

KAN SMART
VEIBELYSNING
PÅVIRKE
TRAFIKKSIKKERHETEN?

22.05.2023

Sigrid Malene Sætre og Kristian Vinjarvold

Arkitektonisk lysdesign
Institutt for optometri, radiografi og lysdesign
Universitetet i Sørøst-Norge

Veiledere:

Terje Christensen, USN
Arne Jørgensen, Statens vegvesen

Sammendrag

Denne bachelor oppgaven omhandler hvordan smart veibelysning kan påvirke trafikksikkerheten ved bruk av adaptiv veibelysning. Ved å se på etablert teori både nasjonalt og internasjonalt vil vi forsøke å avdekke risiko elementer, norske lysforhold, lysets rolle i veisikkerheten og definere hva smart lysstyring er. Det er også samlet empiri fra Automatisk Trafikkontroll-punkter (ATK) langs Fv301 Stavernsveien, som er innhentet fra politiet. De er analysert en periode før og etter et den adaptive veibelysningen ble iverksatt for å studere om eventuelle endringer i antall forenklede forelegg pr. 100 000 kontrollerte på disse ATK punktene. Resultatet viser en nedgang i antall forelegg etter at anlegget ble iverksatt sammenlignet med før-situasjonen. Det er derimot en del faktorer som kan påvirke resultatet slik som ny teknologi i kjøretøyene, covid-19, værforhold og på en nasjonal basis har antall forelegg fra ATK generelt gått ned. Vår studie viser at det kan være en trend som tyder på at smart veibelysning kan bidra til å bedre veisikkerheten.

Emneord: Trafikksikkerhet, gatelys, adaptiv veibelysning, lysstyring

Antall ord hele oppgaven: 11 600

Antall ord ekskludert figur-, tabell-, referansetekst mm: 8 265

Erklæring om forfattermedvirkning

En forfatter ansees vanligvis å være en som har gitt et vesentlig intellektuelt bidrag. For å kvalifisere som forfatter skal man: 1) ha bidratt vesentlig til initiering og design av prosjektet (metode), og datainnsamling, og analyse og tolkning av innsamlet data; 2) ha vært involvert i utformingen av prosjektrapporten, og kritisk revidert det intellektuelle innholdet i rapporten; 3) ha gitt samtykke til at den endelige rapporten kan leveres.

Hver student skal ha bidratt nok til å kunne være ansvarlig for de enkelte delene i rapporten. Framskaffelse av økonomisk støtte, datainnsamling eller prosjektstyring alene gir ikke rettighet til å være forfatter av prosjektrapporten.

Vi godkjenner at alle medlemmene i gruppen har bidratt i arbeidet med bachelorprosjektet i tilstrekkelig grad til at alle i gruppen kvalifiserer til å være ansvarlige medforfattere på bacheloroppgaven.

Dato: 19.05.2023

Sted: Sandefjord (K.V) Kongsberg (S.M.S)



KRISTIAN R. A. Vinjarvold
GRUPPEMEDLEM 1



Sigrud Malene Sætre
GRUPPEMEDLEM 2

Forord

Denne oppgaven ble skrevet våren 2023 av Kristian Vinjarvold og Sigrid Malene Sætre som en avslutning etter 3 år som student ved Bachelor i Arkitektonisk Lysdesign ved Universitetet i Sørøst-Norge.

Vi ønsker å takke alle som har bidratt til at denne oppgaven ble til en realitet, med støtte fra både interne og eksterne aktører. Vi ønsker å takke vår interne veileder fra USN, Terje Christensen, for fantastisk veiledning, støtte og engasjement underveis. Vi ønsker også å takke Randi Mork for gode innspill og støtte.

Vi ønsker også takke vår eksterne veileder Arne Jørgensen ved Statens vegvesen for engasjement og veiledning. Vestfold og Telemark Fylkeskommune for hjelp til å innhente informasjon samt å finne gode verktøy å benytte seg av. Vi ønsker også å takke politiet for å levere data fra Stavernsveien vi kunne benytte oss av. Comlight har også bistått oss med innhenting av informasjon.

Dette ble en svært utfordrende oppgave da teknologien ved smart lysstyring er relativt ny, noe som medfører at det finnes begrenset med etablert teori å lene seg på. Samtidig er det spennende tema og vi anser det som svært aktuelt. Vi håper denne oppgaven kan bidra til inspirasjon og videre forskning.

