kåre Rumar skrev i 1999 en liste over hva baklysene tilbyr av potensielt verdifull informasjon til sjåfører bak. Dette er hva de skrev om baklyktene

(Moore 1999):

- Tiltrekke seg oppmerksomhet ved å indikerer tilstedeværelse av et kjøretøy
- Indikerer bredden av kjøretøyet
- Indikere hva slags type kjøretøy (for eksempel tung lastebil, passasjer bil eller motorsykkel)
- Estimere avstanden mellom kjøretøy
- Estimere forandring i avstand mellom kjøretøy
- Vise at bilen er parkert

3.2.4 Tiltrekke oppmerksomhet

Normalt sett er det ikke vanskelig å oppdage en kjørende bil, men i noen tilfeller kan det by på utfordringer. Over norske fjelloverganger oppleves det stadig kjøreforhold som tett snøfall, snødrev og tåke som redusere sikten. I en forskningsrapport fra Finsh og Horning Mortimer [1970] viser de til at rødt er den fargen som gir mest oppmerksomhet, og av almenheten oppfattes som fare. I tillegg konkluderer rapporten med at baklysene burde være 100 ganger mer intens under forhold der sikten er dårlig. Dette blir en stor kontrast til at baklysene kan være avskrudd under slike forhold idag. For etter samtale med Tesla og Volkswagen's tekniske avdeling ville ingen av dem gå inn på hvordan den automatiske sensoren virket eller hvor sensitiv den er, men ingen kunne garantere at baklysene ville skru seg på automatisk under snøfall, snødrev eller tåke. Begge henviste til den manuelle bryteren for å overstyre sensoren.

Lee and others [1976] analyserte påkjøringer bakfra, fra førerens perspektiv. Han nevner 3 punkter som må til for å unngå kollisjon. Først må en fører oppdage at man nærmer seg en kollisjon, før en aktiverer bremsene og til slutt regulere kraften til bremsene. Første oppgave løses best med klar informasjon uten støy og unødvendige komplikasjoner. Ved å fjerne rødfargen som retter oppmerksomhet mot bilen foran, kan første del for å unngå kollisjon bli vanskeligere.

Wierwille et al. [2009] utførte et forsøk der han endret på lysstyrken, areal og lysegenskaper. Personer ble plassert foran lysene med en avstand på 30,5 meter og skulle ut ifra lyskarakteristikkene svare på hvordan fokuset mot lyset ble påvirket på en skala på 1-8 (1 er ingen, 8 er ekstremt)(Vedlegg 2). Deretter skulle de si hvor behagelig lysene var å se på (Vedlegg 3). Alle lysene testet viste seg å ligge i kategorien "I stor grad" og opp mot "ekstremt" eller "full oppmerksomhet". Blinkende lys var det som skapte mest oppmerksomhet, mens stabilt brennende lys (dagens løsning på baklysene) var det som gav minst, og lå i nedre delen av skalaen "i stor grad". Målene for trivsel/velbehag eller mangel av komfort viste en klar sammenheng mellom oppmerksomhets graden vi oppnår og hvor ukomfortabelt det var å se på. Bare stabilt brennende lys er innenfor "Akseptable" med en skår på 3,32. Resten av lysene påvirket slik at folk ønsket å se

vekk innen et minutt eller i beste fall to, mens i verste fall var blinkende lys med mindre enn 30 sek. Wierwille konkluderer i denne artikkelen med at blinkende lys er med på å skape oppmerksomheten dit du ønsker, og dagens løsning var noe av det som gav minst oppmerksomhet. Likevel viser det seg at ubehag kontra oppmerksomhet, skårer dagens kjøreløys godt.

3.2.5 Kjøretøyklasse, bredde og avstandsberegning

Baklysene er med på å forklare og presisere bredden av kjøretøyet. Spesielt under nedsatt sikt vil baklysene kunne forklare hvilken type kjøretøy som ligger foran. Avstanden mellom baklysene forteller noe om det er en trailer eller en motorsykel som ligger i veibanen foran deg. Dette kan være med på å påvirke avstanden du føler du bør holde [Moore, 1999]. Wierwille et al. [2009] viste at flere baklys (som en trailer har), får fører av bilen bak til å holde lenger avstand. Dette kan forklares med Moore [1952] funn. Han fant ut at biler blir oppfattet nærmere når lysene er på enn når lys er av.

Forskere har funnet ut at baklysene hjelper fører av bilen til å beregne avstanden og endring i avstand mellom sin og foranliggende bil. Jo kortere avstand det er mellom bilene desto lettere er det for mennesket å beregne avstanden. Mortimer [1997] forklarer avstandsberegningen slik:

- Baklysene uthever bredden på bilen
- Sjøfører bruker bredden til å si noe om vinkelen han ser lysene
- Vinkelen brukes for avstandsberegning
- Jo tettere du ligger til bilen foran, desto større endringer får vinkelen når du endrer avstand til bilen.
- Forandringen i vinkel hjelper fører til å si om du nærmer deg eller holder større avstand til bilen foran.

Under en feltundersøkelse prøvde Parker et al. [1964] å se hvordan sjåfører bruker avstand mellom baklysene, endring i lysstyrke og arealet til baklysene for å beregne endring i avstand mellom to biler om natten. De fant ut av alle de tre testede faktorene i kombinasjon gav en mer presis avstand enn en faktor alene. Likevel viste resultatet at den viktigste faktoren isolert sett var å få vinkelen størst mulig, ved å separere avstanden mellom baklysene så mye som mulig. Tilsvarende resultater ble også funnet av Reilly et al. [1965] og Janssen et al. [1976]. Reilly brukte de samme faktorene som Parker og fant samme resultat. Janssen fant også ut av avstanden mellom lysene var viktigst, og konkluderte dermed med at man burde standardisere avstanden mellom baklysene med så stor avstand som mulig for å få et enkle avstandsberegningen for sjåfører. Mortimer gjennomførte også lignende forsøk på 90-tallet. Han kom frem til at mennesket kan oppdage en avstandsforandring på 0.12 Weber ratio. Med det sier Mortimer [Hoffmann and Mortimer, 1996] at en avstand på 100 meter krever en endring i avstand på minimum

12 meter for at sjåføren skal klare å observere en forskjell. Men jo nærmere man kommer bilen foran jo lettere blir avstandsestimeringen.

Forskningen ovenfor har stort sett blitt gjort på natta. I dagslys fant Moore [1999] ut at sjåførene er forholdsvis dyktige i å estimere avstanden til bilen foran. Baklysene sammen med veiens bredde var de viktigste faktorene førerne brukte for å beregne avstanden til bilen foran om dagen. Dette viser at baklysene fortsatt er viktig for å estimere avstand også om dagen.

Moore [1952] studert hvordan intensiteten til baklysene påvirket oppfatningen av avstand. Han bemerket at en økende lysstyrke på baklysene, ga en følelse av kortere avstand mellom kjøretøyene.

3.3 Alternative metoder

Det finnes flere måter å teste en hypotese for avstand mellom biler. Vurderte metoder for å undersøke avstanden mellom biler med og uten baklys var, ved hjelp av simulator, GPS og induksjonssløyfer. For alle metodene finnes både positive og negative sider.

Simulator vil kreve en del arbeid å få satt igang. Opplæring for å operere simulatoren, sette opp et testscenario og finne test sjåfører er nødvendig før man kan teste hypotesen. Dette er en tidkrevende prosess, der tallene man får ut kan være vanskelig å relatere til virkeligheten ettersom det bare er en simulering. Deretter kommer et stort etterarbeid i excel, som må analyseres. Det positivt med simulering er at vei og lysforholdene ville blitt identiske for alle testpersoner og jeg ville vært med fleksibel til å endre væreforholdene etter funn. Situasjonen rundt tilgjengelige simulatorer i Trondheim var med på å påvirke valgt av metode.

Metode to kunne vært å gjennomføre et feltforsøk der man målte avstand mellom bilene med GPS. Det ble tidligere gjort i et forsøk der man så på avstanden mellom biler når kabinlyset var på eller av [Lee et al., 2010]. Metoden virket spennende, men krevende. Mye databehandling, utstyr og personer, var nødvendig for å gjennomføre testene. Man er avhengig av at teknikken med GPSene virker, at man har tilgang til GPS-utstyr, og at GPS signalene er gode gjennom forsøket. Man trenger flere biler som kan kjøre etter hverandre, testpersoner som er villige til å kjøre over en lengre periode og sjåfører som har tid hvis noe går galt med teknikken under veis. Etter at målingene er samlet inn må dataene konverteres til en reell avstand mellom bilene. Metoden ble konkludert til å være for tidkrevende, komplisert og kreve for mye materielt.

Det siste alternativet for å teste hypotesen er ved å benytte seg av induksjonssløyfer som brukes som tellepunkter for Statens Vegvesen. Statens Vegvesen forklarer en induktiv sløyfe slik: ”Induktive sløyfer er elektrisk ledninger som legges i nedfreste spor i vegbanen å a en slik måte at de danner en spole. Ledningene påføres en vekselspanning, og når et kjøretøy passerer sløyfene vil metallet i kjøretøyet bryte det magnetfeltet som er dannet over sløyfene. På denne måten blir det enkelte kjøretøy registrert”. Tellepunktene har

den fordel av at de er allerede operative på forskjellige strekninger i Trondheim. De gir reelle og ikke simulerte data. Metoden er fleksibel der antall observasjoner ikke er avhengig av at test personer er tilgjengelig, bare at teknikken virker. Teknikken er enkel og brukes i det daglige, det er dermed mindre sannsynlighet for feil under forsøkene. Ulemper tilknyttet metoden er at man ikke selv kan velge hvilke strekninger som skal testes, og om noe av teknikken ikke virker vil det ta tid å fikse den igjen.