Innholdsfortegnelse

1	Innledning.....	6
2	Figuroversikt.....	8
3	Teori.....	10
3.1	Nullvisjonen.....	10
3.2	Fart og risiko for trafikkuhell.....	11
3.3	Lysforhold i Norge.....	12
3.4	Lysets rolle i veisikkerheten.....	12
3.4.1	Lysets utfordringer.....	13
3.5	Smart lysstyring.....	14
4	Metode.....	15
4.1	Innhenting av Data og kontaktpersoner.....	16
4.2	Stavernsveien.....	18
4.3	Automatisk trafikkontroller.....	19
4.3.1	Forenklet forelegg.....	20
4.4	Armatyr og styringssystem.....	20
4.5	Lysberegning DIALux evo 11.....	21
4.6	Data fra ATK-punkt.....	22
5	Resultater.....	23
5.1	Resultater fra ATK-punkt.....	23
5.1.1	Før og etter situasjon.....	25
5.2	Resultater av DIALux lysberegning.....	28
6	Diskusjon og analyse.....	30
6.1	Trafikksikkerhetsarbeid.....	30
6.1.1	Tid på døgnet.....	31
6.1.2	Alder.....	31
6.2	Covid-19.....	32
6.3	Gjennomsnittshastighet.....	33
6.4	Vær og dagslysforhold.....	34
6.4.1	Klimaendringer.....	35
6.5	Kjøretøy og teknologiske fremskritt.....	36
6.6	Lysets kvaliteter.....	37
6.7	Svakheter ved studien.....	38
6.7.1	Stavernsfestivalen.....	38
6.7.2	ATK-punkt.....	39
6.7.3	Begrensninger i studien.....	39
7	Konklusjon.....	40

8 Referanser41
9 Vedlegg.....45

1 Innledning

Lys på veier og gater spiller en viktig rolle for mennesket på mange måter, da det gjør det mulig for oss å se og orientere oss effektivt. Imidlertid har lys også noen negative sider som må vurderes. Disse inkluderer lysforurensning, energikonsum og påvirkning på dyrelivet.

Lysforurensning oppstår når unødvendig eller dårlig rettet belysning forstyrrer nattemørket og forårsaker en reduksjon i synligheten av stjernehimmelen. Dette kan ha estetiske konsekvenser, da den naturlige stjerneklare himmel går tapt, men kan tillegg ha negative helseeffekter på både mennesker og dyr. For eksempel kan lysforurensning forstyrre søvnmønstre hos mennesker og forstyrre reproduksjonsvanene til noen dyrearter.

Et annet aspekt å vurdere er energikonsumet knyttet til belysningssystemer. Tradisjonelle lyskilder, som glødelamper og visse typer lysrør, har en tendens til å være energikrevende og ineffektive. Dette fører til unødvendig høyt energiforbruk og økte utslipp av klimagasser. I dagens miljøbevisste samfunn er det viktig å finne mer energieffektive alternativer som LED-lys, som kan redusere energikonsumet og dermed begrense miljøpåvirkningen.

Videre kan belysning ha en betydelig innvirkning på dyrelivet. Mange dyr er avhengige av nattemørket for å regulere naturlige atferdsmønstre, som spising, formering og navigering. Overdreven kunstig belysning kan forstyrre disse prosessene og forvirre eller forstyrre dyrene. Noen arter kan tiltrekkes av gatelys og dermed øke risikoen for kollisjoner med kjøretøy. Det er derfor viktig å finne balansen mellom tilstrekkelig belysning for menneskelig sikkerhet og beskyttelse av dyrelivet.

Selv om det er utfordringer knyttet til belysning, er vi likevel avhengige av tilstrekkelig belysning på gater og veier for å kunne bevege oss trygt. God belysning spiller en kritisk rolle i å hjelpe sjåførere med å oppdage hindringer, se veimerking og andre trafikkskilt, samt gjøre det lettere for fotgjengere og syklister å bli sett. Derfor må vi finne måter å oppnå effektiv og sikker belysning uten å forårsake unødig lysforurensning eller skade på miljøet og dyrelivet.

For å møte disse utfordringene kan moderne teknologi være til hjelp. Utviklingen av smarte belysningssystemer som kan tilpasses etter behov og lysstyrke kan bidra til å redusere energiforbruket. Dette kan oppnås ved bruk av bevegelsessensorer, tidsur og avansert styringsteknologi som kan tilpasse belysningen basert på trafikkmønstre og behov.

Forfatterne av denne oppgaven har observert og blitt fascinert av hvordan veibelysningen skrur seg på langs veien mens man kjører. På Stavernsveien i Larvik kommune ble systemet iverksatt i siste kvartal av 2018.

Etter å ha studert emnet Gate- og Veibelysning i Arkitektonisk Lysdesign ved Universitetet i Sørøst-Norge, og ble vi ytterligere inspirert til å undersøke dette systemet. Med trafiksikkerhet i bakhodet, var det er interessant retning å undersøke om trafikanter blir påvirket av dette systemet og om smart veibelysning kan øke trafiksikkerheten. Dette ble spørsmålet vi ønsket å utforske.

Ved å iverksette et system for smart veibelysning som reagerer på tilstedeværelse av kjøretøy, kan man oppnå flere fordeler. Først og fremst kan man oppnå strømsparing ved å bare ha belysning

der det er behov for det, i stedet for å ha veiene permanent opplyst. I tillegg kan smart veibelysning bidra til å redusere lysforurensing. Tradisjonelt har gater og veier blitt opplyst kontinuerlig, også når det ikke er nødvendig.

Et viktigste aspektet ved denne undersøkelsen er å se på hvordan trafikanter påvirkes av dette systemet. Det er viktig å vurdere om den variable belysningen kan ha innvirkning på førernes oppmerksomhet. Selv om det er mulige fordeler med smart veibelysning, er det også nødvendig å vurdere eventuelle ulemper eller uforutsette konsekvenser som kan oppstå.

Gjennom denne undersøkelsen ønsker vi å bidra til kunnskapen om smart veibelysning og dens innvirkning på trafiksikkerheten. Ved å evaluere hvordan trafikanter responderer på dette systemet, kan man bedre forstå dets potensiale og eventuelle begrensninger. Dette vil kunne danne grunnlaget for videre utvikling og implementering av smarte belysningssystemer på veier og gater for å sikre både trafiksikkerhet og bærekraft.

For å finne svar på spørsmålet om hvordan trafikantene blir påvirket av det nye veibelysningssystemet, er det nødvendig å gjennomføre en grundig analyse av trafikkdata. Vi hentet inn offentlig tilgjengelige data fra to automatiske trafikkkontrollpunkter (ATK) langs veien. Disse dataene ble levert kontinuerlig fra 2013 til 2022, selv om det var noen mangler i datasettet for 2022.

Disse tallene danner grunnlaget for datamaterialet som blir brukt i oppgaven. De ble brukt til å analysere om det hadde skjedd noen endringer hos trafikantene etter at det nye veibelysningssystemet ble iverksatt. Ved å sammenligne data før og etter implementeringen av systemet, kan vi identifisere eventuelle endringer i trafikantenes atferd.

Det er en mulighet for at endringer i belysningen kan påvirke trafikantenes oppførsel. Ved å analysere trafikkdataene, kan man se etter mønstre eller trender som kan indikere om trafiksikkerheten har blitt forbedret eller forverret som et resultat av det nye veibelysningssystemet.

Gjennom denne analyseprosessen vil vi kunne gi en mer solid og evidensbasert vurdering av effekten av systemet. Det vil også være nyttig for å identifisere andre områder der ytterligere tiltak eller justeringer kan være nødvendig for å optimalisere trafiksikkerheten på veiene.

2 Figuroversikt

Figur 1. Graf fra samferdselsdepartementet som viser nedgang i antall drepte og hardt skadde fra 2004 til 2021, ambisjon frem mot 2030 (Samferdselsdepartementet, 2023). S.10

Figur 2. Bilde av Stavernsveien hentet fra Google Maps. Larvik mot nord og Stavern mot sør på bildet. S.18

Figur 3. Viser befolkningens alder i Larvik kommune. (Statistisk sentralbyrå, 2023a) 07459: Befolkning etter alder. Personer, Larvik. S.19

Figur 4. Viser plasseringen av de to ATK-punktene på Stavernsveien. S.20

Figur 5. Figur 4 Geometri for ATK, hentet fra Statens veg (Vegdirektoratet – ATK-senteret, 2012) S.20

Figur 6. Viser utviklingen av forenklet forelegg per 100 000 kontrollerte per år for begge retninger sammenlagt. S.24

Figur 7. Viser utviklingen av forenklet forelegg per 100 000 kontrollerte per år for retningen Jordet. S.24