I kombinasjon til en av de valgte undersøkelsene over, ble en spørreundersøkelse utført. Spørreundersøkelsen ble utført av to grunner. Først, for å se om resultatet fra den valgte metoden samsvarte med sjåførers tanke om hvordan de oppfører seg bak en bil uten kjørellys. Samtidig var det ønsket om å finne mer ut om sjåførers kunnskap om egen lysbruk.

Resultater

Gjennom analysene kom flere resultater ut. Nedenfor kommer et sammendrag av hver test. Kort oppsummert ble det ikke funnet noen signifikante verdier på et 5 % signifikansnivå, men enkelte tester kan indikere at folk holder lenger avstand til bilen foran og ikke kortere som var forventet i hypotesen.

Gjennomsnittsverdier, standardavvik og forskyvning

For hver av de tre strekningene, 50, 60 og 70 km/t ble gjennomsnittlig tidsluke, standardavvik og forskyvning beregnet for biler med og uten kjørellys. Ingen forskjell ble funnet for 50 og 60 km/t, men en forskjell på 0,13 sekunder ble funnet mellom biler med og uten kjørellys ved 70 km/t. Forskyvningstesten ble brukt for å se hvordan grafen var i forhold til en normalfordeling. Igjen ble ingen forskjell funnet i 50 og 60 km/t forsøket, men for 70 km/t var grafen forskjøvet litt mot høyre for biler uten kjørellys, og litt mot venstre for biler med kjørellys. Likevel ble ingen signifikante resultater funnet.

Regresjonsanalyse

Det ble forsøkt å se om avstanden fulgte forskjellige formler basert på hastighet og om kjørelysene var av eller på. Ved å sette opp en linje regresjon basert på avvik i hastighet i forhold til fartsgrense og om baklysene var av eller på, på bilen foran fikk man sammenlignet om biler med og uten kjørellys fulgte forskjellig formel. Ingen signifikante verdier på 5 % nivå ble funnet.

T-test

En t-test er en test som sammenligner om to datasetts gjennomsnittsverdier er statistisk forskjellig fra hverandre. Også dette ble gjort for hver fartsgrense der gruppene var delt inn i med og uten kjørellys. Ingen signifikante verdier ble funnet på 5% signifikant nivå, for strekningen på 70 km/t var p verdien 0,052, altså nesten signifikant.

Kjikkvadrattest

En kjikkvadrattest ble også brukt for å sammenligne antall observasjoner i intervall på 0,5 sekunder. 0,5 sekunder ble brukt for å få nok data i de forskjellige gruppene. Testen ble bare utført opp til 3,75 sekunder ettersom antallet observasjoner bør overstige 5 i hver gruppe for at testen skal være gyldig. Ingen signifikante data ble funnet.

Spørreundersøkelse

Under spørreundersøkelsen ble ingen statistiske tester utført, men heller hyppigheten av svar beregnet. Ut ifra spørreundersøkelsen ble observasjonsekvensen av avskrudde baklys funnet til å være 67 %, (77 % menn, 47 % kvinner). For de som hadde observert biler uten kjørellys var det stort sprik i hvor mange prosent de mente kjørte uten baklys. Fordelingen var gjevt over fra 1 til 50 %, men med et snitt på 20 %.

Flesteparten mener de ikke vil endre kjøre adferd om de ligger bak en bil uten baklys (55 %), men for de som endrer kjøreadferd indikerer 34 % at de vil holde lenger avstand, mens 11 % kortere. 48 % av de spurte kjørte bil uten kjørellys, bare 46 % av dem var klar over at de hadde en slik automatisk i bilen. Dette tiltross for at 83 % hadde kjøpt bilen av forhandler som er pålagt å fortelle om kjørellysene. De som var klar over den automatiske sensoren fulgte normalt sett den automatiske sensoren under alle kjøreforhold (72 %). Bare bare 14 % overstyrte sensoren under dårlige kjøreforhold, og 14 % overstyrte alltid den automatiske sensoren for å ha lysene på som standard.

4 Diskusjon

Dette kapitlet vil resultat drøftes og vurderes, og svakheter og feilkilder ved forskningen identifiseres og diskuteres.

4.1 Diskusjon av resultater, analyser og videre forskning

Til tross for at litteraturen tilsier at baklysene gjør avstandsberegning mellom biler lettere, indikerer resultatene ingen endring eller lengre avstand, når man følger en bil

uten baklys. Motsatte av den oppsatte hypotesen. En grunn til at observasjonene kan gi en motsatt virkning enn forventet, kan være at datainnsamlingen ved 70 km/t ble oppsamlet under overskyet vær. Selv var jeg usikker på om det var vits i å gå ut å gjøre målinger denne dagen. Jeg trodde den automatiske sensoren var mer følsom enn den viste seg å være, og jeg tenkte jeg ikke ville få noen registreringer på grunn av de dårlige lysforholdene. Men under forhold som dette kan kontrasten mellom biler med og uten baklys økes. Biler uten å baklys vil da skille seg ut fra mengden og bli lettere å oppdage. Sjåførere er ikke vant til at biler kjører uten baklys på dagtid, og kan dermed gjøre sjåførere skeptisk slik spørreundersøkelsen indikerte at sjåførere kan føle. Flere sjåførere under spørreundersøkelsen nevnte de følte seg usikker, skeptisk og at noe er galt med bilen foran hvis den manglet baklys. Flere sjåførere kommenterte at, hvis baklysene ikke er på, hvordan kan de stole på at bremselysene virker? Dette kan forklare hvorfor 70 km/t indikert et annet resultat fra de to andre strekningene, og hvorfor det kan ha en motsatt effekt enn forventet.

Den eneste strekningen som indikerer en forskjell i avstand var 70 km/t strekningen. Uten å teste en 80 km/t strekning, er det vanskelig å si noe om fartsgrensen kan føre til større tidsluke når du følger en bil uten baklys. Sammenligner man resultatene fra kjøkkvadrattesten ser vi en større andel biler med kortere tidsluke, ved høyere hastighet. Om man tillater enda kortere avstand i 80 sone er ikke testet, men vil være noe som burde testes ved videre forskning.

Elvik [2013] så på hvordan kjørellys (DRL) kan være både positivt og negativt for trafikksikkerheten. Han fant at biler som bruker DRL var involvert i færre flerpartsulykker i dagslys i forhold til biler som ikke bruker DRL rett etter innføringen i Norge. Men studier som evaluerer effekten av obligatorisk bruk av DRL har ikke alltid funnet en ulykkesreduksjon i det lange løp. Rune Elvik hevdet at de få bilene som brukte DRL ville skille seg ut fra mengden. Så lenge DRL bruk er under 90 % blir sjåførere tvunget til å gjøre en ekstra innsats for å oppdage biler uten DRL. Når DRL bruk er over 90 % vil disse bilene bli glemt, og er vanskeligere å se, og dermed øke risikoen for en kollisjon. På samme måte, kan en bil uten baklys få sjåførere til å for å holde lengre eller samme avstand i dag, og dermed indikerer en sikkerhetseffekt. Hvorvidt dette vil opprettholdes i fremtiden når flere biler kjører uten baklys er usikkert og videre testing er nødvendig for å finne langtidseffekten av tiltaket.

Tester har vist at å endre baklysens farge til gult kan redusere reaksjonstiden for bremsing [McIntyre, 2008, McIntyre et al., 2012, McIntyre and Gugerty, 2014]. Hvis avskrudde baklys har samme innvirkning på reaksjonstiden som gult lys, kan avskrudde baklys være positivt for trafikksikkerhet på dagtid. Om langtidseffekten av avskrudde baklys fører til kortere avstand slik litteraturstudiet kan indikere, kan redusert reaksjonstid for bremsing veie opp for den forkortede tidsluken avskrudde baklys kan medføre.

Kjøring i snø og tåke kan noen ganger gjøre kjøring til en utfordring i Norge. Under slike forholdene, har forskerne diskutert om en økning i lysstyrke kan være til hjelp for sjåførene så de klare å oppdager bilen foran (ECE forskrift nr 7), og holde lenger

avstand. Kjøring i snø og tåke kan i noen tilfeller skje under gode lysforhold. Om den automatiske sensorer er følsomheten nok til å oppdage disse utfordrende forholdene og slår på baklysene har ikke blitt testet, men som Tesla og Volkswagen nevnte, kunne ikke de garantere at sensoren ville være sensitiv nok under like forhold. Resultatet i 70 sonen kan også indikere at lysforholdene i skumringstiden kan være med på å endre kjøreadferden bak biler uten baklys. I kontrast til resten av Europa bruker solen en lengre periode for å gå ned, og skumringstiden vil vare lenger i Norge. Spørreundersøkelsen viser tydelig at de fleste bilførere med en automatisk sensor vil stole på sensoren og ikke slå på baklysene manuelt. Kun 48 % av sjåførene som hadde en automatisk sensor er klar over sensoren, og 72 % av dem med en sensoren sa de alltid følger automatisk sensor. Det kan by på utfordringer i fremtiden under dårlig værforhold.