Figur 8. Viser utviklingen i forenklet forelegg per 100 000 kontrollerte per år for retningen Tenvik S.25

Figur 9. Viser forenklet forelegg i en før og etter situasjon av installeringen av lysstyringssystemet for begge ATK-punktene samlet, ved to intervaller. S.26

Figur 10. Viser forenklet forelegg i en før og etter situasjon av installeringen av lysstyringssystemet for ATK-punktet Jordet, ved to intervaller. S.26

Figur 11. Viser forenklet forelegg i en før og etter situasjon av installeringen av lysstyringssystemet for ATK-punktet Tenvik, ved to intervaller. S.27

Figur 12. Bilde fra DIALux dokumentasjon som viser kjørebane mellom 2 lysmaster. S.29

Figur 13. Bilde fra DIALux dokumentasjon som viser armaturens egenskaper.

Figur 14. viser fartsovertredelser fordelt på ukedag og tid på døgnet i Norge i 2020, avdekt ved ATK og DFF. S.31

Figur 15. Antall fartsovertredelser i Norge fordelt på forenklet forelegg og anmeldelser, avdekt av ATK og DFF i 2020. Hentet fra tilstandsanalysen av politiet. S.32

Figur 16. Graf laget i Excel som viser hastighetsfordeling i november 2018. S.34

Figur 17. Graf laget i Excel som viser hastighetsfordeling i november 2019. S.34

Figur 18. Tall hentet fra SSB som viser bilparkens gjennomsnittsalder. S.36

Tabelloversikt

Tabell 1. Viser befolkningens 10 mest representative alder i Larvik kommune oppgitt i antall personer, med høyest antall øverst. (Statistisk sentralbyrå, 2023b) 07459: Befolkning, etter alder, statistikkvariabel, år og region. S.19

Tabell 2. Viser data fra ATK-punkt Jordet retning Stavern per år. S.23

Tabell 3. Viser data fra ATK-punkt Tenvik retning Larvik per år. S.23

Tabell 4. Viser forholdet mellom forelegg og kontrollerte pr år sammenlagt de to ATK-punktene. S.24

Tabell 5. Viser forholdet mellom forelegg og kontrollerte per år fra ATK-punkt «Jordet» S.24

Tabell 6. Viser forholdet mellom forelegg og kontrollerte per år fra ATK-punkt «Tenvik» S.25

Tabell 7. Dokumentasjon fra DIALux evo som viser beregnet fotometriske verdier. S.28

Tabell 8. Belysningsklasser i M-serien for veger og gater med fartsgrense 40 km/t eller høyere. Tabellen er hentet fra Håndbok V124 av Statens Vegvesen. (Statensvegvesen, 2021)

Tabell 9. Data fra ATK-punkt i Norge som viser anmeldelser, forenklet forelegg og førerkortbeslag, samt hvor mange kontrollerte førere og driftstimer av anleggene. Tabell hentet fra (Larsen S., 2022) S.30

Tabell 10. Viser sammenhengen mellom forenklet forelegg og kontrollerte førere ved ATK-punkt i Norge. S.31

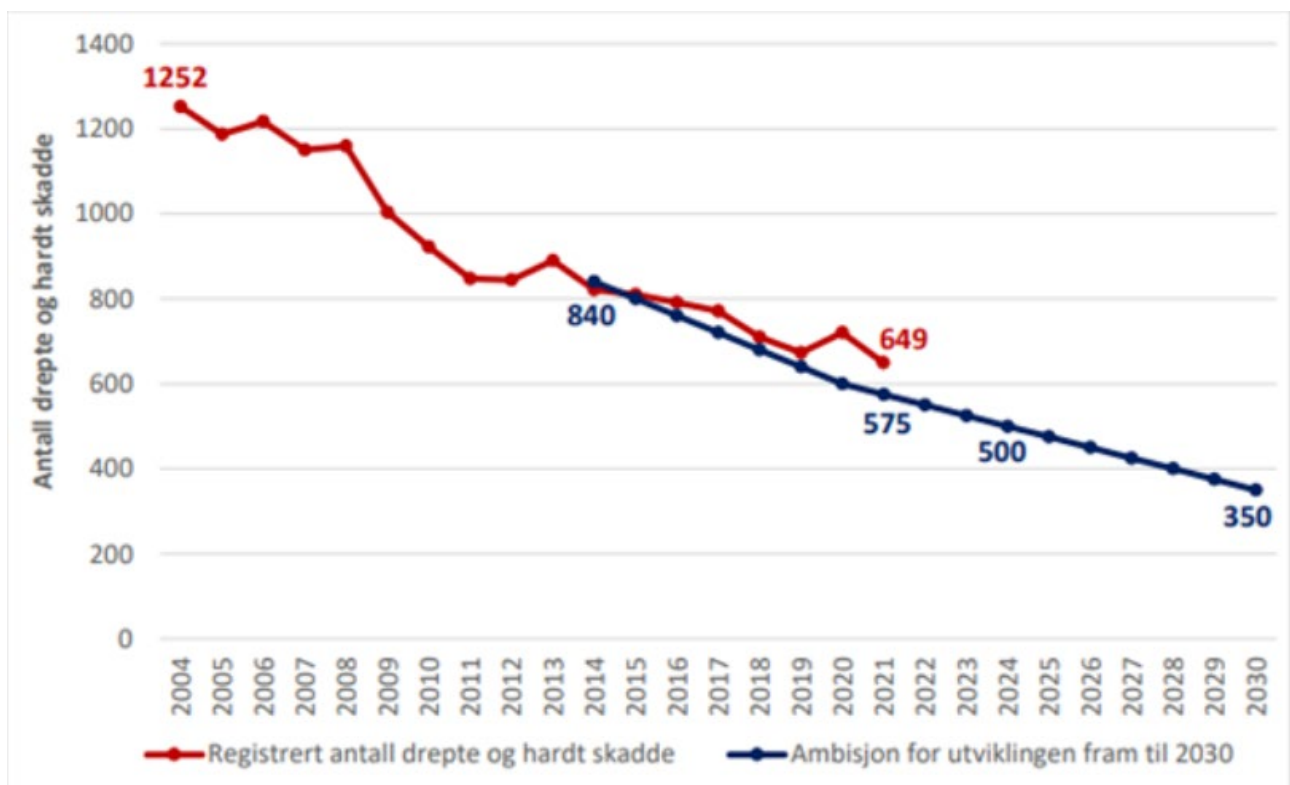
3 Teori

3.1 Nullvisjonen

I Norge er trafiksikkerhet en høyt prioritert sak, og regjeringen har vist betydelig engasjement for å forbedre sikkerheten på veiene. Allerede i 2001 etablerte regjeringen det som i dag er kjent som nullvisjonen, som har som mål å eliminere dødsulykker på norske veier innen 2050.

(Samferdselsdepartementet, 2023) Dette er en ambisiøs visjon som setter menneskeliv i sentrum av trafiksikkerhetsarbeidet.

Norge har oppnådd betydelig fremgang med tanke på nullvisjonen. Fra 2004 til 2021 har det vært en markant reduksjon i antall drepte og hardt skadde i trafikken. I 2004 ble det registrert 1252 drepte og hardt skadde, mens i 2021 var tallet redusert til 649. Dette representerer en nedgang på 51,8 prosent. (se figur 1) (Samferdselsdepartementet, 2023).



Figur 1. Graf fra samferdselsdepartementet som viser nedgang i antall drepte og hardt skadde fra 2004 til 2021, ambisjon frem mot 2030.

Denne positive utviklingen kan tilskrives flere faktorer. Regjeringen og samferdselsdepartementet har gjennomført en rekke tiltak for å øke bevisstheten om trafiksikkerhet og fremme ansvarlig atferd blant trafikanter. Det har også blitt gjort investeringer i infrastruktur, som bedre veier, gang- og sykkelveier, samt installering av moderne veibelysningsystemer som kan bidra til å forbedre sikkerheten (Lemov, 2015, s. 201–220).

I tillegg har teknologiske fremskritt og innovasjoner spilt en rolle. Utviklingen av avanserte sikkerhetssystemer i kjøretøy, som ATK varslings, automatisk nedbremsing og kollisjonsvarslings har bidratt til å redusere antall ulykker og alvorlige skader.

Selv om det er oppmuntrende å se reduksjonen i antall drepte og hardt skadde i trafikken, er det viktig å fortsette arbeidet for å oppnå nullvisjonen. Det krever vedvarende innsats og en helhetlig tilnærming som omfatter samarbeid mellom myndigheter, trafiksikkerhetsorganisasjoner, bilindustrien og en bevisstgjort befolkning. Med fortsatt fokus på trafiksikkerhet, investeringer i infrastruktur og teknologi, samt effektive tiltak for å endre trafikantenes atferd, er det mulig å fortsette å redusere antall trafikkulykker og skape tryggere veier for alle.