En svakhet ved dette studiet er at det finnes mange faktorer som kan påvirke resultatene. Været, lysstyrke, antall kjørefelt, hastighet og trafikkforhold er alle faktorer som kan påvirke resultatene og som er vanskelig å ta høyde for. Videre testing med flere observasjoner i forskjellig vær, kjøreforhold, fartsgrenser og steder er nødvendig for å kunne konkludere.

Det å gjøre et grundigere litteratursøk angående menneskers oppfatning til nye implementasjoner burde vært undersøkt mer nøyaktig. Litteraturstudiet var veldig teknisk rettet, og så mest på baklysene effekt på mennesker. Det man kanskje kan se fra resultatet er at menneskets skeptiske forhold til manglende baklys kan være det som påvirker avstanden i 70 sonen. Mennesker oppfatter ting forskjellig, reagerer forskjellig og vi oppfører oss ikke alltid slik man forventer. Et studiet som undersøkte mennesket nærmere burde også vært med.

4.2 Fremtidig bruk av oppgaven

Slik resultatet ser ut nå fant man ingen forskjell i avstand mellom bilene på et 5 % signifikansnivå. Og som tidligere nevnt viser resultatet at folk vil heller holde lenger avstand enn kortere avstand under dagens forhold. I utgangspunktet kan det se ut som at tiltaket kan være et trafiksikkerhetstiltak, men vi vet lite om langtidseffekten av tiltaket og mer forskning rundt temaet burde gjennomføres for å kunne konkludere. Likevel tror jeg artikkelen kan være med på å sette fokus på at man kan ikke lage nye regler uten å se nærmere på konsekvensene av tiltaket. Så langt jeg har funnet, er det ikke gjort forskning på trafiksikkerheten ved implementeringen av automatisk lyssensor. Uten å kjenne til konsekvensene av implementeringen ville dette kunne ha en stor påvirkning for langtidseffekten av trafiksikkerheten ettersom levetiden på de gjeldene bilene er på 18-25 år. Som tidligere nevnt av Shiffrin and Schneider [1977], er ett av det sterkeste argumentet mot å forandre et allerede etablert signal, at en automatisert prosess kan bli ødelagt.

5 Konklusjon

Hypotesen var: "Sjåførere holde kortere tidsavstand når de følger en bil der baklysene er slått av". T-tester og kjiqvadrattestene viste ingen signifikante forskjeller. Imidlertid indikerer analysen at vi holder 0,13 sek lenger avstand når sjåførere kjører bak en bil uten baklys, på strekningen 70 km/t (tabell 2, p-verdi = 0052). Også 34% av sjåførere som deltar i undersøkelsen hevdet at de ville holde lenger distansere bak en bil uten å kjøre baklysene. Om avstanden vil bli redusert eller øke i det lange løp er vanskelig å si på dette punktet. Så langt ser det ut som at sjåførere ikke er istand til å registrere om baklysene er på eller av i klarvær. Men når været er mer skyet øker også kontrasten mellom biler med og uten baklys. Mange sjåførere er ikke klar over det nye EU-direktivet. Dette kan gjøre sjåførere skeptiske til biler uten baklys, og derfor holde lengre avstand. Hvis dette er tilfelle er ikke klart, og videre testing og forskning må gjøres i fremtiden om man ønsker svar på dette.

6 Personlig utbytte og endringer til neste gang

Dette kapittelet har som hensikt å forklare hva prosessen har lært meg, og hvordan jeg ville gått frem ved en tilsvarende oppgave.

Tidlig i prosessen lærte jeg at ting tar lenger tid enn først antatt. Selv om man forbereder og setter opp et tidsskjema, vil det alltid komme forandringer som man ikke klarer å ta hensyn til tidlig i prosessen. Eksempler på utfordringer som tok mye tid gjennom arbeidet er nevnt under:

- Det å skaffe video av biler uten baklys tok lenger tid enn planlagt. Under dager hvor det var overskyet skulle jeg sitte inn å se på film, mens dager da solen skinte skulle jeg ut å filme. Dessverre ble det ikke helt slik. Etter testopptaket jeg gjorde 12. januar fant jeg tidlig ut at tidsskjemaet ville ryke. Dagene i januar var kalde, og temperaturer ned mot minus 10 tappet batteriet for strøm på 30 min. Å lade opp batteriene tok så 2 timer. Spørsmålet sto mellom å filme 2 perioder om dagen, fra 10:00 om morgningen da solen nettopp var stått opp for så å filme igjen kl 13:30 til 14:00 før solen gikk ned igjen. Eller velge den perioden jeg ville få flest observasjoner på kortest tid, som var rundt kl 12:30. Ingen av tidene var i rushperioden, det det var heller ikke mulig ettersom solen ikke var oppe under denne perioden. Innsamlingen gikk derfor tregt på de kaldeste dagene, før nye batterier ble bestilt. Dette er selvfølgelig noe jeg burde tenkt på under høstsemesteret, og viser noe om planlegging som bør gjøres på forhånd.
- Litteratursøk forstår jeg nå som en tidkrevende jobb. Det er ikke mye forskning som er gjort rundt baklysene på bilene. Forskingen som er gjort er normalt sett gjort under 2 "gullperioder". Første periode fra 60-tallet da baklys ble påbudt, og andre periode på 80 tallet da central high mounted breaking lamps (CHMBL)

ble innført. Å finne kilder viste seg vanskelig, og ikke før artikkelen til Morre ble funnet sent høsten 2015 ble mye av litteraturen lest. Oppdrive disse kildene tok lenger tid enn planlagt ettersom mange kilder ikke fantes digitalt.

- Filming i flere timer tar mye lagringsplass på dataen, tar tid å overføre og tid for å forstå hvordan man bør behandle store datamengder. Jeg måtte tidlig i prosessen kjøpe en ekstern harddisk. Imovie programmet jeg planla å bruke for å se gjennom filmen, og redigere kontrasten med viste seg å ikke takle så store filer og en alternativ løsning måtte derfor oppdrives. Også plass mangel på skjermen ble ett problem. Mapper med filer, backup, videoer, artikler, nettleser og excelark var alle vinduer som var oppe å gikk samtidig. Løsningen ble en ny skjerm.
- Skrivearbeidet, både abstrakt, vitenskapelig artikkel og prosessrapport tok mye lenger tid enn planlagt. Spesielt abstraktet var vanskelig å skrive ettersom fristen for innsendelse var tidlig i arbeidsprosessen. På dette tidspunktet viste jeg lite om resultat og metoden var bare testet ut, men ikke optimalisert.
- Gjennom synkroniseringen av videodata og induksjons sløyfen, ble det mye gjentakende arbeid. Enkelte opptak var på 8 timer, noe som er vanskelig å konsentrere seg gjennom. Filmen har liksom ikke noe høydepunkt. Og mister du konsentrasjonen, selv bare en bil, må du spole tilbake igjen, og starte synkroniseringen på nytt. I kombinasjon med feilmålinger fra induksjons sløyfen kunne det skape mye frustrasjon. Uheldigvis mistet jeg også en del data da jeg trodde jeg hadde funnet en strekning med fartsgrense 50 km/t, med en induktiv sløyfe på nivå 1, som viste seg å være en feil i veikartdataene til Statens Vegvesen.

Gjennom arbeidet så jeg at tidsplanen ikke strak til, og det ble store endringer i forhold til planlagt løp. For å sikre progresjon ble derfor delmål opprettet for hver uke for å drive prosessen videre. Delmålene gikk både på korttids perspektiv og langtidsperspektiv. Et mål kunne for eksempel være å se ferdig 2 timer film før lunsj, der lunsjen ble ekstra god om jeg nådde planlagt mål. Og tilsvarende kunne gjøres for ukesmål.

Om jeg skulle gjennomført et lignende studiet, finnes det en del ting jeg ville gjort annerledes:

- For det første ville jeg prøvd å samle data om høsten og ikke vinteren. Om høsten står solen enda relativt høyt, og innsamlingen kunne skjedd under rushtrafikk, og ikke midt på dagen som det ble nå. Her tror jeg den største besparelsen i tid kunne hentes inn.
- Jeg ville vurdert å gjøre undersøkelsene i Oslo istedenfor Trondheim, ettersom det finnes flere induksjonssløyfer på områder med høyere ÅDT og lavere fartsgrenser.
- Når flere induktive sløyfer tilfredsstilte kravene, vurderte jeg ÅDT mot lysets innfallsvinkel på veien. Nå i den senere tid ser jeg at ÅDT var den viktigste faktoren, ettersom å det å se baklysene var greit uansett forhold.
- Under spørreundersøkelsen burde jeg gjort et grundigere forarbeid for hva jeg

ønsket å oppnå, og hvordan resultatene skulle analyseres. Mye av dataene ble ikke brukt i stor grad ettersom antall deltagere ble for lavt, og antall svaralternativer ble for mange. Dermed var det vanskelig å kjøre statistiske tester for spørreundersøkelsen.

- Gjort et utvidet litteratursøk for å se mer på hvordan mennesket reagerer på nye situasjoner de ikke er vant med.