3.2 Fart og risiko for trafikkuhell

For å kunne oppnå nullvisjonen er det fremdeles en lang vei å gå. Selv om dagens tiltak har vist seg å være effektive, er det alltid rom for forbedringer. En av de viktigste faktorene vi må adressere for å nærme oss nullvisjonen er hastighet.

Å redusere hastigheten til bilister og hindre dem i å kjøre over fartsgrensen kan utgjøre en betydelig forskjell i bilulykker. Det er tydelig at det eksisterer en sammenheng mellom hastighet og antall alvorlige skader og dødsulykker på veiene våre. Jo høyere fart en trafikant har, desto lengre blir stopplengden. Stopplengden består av den strekningen bilen tilbakelegger i løpet av reaksjonstiden til sjåføren og bremselengden. (Eikeland & Ohrvik, 2021) Når en bil kjører i høy hastighet, tar det lengre tid før sjåføren reagerer på en potensiell fare og begynner å bremse. I løpet av denne tiden vil bilen også tilbakelegge en lengre strekning. Dette er en viktig faktor når det gjelder å kunne unngå en kollisjon eller påkjørsel. Jo lavere hastighet trafikanten holder, desto kortere blir reaksjonstiden og stopplengden, noe som øker sjansene for å avverge en ulykke.

Når en trafikant kjører med en hastighet som overstiger hva veien er dimensjonert for, er det en betydelig risiko for alvorlige konsekvenser, både for trafikanten selv og andre trafikanter. Mange velger kanskje å bryte trafikkreglene i håp om å komme raskere frem til sin destinasjon, men er denne risikoen virkelig verdt det?

En studie utført av Ellison & Greaves gir noen interessante innsikter i dette spørsmålet. Ifølge denne studien sparer en trafikant kun 26 sekunder per dag, eller 2 minutter per uke, ved å kjøre med høyere hastighet på en vei med en fartsgrense på 100 km/t. Men til gjengjeld koster det ett liv for hver 24 450 timer som blir spart, og én person blir skadd for hver 2458 time som blir spart. (Ellison & Greaves, 2015) Det er verdt å merke seg at studien ikke spesifiserer hvor mye over fartsgrensen førerne kjørte.

Selv om denne studien ble utført i Australia, er det rimelig å anta at lignende resultater kan være overførbare til Norge. Den grunnleggende sammenhengen mellom hastighet, risiko og konsekvenser gjelder generelt for trafikkulykker. Å kjøre med høy hastighet øker sjansene for alvorlige ulykker, da det reduserer reaksjonstiden og stopplengden til sjåføren. Dessuten øker kraften og energien som frigjøres i en kollisjon i henhold til hastigheten, noe som kan føre til mer alvorlige skader.

3.3 Lysforhold i Norge

I Norge opplever vi svært forskjellige sesonger som også varierer regionalt. Sommeren kjennetegnes av lange dager og korte netter, mens vinteren er preget av korte dager og lange netter. Det kan også diskuteres om vi virkelig opplever en ekte natt i løpet av sommerhalvåret. Ifølge Timeanddate.no opplever vi på det meste bare "nautisk tussmørke" i perioden fra 12. mai til 1. august i Oslo. Det er definert som tiden når solen er mer enn 6°, men mindre enn 12° under horisonten, og vi ikke oppnår fullstendig mørke denne perioden. (*Sunrise and Sunset Times in Oslo*, 2023.) I Tromsø er det definert som dagslys hele døgnet fra 18. mai til og med 25. juli (*Sunrise and Sunset Times in Tromsø*, 2023)

I vinterhalvåret, spesielt den 23. Desember, får vi det som blir definert som natt i Oslo kl. 17:58 til 06:33 den 24. desember. Dette gir en total periode på 12 timer og 35 minutter med fullstendig natt. Dette er den korteste dagen i året med en dagslengde på 5 timer og 54 minutter. I samme periode har vi "nautisk tussmørke" fra kl. 17:07 den 23. desember til kl. 07:24 den 24. desember (*Sunrise and Sunset Times in Oslo*, 2023). Selv om det ikke er astronomisk natt på denne tiden, vil mange betrakte det som natt da solen befinner seg 18 grader under horisonten, og himmelen er så svakt opplyst, men fortsatt mørkt nok til at man kan oppfatte det som natt. (US Department of Commerce, u.å.).

De betydelige variasjonene i lysforholdene gjennom året i Norge kan ha innvirkning på blant annet trafikkforholdene og trafikksikkerheten. I vinterhalvåret kan mørketiden skape utfordringer for førere på veiene, og det er viktig å ta hensyn til redusert synlighet og tilpasse kjøringen deretter.

3.4 Lysets rolle i veisikkerheten

Hovedformålet med vei- og gatebelysning er å sikre trafikksikkerheten. Belysningen er nødvendig for å redusere ulykker som oppstår på grunn av reduserte synsforhold når det er mørkt. Særlig fotgjengere og syklister er i fokus, da de er ekstra sårbare i trafikken og kan lide alvorlige personskader hvis uhellet er ute. Statistiske undersøkelser og erfaringer viser at belysning spiller en betydelig rolle i å redusere slike ulykker.

I tillegg til trafikksikkerhet har veibelysning også innvirkning på andre faktorer. Estetikk er en viktig faktor, da riktig belysning kan bidra til å skape et behagelig og tiltalende miljø langs veiene. Videre kan belysningen ha en effekt på kriminalitet, da godt opplyste områder ofte avskrekker potensielle kriminelle. En god gatebelysning kan også øke trygghetsfølelsen blant innbyggerne og bidra til økt trivsel i området. (Statens vegvesen, 2021)

Samtidig er det viktig å være oppmerksom på energieffektiviteten til vei- og gatebelysning. Det er en økende bevissthet om å begrense energiforbruket og redusere utslippene fra belysningssystemene. Det er derfor nødvendig å finne en balanse mellom tilstrekkelig belysning for trafikksikkerhet og optimalisering av energiforbruket. Bruken av energieffektive lyskilder, som LED-teknologi, har blitt stadig mer vanlig for å oppnå dette målet.

For å sikre riktig vei- og gatebelysning er det viktig med planlegging og utforming av belysningssystemene i henhold til de spesifikke behovene i området. Dette kan inkludere plassering av lysmaster, valg av riktig belysningsnivå og bruk av intelligente belysningssystemer som kan tilpasses etter behov. Kontinuerlig vedlikehold og oppfølging av belysningssystemene er også viktig for å sikre at de fungerer optimalt.

Lys spiller altså en avgjørende rolle for trafiksikkerheten, og det er en betydelig høyere risiko for ulykker i mørket sammenlignet med i dagslys. Ifølge Statens vegvesen er risikoen 1,5-2 ganger høyere i mørke (Statensvegvesen, 2021). Fotgjengere står overfor enda større risiko når de krysser dårlig eller ubelyste veier i mørket (Statensvegvesen, 2021). Lys bidrar til at førere kan forstå og navigere i omgivelsene. Lysmaster hjelper førere med å forstå veiens retninger og kurver før de selv kan se dem, og det hjelper førere med å danne seg et mentalt bilde av veien foran seg. Lys gjør det også mulig å se andre objekter på veien, som for eksempel trær, hjort eller personer, slik at føreren kan reagere i god tid. (Pothukuchi, 2021)

3.4.1 Lysets utfordringer

Imidlertid er ikke all belysning nødvendigvis god belysning, da lys kan ha egenskaper som nedsetter synet. Blending og jevnhet er spesielt viktige faktorer. Blending kan oppleves som ubehagelig og forstyrrende for føreren, og det kan lede til at føreren ikke opprettholder sin oppmerksomhet på veien. Synsnedsettende blending kan dominere synsfeltet og tvinge føreren til å avvike blikket fra lyskilden eller ikke se hva som skjuler seg bak lyset. (Statensvegvesen, 2021) Jevnhet spiller en viktig rolle for å opprettholde god kontrast og viske ut mørke områder på veibanen. Det er viktig med luminanskontraster mellom objekter og bakgrunn for å synliggjøre eventuelle hindringer på veien. Lyse farger oppfattes bedre i mørke omgivelser, mens mørke farger oppfattes bedre i lyse omgivelser. (Van Bommel, 2015, s. 17) For eksempel vil en sort jakke være lettere å observere på en snødekt vei enn en hvit jakke under de samme forholdene. Det er imidlertid viktig å unngå overdreven eller dårlig kvalitet på veibelysningen på grunn av lysforurensning, som kan være skadelig for dyr, planter og naboer. Det er også lite hensiktsmessig å ha høyere belysningsnivå enn nødvendig, da det øker driftskostnadene betydelig. Valg av riktig armatur med høy effektivitet (lm/W) og tilpasset lumenpakke og optikk er derfor viktig for å optimalisere belysningen.