Det å skrive en vitenskapelig artikkel er noe nytt som har bydd på utfordringer jeg ikke har vært borti tidligere. Det har vært spennende å utforske mer av forskermiljøet, deres arbeidsoppgaver og fremgangsmåter. Jeg har fått være med på å fremstille og presentere en vitenskapelig rapport sammen med en professor som har overlevert mye av sin kunnskap videre. Jeg er takknemlig for muligheten jeg har fått.

Litteratur

- Mark Brackstone, Ben Waterson, and Mike McDonald. Determinants of following headway in congested traffic. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 12(2):131–142, March 2009. ISSN 1369-8478. doi: 10.1016/j.trf.2008.09.003. URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1369847808000867>.
- Thomas A. Dingus, S. G. Klauer, V. L. Neale, A. Petersen, S. E. Lee, J. D. Sudweeks, M. A. Perez, J. Hankey, D. J. Ramsey, S. Gupta, and others. The 100-car naturalistic driving study, Phase II-results of the 100-car field experiment. Technical report, 2006. URL <http://trid.trb.org/view.aspx?id=783477>.
- Rune Elvik. Can a road safety measure be both effective and ineffective at the same time? A game-theoretic model of the effects of daytime running lights. *Accident Analysis & Prevention*, 59:394–398, 2013. URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001457513002674>.
- Errol R. Hoffmann and Rudolf G. Mortimer. Scaling of relative velocity between vehicles. *Accident Analysis and Prevention*, 28(4):415–421, 1996. ISSN 0001-4575. doi: 10.1016/0001-4575(96)00005-X.
- Wiel H. Janssen, John A. Michon, and Lewis O. Harvey. The perception of lead vehicle movement in darkness. *Accident Analysis & Prevention*, 8(3):151–166, 1976. URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0001457576900178>.
- Ruediger Lamm, Basil Psarianos, and Theodor Mailaender. *Highway Design and Traffic Safety Engineering Handbook*. McGraw-Hill, January 1999. ISBN 978-0-07-038295-4.
- C. Lee, Jb Lee, and H. Kim. Effect of Visible Light Transmission from Vehicle Windows on Traffic Flow of Car-Following. *Transportation Research Record*, (2188):156–164, 2010. ISSN 0361-1981. doi: 10.3141/2188-17.

- David N. Lee and others. A theory of visual control of braking based on information about time-to-collision. *Perception*, 5(4):437–459, 1976. URL <http://www.perceptionweb.com/perception/fulltext/p05/p050437.pdf>.
- Suzanne E. Lee, Walter W. Wierwille, and Sheila G. Klauer. Enhanced Rear Lighting and Signaling Systems: Literature Review and Analyses of Alternative System Concepts. Technical report, 2002. URL <http://trid.trb.org/view.aspx?id=679001>.
- Scott McIntyre, Leo Gugerty, and Andrew Duchowski. Brake lamp detection in complex and dynamic environments: Recognizing limitations of visual attention and perception. *Accident Analysis & Prevention*, 45:588–599, 2012. URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001457511002880>.
- Scott E. McIntyre. Capturing attention to brake lamps. *Accident Analysis & Prevention*, 40(2):691–696, 2008. URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001457507001571>.
- Scott E. McIntyre and Leo Gugerty. Applying visual attention theory to transportation safety research and design: Evaluation of alternative automobile rear lighting systems. *Accident Analysis & Prevention*, 67:40–48, 2014. URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001457514000463>.
- D. W. Moore. Historical development and current effectiveness of rear lighting systems. 1999. URL <http://deepblue.lib.umich.edu/handle/2027.42/49403>.
- Ronald Leslie Moore. *Rear lights of motor vehicles and pedal cycles*. Number 25. HM Stationery Office, 1952.
- Rudolf G. Mortimer. AUTOMOTIVE REAR LIGHTING AND SIGNALING RESEARCH: FINAL REPORT. 1970. URL <http://trid.trb.org/view.aspx?id=109217>.
- Rudolf G. Mortimer. Perceptual factors in rear-end crashes. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, volume 34, pages 591–594. SAGE Publications, 1990. URL <http://pro.sagepub.com/content/34/8/591.short>.
- Rudolf G. Mortimer. Vehicle-Driver Communications to Reduce Rear-End Collisions: What Makes Sense and Why? In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, volume 41, pages 849–853. SAGE Publications, 1997. URL <http://pro.sagepub.com/content/41/2/849.short>.
- J. F. Parker, R.R Gilbert, and R. F Dillon. *Effectiveness of Three Visual Cues in the Detection of Rate of Closure at Night*. 1964.
- Raymond E. Reilly, R. R. Gilbert, R. F. Dillon, and J. F. Parker. The translation of visual information into vehicular control actions. Technical report, 1965. URL <http://trid.trb.org/view.aspx?id=114257>.
- Richard M. Shiffrin and Walter Schneider. Controlled and automatic human information processing: II. Perceptual learning, automatic attending and

- a general theory. *Psychological Review*, 84(2):127–190, 1977. ISSN 1939-1471(Electronic);0033-295X(Print). doi: 10.1037/0033-295X.84.2.127.
- SSB. Tabell - Personer drept eller skadd i veitrafikkulykker, etter trafikantgruppe og ulykkesgruppe, 2013. URL <http://www.ssb.no/179419/personer-drept-eller-skadd-i-veitrafikkulykker-etter-trafikantergruppe-og-ulykkesgruppe>.
- Katja Vogel. What characterizes a “free vehicle” in an urban area? *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 5(1):15–29, 2002. URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1369847802000037>.
- Walter W. Wierwille, Robert E. Llaneras, and M. L. Neurauter. Evaluation of Enhanced Brake Lights Using Surrogate Safety Metrics. Task 1 Report: Further Characterization and Development of Rear Brake Light Signals. 2009. URL <http://trid.trb.org/view.aspx?id=898305>.
- A. F. Williams and K. A. Lancaster. The prospects of daytime running lights for reducing vehicle crashes in the United States. *Public health reports (Washington, D.C. : 1974)*, 110(3):233–9, 1995. ISSN 0033-3549.

Del 2

Vitenskapelig artikkel

Lars Kristian Lowzow

June 10, 2016

Tail lamps as a countermeasure for rear end collisions:

Distance kept with and without running tail lamps

Lars Kristian Lowzow & Eirin Olaussen Ryeng

June 10, 2016

Abstract

United Nations and large car companies agreed in 2011 that tail lamps should be switched off during daytime to reduce fuel consumption (Regulation No. 48). However, this regulation has not addressed the issue of traffic safety, but only focused on the environmental effect. This paper addresses the issue of traffic safety by looking at the time gap between vehicles. Earlier research has indicated that tail lamps help drivers to estimate the distance to the vehicle in front of them, thus turning them off may make this estimation process harder. In this study, time gaps between vehicles with and without running tail lamps is registered. Inductive loops are used combined with video footage/observations at selected urban and rural road sections with varying speed limits in Norway. Since running tail lamps facilitate distance estimation, the following hypothesis is examined in order to study their impact on driver behavior: "Drivers keep shorter time headways when tail lamps are switched off". T-tests and chi-square tests show no significant values, but the results indicate no change or longer distance when following a car without running tail lamps during daytime. An additional survey (N = 152) revealed that 1/3 of the drivers had not noticed that new cars drove without running tail lamps during daylight. Among those who had noticed, 57 % stated that they had not changed their behavior, while 34 % kept longer distance and 11 % shorter distance.

Introduction

In 2011, United Nation together with large car companies agreed that tail lamps should be switched off during daylight (Regulation No. 48, United Nations). Switching off tail lamps during daylight was done to reduce the environmental impact by burning less fuel, but they did not address whether traffic safety would be affected. This paper focuses on the safety effects regarding time gap between vehicles with and without running tail lamps, to see if drivers behave differently.

In general, the two main requirements of signals are that they should be easy to detect and easy to interpret. The aim for the signal is to immediately and unconsciously get a certain behavior. This is what Schneider and Shiffrin call automatic processing [Shiffrin and Schneider, 1977]. Some signals are not that easy to interpret, and needs a learning period before it is processed automatically. The rear lightning on a car is an example of such a signal. Having an automatic reaction to vehicle signal lamps is therefore one of the strongest arguments against changing an established signaling system. David W. Moore and Kåre Rumar wrote in 1999 a list of what cars rear lightning currently offers as potentially valuable information to a driver behind. This is what they wrote regarding tail lamps [Moore, 1999]:

- To attract attention by indicating the presence of a vehicle
- To indicate the width of the vehicle
- To indicate the class of type of vehicle (e.g., heavy truck, passenger car, or motorcycle)
- To indicate the distance between vehicles
- To indicate the rate of closure between vehicles
- To indicate that the vehicle is parked

National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) came in 2001 with a report [Lee et al., 2002] that indicated that rear-end crashes are the most frequently occurring type of collision, accounting for approximately 29% of all crashes in the USA. The majority of rear-end crashes occurred in daylight under good weather conditions, at or near junctions or intersections, and on straight roadways . Most rear-end crashes occur as a result of distraction, and in particular, improper allocation of visual attention [Dingus et al., 2006].

A normal car following behavior time headway is estimated to be up to 6 seconds according to [Vogel, 2002] (Preferred headway is 2 sec). At the same time, the chance of a rear end collision becomes smaller according to Lamm et al. [1999] if the time headway is above 2 sec.

McIntyre [2008], McIntyre et al. [2012], McIntyre and Gugerty [2014] all indicate that changing tail lamps color to yellow might decrease reaction time before breaking.

Searching for the red tail lamps and red breaking light makes a serial search. Changing the light to yellow allows the driver to only look for one red light, making a parallel search instead of serial search. So even if headways decreases, it may still not reduce the traffic safety in total.

NHTSA Wierwille et al. [2009] tested out how rear end light systems manage to get the attention of a car driver. The modern steady burning tail lamps system gave little attention to the car in front, compared to flashing lights, but were also one of the configurations that gave less discomfort making drivers look away from the car in front. The report says nothing about cars without running tail lamps, but indicate that red light gives a perception of danger, catching attention of the driver.

In an extensive field test, Parker et al. [1964] tested how drivers used visual angle between the tail lamps, change of brightness of tail lamps, and change in perceived area of tail lamps to estimate approach speed and distance to a lead car ahead at night. They found that all three tested factors in combination gave a more accurate results than any of the factor alone. Visual angle between the tail lamps showed to be slightly superior to brightness, making distance calculations to the leading vehicle more accurate. Both angle and brightness were superior to perceived area. Similar tests have been done by Reilly et al. [1965] and Mortimer [1990] (in daylight). Both studies show that visual angle to the lead vehicle's tail lamps facilitates distance calculations.

Moore [1952] studied how the intensity of tail lamps affect the perception of distance. He noted that increasing brightness of the tail lights, gave a impression of shorter distance between the vehicles.

The research above has mostly been done at nighttime. In daylight, Moore [1999] state that drivers are reasonably skilled in detecting and estimating forward headway. He found that angular size of the rear end together with the road width between the lead and following vehicles provide the main distance cues. This shows that tail lamps still might facilitate distance estimation also during daylight.

Since running tail lamps facilitate distance estimation, the following hypothesis is examined in order to study their impact on driver behavior: "Drivers keep shorter time headways when tail lamps are switched off".

Method

Two methods have been used to test the hypothesis. Inductive loops in combination with video cameras were as a first approach. The loops gives precise measurements of time gaps between vehicles. A survey among drivers as the second approach.

Collecting data by inductive loops and Video observations

Three different road sections in Trondheim, Norway, were used to obtain data in for this study. Each road section was strategically selected based on certain criteria. The sections represented three different speed limits: 50 km/h (2 lanes), 60 km/h (2 lanes) and 70 km/h (4 lanes). All of the sections had a preinstalled inductive loop. The inductive loops were positioned on a straight road, away from intersections, and store individual vehicle information about real-time passing, speed, time gap, vehicle length and lane.

If more then one road satisfied the requirements was orientation of the road weighted against the AADT. Sun from the side of the vehicle was preferred in order to spot if the cars had running tail lamps or not. But roads with the highest AADT gave more observations in shorter time. In addition, cameras were mounted filming the back of vehicles from around 70 degrees angle when they passed the inductive loops, documenting if tail lamps were on or off as shown in figure 2. Some cars have directed the light from their tail lamps directly backwards, which makes it harder to see if tail lamps were on or off from the side. The angle was chosen to get the best view of the tail lamps, but not block the tail lamps when a car comes from behind.

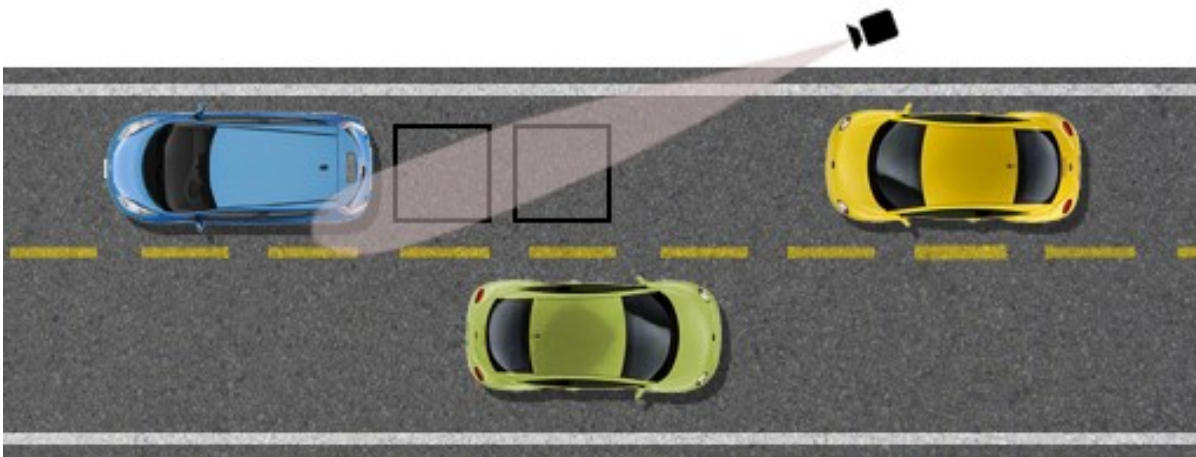


Figure 2: The setup for the inductive loop method

Thereafter, all cars were manually checked if they had running tail lights and meeting the requirements for car following behavior. To meet the requirements for a car following behavior the time headway and speed differential was chosen to be less then 5 seconds. In some cases the inductive loop made an incorrect observation. Such observations were deleted. The same was done with cars for which it was impossible to detect whether it had running tail lamps or not.

A chi squared test and t-test was used to test the hypothesis.

Survey

A survey was conducted for two reasons. Firstly, to see if the results from the inductive loop test coincided with the drivers opinion on how they behave behind a car without running tail lamps. Secondly, questions were asked on drivers knowledge about their own tail lamps system. The first question should reveal if drivers' were aware that large number of cars were driving without running tail lamps during daylight. Next, they were asked how they behave behind such cars. The question was asked in an open way, allowing for all kinds of answers. However, alternatives were given if they asked for it or used long time. The same question was used to see if the drivers thought other drivers behaved differently from them. The answers were evaluated and sorted into three groups, according to how car following behavior would be affected. Group one indicated longer distance between cars, group two indicated shorter distance and the last group indicated unchanged distance.

The aim for the last part of the survey was to look at peoples knowledge about their cars' tail lamps system, and to see if people oversteer the automatic sensor.

The survey was done in clouded but bright weather when it was easy to see if the tail lamps were running or not. By observing from the entrance of a parking area, conditions of tail lamps could be registered before the owner of the car was asked to participate in the survey.

Results

Observations

Table 1 shows the number of observations at each speed limit. These are filtered observations meeting the requirements for car following behavior. The collected data on the 50 km/h section was obtained over several days, from 10:00 to 14:30, in January 2016. The 60 km/h and 70 km/h section data was collected during one day at each section from around 11:40 to 15:00, in early February. The percentage of cars observed without running tail lamps vary from 18,2 to 21%.

Table 1: Cars with and without running tail lamps

Section	Total cars	Behind car with running tail lamps	Behind car without running tail lamps	Percentage without running tail lamps	Weather
50 Km/h	809	662	147	18,2%	Clear and clouded
60 Km/h	1366	1079	287	21,0%	Clear
70 Km/h	1583	1287	296	18,7%	Clouded

Table 2: Results of the t-test

Section	Behind car with running tail lamps		Behind car without running tail lamps		P-value
	Mean time gap	Standard deviation	Mean time gap	Standard deviation	
50 Km/h	2,451	1,021	2,430	1,039	0,826
60 Km/h	1,974	0,870	1,959	0,856	0,794
70 Km/h	1,906	1,028	2,036	1,102	0,052

To illustrate the distribution of time gaps between cars driving behind vehicles with and without running tail lamps, have the observation been grouped in intervals of 0,2 sec. These comparisons are shown in figure 3. No large differences are shown in the histograms, but figure 3f shows a higher parentage of cars with a headway larger then 3 sec, compared to figure 3e. This difference has bin tested in the t-test.

T-test

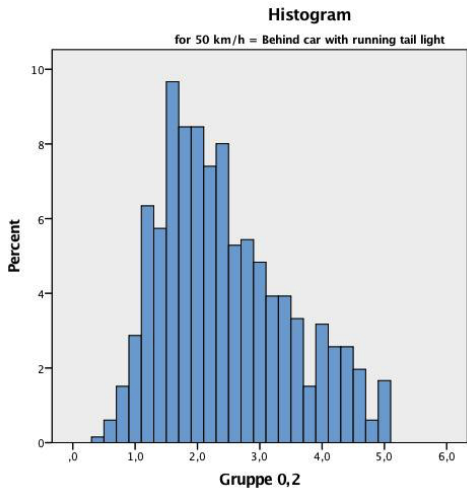
The hypothesis has bin tested with a t-test for each speed limit (Table 2). Comparison between time headways behind cars with and without running tail lamps revealed no significant differences at a 5% significant level. However the section with 70 km/h speed limit obtained a p-value of 0,052.

Chi-square test

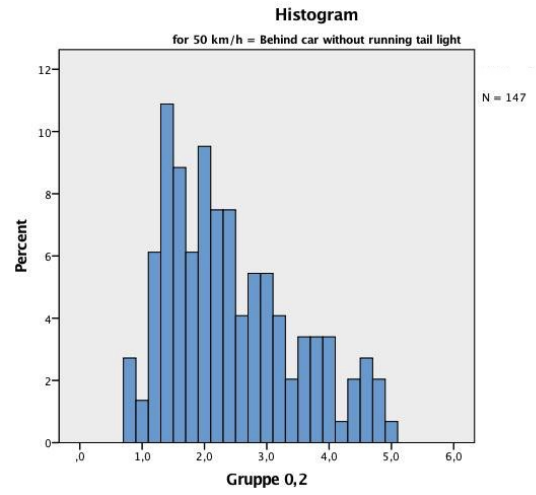
A chi-square test for each speed limit was preformed. The vehicle time headways were allocated into intervals of 0,5 in order to provide large enough groups to preform a chi-square test. Time headways larger than 3,5 were excluded to reduce the number of categories with counts less then 5.

Table 3 shows the results of the chi-square test. Comparison between time headway behind cars with and without running tail lamps revealed no significant differences at any of the observed speed limits.

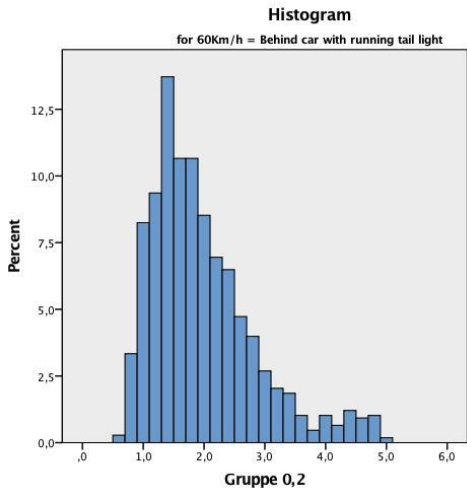
A chi-square test was also preformed to see if a larger share of cars drive with a time gap larger then 2 sec, when driving behind a car without running tail lamps. This has been done for the 70 km/h section, since it obtained a p-value of 0,052. The calculated p-value of the chi-square test was 0,186 (table 4).



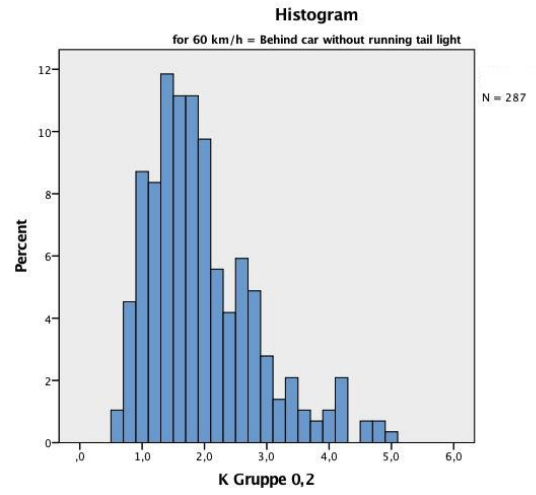
(a)



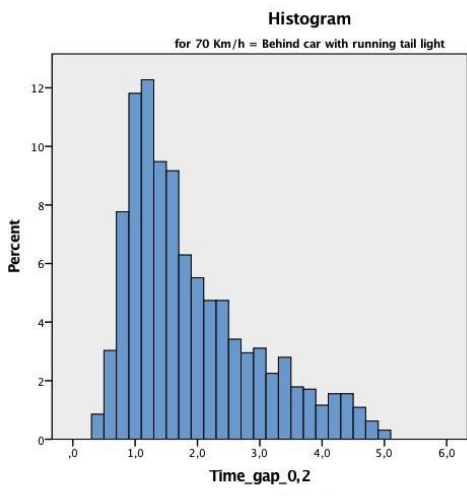
(b)



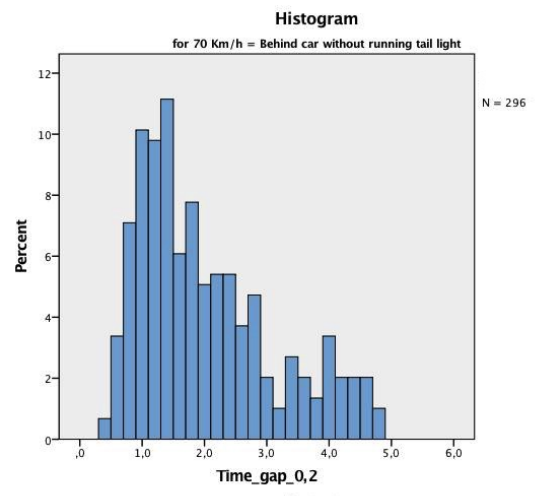
(c)



(d)



(e)



(f)

Figure 3: Histogram of observed time headways for the different speedlimits

Table 3: Results of a Chi-Square test

Tail lamps	50 km/h		60 km/h		70 km/h	
	On	Off ¹	On	Off ²	On	Off
0,25-0,74 sec	7 1,2 %	1 0,8 %	7 0,7 %	4 1,5 %	70 5,9 %	14 5,3 %
0,75-1,24 sec	59 10,3 %	13 10,3 %	196 19,2 %	54 19,9 %	353 29,7 %	70 26,6 %
1,25-1,74 sec	128 22,4 %	34 27,0 %	327 32,0 %	84 31,0 %	298 25,1 %	65 24,7 %
1,75-2,24 sec	136 23,8 %	28 22,2 %	226 22,1 %	62 22,9 %	179 15,1 %	43 16,3 %
2,25-2,74 sec	105 18,4 %	21 16,7 %	150 14,7 %	35 12,9 %	124 10,4 %	34 12,9 %
2,75-3,24 sec	80 14,0 %	19 15,1 %	77 7,5 %	22 8,1 %	95 8,0 %	20 7,6 %
3,25-3,74 sec	57 10,0 %	10 7,9 %	39 3,8 %	10 3,7 %	68 5,7 %	17 6,5 %
Total	572 100 %	126 100 %	1022 100 %	271 100%	1187 100 %	263 100 %
P-value	0,928		0,887		0,864	

Table 4: Chi-square test on 70 km/h section with time headways less than 2 sec

	Less then 2 sec	More then 2 sec
With running tail lamps	810 82,3 %	477 79,6 %
Without running tail lamps	174 17,7 %	122 20,4 %
P-value	0,186	

¹1 cell (7,1%) have expected count less then 5²1 cell (7,1%) have expected count less then 5

Survey

In addition to the inductive loop test, a survey was performed. In total 152 drivers (62,5 % men, 37,5 % women) out of 228 asked participated, reaching a response rate of 67%.

Driving behavior

These drivers were asked if they had noticed a large number of cars driving without running tail lamps. In total 67 %, 78 % of the men and 47 % of the women had noticed a large number of cars without tail lights. The drivers who had noticed that a large number of cars drove without running tail lamps were

asked how they behaved behind a car with out running tail lamps (Table 5).

- 34 % of the drivers indicated that they would keep longer distance. Answers indicating longer distance:
 - 21 drivers would keep longer distance
 - 8 drivers stated that they would have a more defensive driving style
 - 15 drivers indicated that a car in front of them was less predictable without running tail lamps. They felt a higher discomfort and more insecure.
- 11 % indicated shorter distance between a car without running tail lamps. Answers indicating shorter distance:
 - 3 drivers would keep shorter distance
 - 9 drivers stated that they would have a more aggressive driving style
- 57 % indicated no effect on their driving behavior.

These answers were obtained when drivers were asked about change in other drivers behavior behind a car without running tail lamps.

- 34% of the answers indicated longer distance. The answers indicating longer distance:
 - 20 drivers would keep longer distance
 - 7 drivers stated they would have a more defensive driving style
 - 8 drivers indicated that a car in front of them was less predictable, if it had was without running tail lamps. They felt a higher discomfort and more insecurity.
- Answers indicating shorter distance (19%):

- 4 drivers would keep shorter distance
- 15 drivers stated they would have a more aggressive driving style
- 48 % believed it had no effect on their driving behavior.

The stamens above are summarized in table 5.

Table 5: Changed driving behavior behind a car without running tail lamps (N = 101). All drivers that had noticed cars without running tail lamps in daytime.

Behavior	Longer distance	Shorter distance	Unchanged
Own	34%	11%	57%
Other	34%	19%	48%

Knowledge about own tail lamps

Of the 152 participants, 46 % drove a car which had an automatic sensor to switch off tail light in daylight. To see if people were aware of how their tail light worked, they were asked if they had an automatic sensor that turned off tail lamps in daylight. For those who had an automatic sensor only 48 % was aware of the sensor (54 % men, 41 % women), although 83 % had bought there car from dealers who are obliged to give instructions about how the tail lights work. Of the rest of the drivers with an automatic sensor, 33 % said they did not have an automatic sensor (38 % men, 26 % women), 19 % did not know (8 % men, 33 % women).

72 % of the drivers being aware that they had a car equipped with an automatic sensor said that they never overruled the automatic sensor, while 14 % overruled it in bad weather or sight. 14 % always overruled the automatic sensor to have the lights on all the time. This is a low number when 59 % of the drivers aware of their car equipped with an automatic sensor, believe that they or other drivers change behavior when fallowing a car without running tail lamps (35 % longer distance, 24 % closer).

Discussion

Despite that the literature says tail lamps facilitate distance calculation, the result from this study indicate no change or longer distance when following a car without running tail lamps. One of the reasons why the observations could give an opposite effect than expected, could be that data on the 70 km/h section were collected during clouded weather. This makes the contrast between cars with and without running tail lamps larger. Cars without running tail lamps would then stand out from the crowd and become easier to detect. Drivers are not used to cars driving without running tail lamps during daytime. This might make drivers skeptical, feeling something is wrong with the

car in front, like the survey also indicated. Several drivers commented during the survey that, without running tail lamps, how could they trust that the breaking lamp work? This might explain why the 70 km/h section indicated a different result from the two other sections, and why it has the opposite effect from the expected one.

The only section indicating longer distance was the 70 km/h section. Without testing a 80 km/h road section, it is hard to predict if increasing speed limit can cause larger time gaps when following a car without running tail lamps.

Elvik [2013] looked at how daytime running lights (DRL) could be both positive and negative regarding traffic safety at the same time. He found that cars using DRL were involved in fewer multi-party accidents in daylight compared to cars not using DRL. However, studies evaluating the effect of mandatory use of DRL have not always found an accident reduction. He claimed that, the few cars that were using DRL would be standing out from the crowd. As long as DRL usage is below 90 % drives are forced to make an extra effort detecting cars without DRL. When DRL usage is above 90 % these cars are forgotten and is harder to see, thus increasing the risk of a collision. In the same way, following a car without running tail lamps might scare drivers to keep longer distance today, and indicate a safety effect. Whether this will maintain in the future when more cars are driving without running tail lamps is uncertain and further long term testing is needed.

Tests have indicated that changing tail lamps' color to yellow might decrease reaction time before breaking [McIntyre, 2008, McIntyre et al., 2012, McIntyre and Gugerty, 2014]. If turning off tail lamps has the same affect on reaction time in situations when the breaking lights are activated, then switching off tail lamps might be positive regarding traffic safety during daytime. Even if drivers keep shorter distance when following a car without running tail lamps in the future, might that not influence the traffic safety because of the reduced reaction time. But further testing is needed before concluding.

Driving in snow and fog could sometimes make driving a challenge in Norway. In these conditions, researchers have discussed whether an increase in tail lamps brightness could help drivers detecting the vehicle in front (ECE regulation nr 7). Driving in snow and fog could in some cases happen during bright light conditions. If the automatic sensors sensitivity is good enough to detect these adverse conditions and turn on tail lamps have not been tested. But the survey clearly shows that most car drivers with an automatic sensor will trust the sensor and not turn on their tail lamps manually. Only 48 % of the drivers who had an automatic sensor are aware of the sensor, and 72 % of those aware of the sensor said they always follow the automatic sensor.

One weakness of this study is that many factors that might influence the results are not counted for. Weather, brightness, number of lanes, speed and traffic conditions are all factors that could influence the results. Further testing with more observations in different weather, brightness and locations is needed to be able to conclude.

Conclusion

The hypothesis was: "Drivers keep shorter time headways when tail lamps are switched off". The t-tests and chi-square tests show no significant differences. However, the analysis shows a change in 0,13 sec in mean time gap, indicating that drivers keep longer distance when driving behind a car without running tail lamps at 70 km/h speed limit (Table 2, p-value = 0,052). Also 34 % of the drivers participating in the survey claimed they would keep longer distance behind a car without running tail lamps. Whether time headways will be reduced or increased in the long run is hard to tell at this point. So far it seems like drivers are not capable of detecting tail lamps condition during clear weather. The contrast between cars with running tail lamps and without get larger during clouded weather. Many drivers are not aware of the new EU regulation. This might make drivers skeptical to cars without running tail lamps, and therefore keep longer distance. If this is the case is not clear, and further testing and research needs to be done before concluding.

Litteratur

- Mark Brackstone, Ben Waterson, and Mike McDonald. Determinants of following headway in congested traffic. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 12(2):131–142, March 2009. ISSN 1369-8478. doi: 10.1016/j.trf.2008.09.003. URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1369847808000867>.
- Thomas A. Dingus, S. G. Klauer, V. L. Neale, A. Petersen, S. E. Lee, J. D. Sudweeks, M. A. Perez, J. Hankey, D. J. Ramsey, S. Gupta, and others. The 100-car naturalistic driving study, Phase II-results of the 100-car field experiment. Technical report, 2006. URL <http://trid.trb.org/view.aspx?id=783477>.
- Rune Elvik. Can a road safety measure be both effective and ineffective at the same time? A game-theoretic model of the effects of daytime running lights. *Accident Analysis & Prevention*, 59:394–398, 2013. URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001457513002674>.
- Errol R. Hoffmann and Rudolf G. Mortimer. Scaling of relative velocity between vehicles. *Accident Analysis and Prevention*, 28(4):415–421, 1996. ISSN 0001-4575. doi: 10.1016/0001-4575(96)00005-X.
- Wiel H. Janssen, John A. Michon, and Lewis O. Harvey. The perception of lead vehicle movement in darkness. *Accident Analysis & Prevention*, 8(3):151–166, 1976. URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0001457576900178>.
- Ruediger Lamm, Basil Psarianos, and Theodor Mailaender. *Highway Design and Traffic Safety Engineering Handbook*. McGraw-Hill, January 1999. ISBN 978-0-07-038295-4.

- C. Lee, Jb Lee, and H. Kim. Effect of Visible Light Transmission from Vehicle Windows on Traffic Flow of Car-Following. *Transportation Research Record*, (2188):156–164, 2010. ISSN 0361-1981. doi: 10.3141/2188-17.
- David N. Lee and others. A theory of visual control of braking based on information about time-to-collision. *Perception*, 5(4):437–459, 1976. URL <http://www.perceptionweb.com/perception/fulltext/p05/p050437.pdf>.
- Suzanne E. Lee, Walter W. Wierwille, and Sheila G. Klauer. Enhanced Rear Lighting and Signaling Systems: Literature Review and Analyses of Alternative System Concepts. Technical report, 2002. URL <http://trid.trb.org/view.aspx?id=679001>.
- Scott McIntyre, Leo Gugerty, and Andrew Duchowski. Brake lamp detection in complex and dynamic environments: Recognizing limitations of visual attention and perception. *Accident Analysis & Prevention*, 45:588–599, 2012. URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001457511002880>.
- Scott E. McIntyre. Capturing attention to brake lamps. *Accident Analysis & Prevention*, 40(2):691–696, 2008. URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001457507001571>.
- Scott E. McIntyre and Leo Gugerty. Applying visual attention theory to transportation safety research and design: Evaluation of alternative automobile rear lighting systems. *Accident Analysis & Prevention*, 67:40–48, 2014. URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001457514000463>.
- D. W. Moore. Historical development and current effectiveness of rear lighting systems. 1999. URL <http://deepblue.lib.umich.edu/handle/2027.42/49403>.
- Ronald Leslie Moore. *Rear lights of motor vehicles and pedal cycles*. Number 25. HM Stationery Office, 1952.
- Rudolf G. Mortimer. AUTOMOTIVE REAR LIGHTING AND SIGNALING RESEARCH: FINAL REPORT. 1970. URL <http://trid.trb.org/view.aspx?id=109217>.
- Rudolf G. Mortimer. Perceptual factors in rear-end crashes. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, volume 34, pages 591–594. SAGE Publications, 1990. URL <http://pro.sagepub.com/content/34/8/591.short>.
- Rudolf G. Mortimer. Vehicle-Driver Communications to Reduce Rear-End Collisions: What Makes Sense and Why? In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, volume 41, pages 849–853. SAGE Publications, 1997. URL <http://pro.sagepub.com/content/41/2/849.short>.
- J. F. Parker, R.R Gilbert, and R. F Dillon. *Effectiveness of Three Visual Cues in the Detection of Rate of Closure at Night*. 1964.
- Raymond E. Reilly, R. R. Gilbert, R. F. Dillon, and J. F. Parker. The translation

- of visual information into vehicular control actions. Technical report, 1965. URL <http://trid.trb.org/view.aspx?id=114257>.
- Richard M. Shiffrin and Walter Schneider. Controlled and automatic human information processing: II. Perceptual learning, automatic attending and a general theory. *Psychological Review*, 84(2):127–190, 1977. ISSN 1939-1471(Electronic);0033-295X(Print). doi: 10.1037/0033-295X.84.2.127.
- SSB. Tabell - Personer drept eller skadd i veitrafikkulykker, etter trafikantgruppe og ulykkesgruppe, 2013. URL <http://www.ssb.no/179419/personer-drept-eller-skadd-i-veitrafikkulykker-etter-trafikantergruppe-og-ulykkesgruppe>.
- Katja Vogel. What characterizes a “free vehicle” in an urban area? *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 5(1):15–29, 2002. URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1369847802000037>.
- Walter W. Wierwille, Robert E. Llaneras, and M. L. Neurauder. Evaluation of Enhanced Brake Lights Using Surrogate Safety Metrics. Task 1 Report: Further Characterization and Development of Rear Brake Light Signals. 2009. URL <http://trid.trb.org/view.aspx?id=898305>.
- A. F. Williams and K. A. Lancaster. The prospects of daytime running lights for reducing vehicle crashes in the United States. *Public health reports (Washington, D.C. : 1974)*, 110(3):233–9, 1995. ISSN 0033-3549.

Vedlegg

Vedlegg 1: Oppgavetekst

Vedlegg 2: Skala for lysets oppmerksomhet

Vedlegg 3: Skala for lysets ubehag

**Vedlegg 1:
Oppgavetekst**

MASTEROPPGAVE
(TBA4945 TRANSPORT, masteroppgave)

VÅREN 2016
for
Lars Kristian Lowzow

**Tail lamps as a countermeasure for rear end collisions: Distance kept
with and without running tail lamps**

BAKGRUNN

I 2008 bestemte FN sammen med de store bilselskaper at kjørelensene bak på bilen ikke trenger å lyse når det er godt dagslys (RegulationNo 48, FN). Å slå av baklysene om dagen ble gjort for å redusere drivstofforbruket, men effekten dette kan ha for trafikksikkerheten ble ikke undersøkt.

OPPGAVE

Denne oppgaven vil fokusere på en mulig konsekvens avskrudde baklys på dagtid kan ha for trafikksikkerheten.

Kandidaten skal i denne oppgaven:

- Gjennomføre et litteraturstudium for å 1) dokumentere eksisterende kunnskap om baklysenes effekt på trafikksikkerheten og hvilken påvirkning baklysene har på sjåføren bak, og 2) ut ifra litteratursøket skal en hypotese lages som senere skal testes.
- Planlegge og gjennomføre feltforsøk for å svare på hypotesen.
- Planlegge og gjennomføre en spørreundersøkelse blant bilførere for å kartlegge deres kunnskap om endringen, samt deres eventuelle atferdsendringer.
- Analysere og tolke de innsamlede data, og diskutere resultatet i forhold til funn fra litteraturstudiet.

GENERELT

Opgaveteksten er ment som en ramme for kandidatens arbeid. Justeringer vil kunne skje underveis, når en ser hvordan arbeidet går. Eventuelle justeringer må skje i samråd med faglærer ved instituttet.

Ved bedømmelsen legges det vekt på grundighet i bearbeidingen og selvstendigheten i vurderinger og konklusjoner, samt at framstillingen er velredigert, klar, entydig og ryddig uten å være unødig voluminøs.

Besvarelsen skal inneholde

- standard rapportforside (automatisk fra DAIM, <http://daim.idi.ntnu.no/>)
- tittelside med ekstrakt og stikkord (mal finnes på siden <http://www.ntnu.no/bat/skjemabank>)
- sammendrag på norsk og engelsk (studenter som skriver sin masteroppgave på et ikke-skandinaviske språk og som ikke behersker et skandinavisk språk, trenger ikke å skrive sammendrag av masteroppgaven på norsk)
- hovedteksten
- oppgaveteksten (denne teksten signert av faglærer) legges ved som Vedlegg 1.

Besvarelsen kan evt. utformes som en vitenskapelig artikkel for internasjonal publisering. Besvarelsen inneholder da de samme punktene som beskrevet over, men der hovedteksten omfatter en vitenskapelig artikkel og en prosessrapport.

Instituttets råd og retningslinjer for rapportskrivning ved prosjektarbeid og masteroppgave befinner seg på <http://www.ntnu.no/bat/studier/oppgaver>.

Hva skal innleveres?

Rutiner knyttet til innlevering av masteroppgaven er nærmere beskrevet på <http://daim.idi.ntnu.no/>. Trykking av masteroppgaven bestilles via DAIM direkte til Skipnes Trykkeri som leverer den trykte oppgaven til instituttkontoret 2-4 dager senere. Instituttet betaler for 3 eksemplarer, hvorav instituttet beholder 2 eksemplarer. Ekstra eksemplarer må bekostes av kandidaten/ ekstern samarbeidspartner.

Masteroppgaven regnes ikke som ferdig levert før kandidaten har levert innleveringsskjemaet (fra DAIM) hvor både Ark-Bibl i SBI og Fellestjenester (Byggsikring) i Sentralbygg II har signert på skjemaet. Innleveringsskjema med de aktuelle signaturene underskrives av instituttkontoret før skjemaet leveres Fakultetskontoret.

Dokumentasjon som med instituttets støtte er samlet inn under arbeidet med oppgaven skal leveres inn sammen med besvarelsen.

Besvarelsen er etter gjeldende reglement NTNUs eiendom. Eventuell benyttelse av materialet kan bare skje etter godkjenning fra NTNU (og ekstern samarbeidspartner der dette er aktuelt). Instituttet har rett til å bruke resultatene av arbeidet til undervisnings- og forskningsformål som om det var utført av en ansatt. Ved bruk ut over dette, som utgivelse og annen økonomisk utnyttelse, må det inngås særskilt avtale mellom NTNU og kandidaten.

(Evt) Avtaler om ekstern veiledning, gjennomføring utenfor NTNU, økonomisk støtte m.v.

Beskrives her når dette er aktuelt. Se <http://www.ntnu.no/bat/skjemabank> for avtaleskjema.

Helse, miljø og sikkerhet (HMS):

NTNU legger stor vekt på sikkerheten til den enkelte arbeidstaker og student. Den enkeltes sikkerhet skal komme i første rekke og ingen skal ta unødige sjanser for å få gjennomført arbeidet. Studenten skal derfor ved uttak av masteroppgaven få utdelt brosjyren "Helse, miljø og sikkerhet ved feltarbeid m.m. ved NTNU".

Dersom studenten i arbeidet med masteroppgaven skal delta i feltarbeid, tokt, befarings, feltkurs eller ekskursjoner, skal studenten sette seg inn i "Retningslinje ved feltarbeid m.m.". Dersom studenten i arbeidet med oppgaven skal delta i laboratorie- eller verkstedarbeid skal studenten sette seg inn i og følge reglene i "Laboratorie- og verkstedhåndbok". Disse dokumentene finnes på fakultetets HMS-sider på nettet, se <http://www.ntnu.no/ivt/adm/hms/>. Alle studenter som skal gjennomføre laboratoriearbeid i forbindelse med prosjekt- og masteroppgave skal gjennomføre et web-basert TRAINOR HMS-kurs. Påmelding på kurset skjer til sonja.hammer@ntnu.no

Studenter har ikke full forsikringsdekning gjennom sitt forhold til NTNU. Dersom en student ønsker samme forsikringsdekning som tilsatte ved universitetet, anbefales det at han/hun tegner reiseforsikring og personskadeforsikring. Mer om forsikringsordninger for studenter finnes under samme lenke som ovenfor.

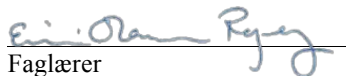
Oppstart og innleveringsfrist:

Oppstart og innleveringsfrist er i henhold til informasjon i DAIM.

Faglærer ved instituttet: Eirin Olaussen Ryeng

Institutt for bygg, anlegg og transport, NTNU
Dato: 12.01.2016, (evt revidert: 06.06.2016)

Underskrift



Faglærer

Vedlegg 2:
Skala for lysets oppmerksomhet

General Description

Precise Description

Viewer's Reaction

DISCOMFORT GLARE LEVEL

Acceptable

1. Not noticeable

{ There is no glare with this system, and I could look at it for any length of time with no discomfort.

2. Just noticeable

{ There is a small amount of glare with this system, but I could look at it for a long time without discomfort.

3. Satisfactory

{ The level of glare is tolerable for this system. I could look at it for a few minutes without discomfort.

Borderline

4. Not quite satisfactory

{ The level of glare is a little bothersome. I might want to look away after a minute or two.

5. Just acceptable

{ The level of glare is at the border of acceptability. I might want to look away in less than a minute.

6. Bordering on disturbing

{ The level of glare is somewhat disturbing. I might want to look away in less than 30 seconds.

Undesirable

7. Disturbing

{ The level of glare is definitely disturbing. I would want to look away in less than 15 seconds.

8. Nearly unbearable

{ The level of glare is nearly unbearable. I would want to look away within five seconds.

9. Unbearable

{ The level of glare is definitely unbearable. I would want to look away in a second or two.

Vedlegg 3:
Skala for lysets ubehag

General Description

Precise Description

Viewer's Reaction

DISCOMFORT GLARE LEVEL

Acceptable

1. Not noticeable

{ There is no glare with this system, and I could look at it for any length of time with no discomfort.

2. Just noticeable

{ There is a small amount of glare with this system, but I could look at it for a long time without discomfort.

3. Satisfactory

{ The level of glare is tolerable for this system. I could look at it for a few minutes without discomfort.

Borderline

4. Not quite satisfactory

{ The level of glare is a little bothersome. I might want to look away after a minute or two.

5. Just acceptable

{ The level of glare is at the border of acceptability. I might want to look away in less than a minute.

6. Bordering on disturbing

{ The level of glare is somewhat disturbing. I might want to look away in less than 30 seconds.

Undesirable

7. Disturbing

{ The level of glare is definitely disturbing. I would want to look away in less than 15 seconds.

8. Nearly unbearable

{ The level of glare is nearly unbearable. I would want to look away within five seconds.

9. Unbearable

{ The level of glare is definitely unbearable. I would want to look away in a second or two.