Når det gjelder lysets fargetemperatur (kelvingrad), er det lite eller ingen klare funn som indikerer at fargen på lyset har noen innvirkning på veisikkerheten. Det er gjort en studie av Marchant, P. R., og Norman, P. D. (2022): "To determine if changing to white light street lamps improves road safety." Resultatene fra denne studien tyder på at omleggingsprogrammet for belysning som ble innført i Leeds ikke hadde noen innvirkning på veitrafikkulykker. Studien brukte en avansert tilnærming med statistiske modeller og sammenlignet veier med og uten nye hvite armaturer. Men uansett hvordan de analyserte dataene, fant de ingen betydelig forskjell i ulykkesraten mellom veier med de nye lampene og veier uten dem.

(Marchant & Norman, 2022). Andre faktorer som lysstyrke, kontrast og blending er derimot viktigere for å oppnå god visuell oppfatning og trafiksikker.

3.5 Smart lysstyring

Dagens styringssystemer i Norge for gate- og veilys er hovedsakelig basert på astronomisk ur og dimming når trafikken er lav. Dette er et effektivt og energibesparende tiltak som også reduserer lysforurensing og energiforbruk. Systemet gir mest lys når trafikken er på sitt høyeste og reduseres deretter når trafikken er på sitt laveste. Styringssystemet baserer seg på tilgjengelig data eller stipulert trafikk på nye veier. (Statensvegvesen, 2021).

En populær kommunikasjonsprotokoll for belyningsbransjen er «Digital Addressable Lighting Interface» (DALI). Dette systemet tillater enheter å kommunisere med hverandre via en kontroller. Kontrolleren sender et signal til lyskilden om å skru seg på, og armaturen sender deretter et signal tilbake til kontrolleren for å bekrefte at oppgaven er utført. Armaturen kan også sende signaler videre til de andre armaturene i samme system. Dette gir kontinuerlig kontroll over lysanlegget. Ved å benytte seg av en doppler-radar modul på armaturen eller på lysmasten kan man detektere kjøretøy og kommunisere dette til andre lysmaster. Dette gjør det mulig for en lysmast å be en annen øke lysmengden når det detekteres aktivitet. Når det ikke detekteres aktivitet etter en bestemt tid, vil lysmengden reduseres til opprinnelig verdi. Dette systemet kan også kobles opp mot internett for sanntidsoppfølging av trafikken.

Ved å redusere belysningen når veien ikke er i bruk, reduserer man også unødvendig lysforurensing som kan påvirke planter, dyr og omgivelser negativt. Lysforurensing er et økende problem i dag, og smarte lysstyringssystemer kan bidra til å redusere dette.

Det er også mulig å knytte andre systemer til smartbelysningen, som for eksempel sensorer som oppdager trafikkuhell eller gjenstander i veien. Ved å bruke RGBW lyskilder kan man endre lysets farge til for eksempel rødt og varsle andre trafikanter om uhell langs veien. Ved å benytte GSM-moduler kan smartbelysningen også sende rapporter om uhell direkte til nødetatene. (Rajat et al., 2021, s. 795–809)

4 Metode

I den teoretiske delen av denne oppgaven påvises det at gatebelysning representerer en betydelig faktor for økt trafiksikkerhet for kjøretøy, syklistene og gående. For å besvare oppgavens problemstilling, blir det utført en analyse av en enkelt strekning der det nylig ble installert et styringssystem for gatebelysning.

Dataene som presenteres i denne oppgaven er hentet fra politiets database og omfatter antall fartsovertredelser registrert på Stavernsveien i løpet av de siste årene. Dette har blitt anvendt til å undersøke fartsovertredelser som et grunnlag for å analysere kjøremønstre og deres utvikling over tid. Ved å konsentrere seg om fartsovertredelser, gir datasettet tilstrekkelig antall observasjoner for en grundig analyse av trafikkadferd og relaterte trender.

Slike kvantitative analyser kan inkludere beregning av gjennomsnittshastigheter, antall fartsovertredelser og lignende variabler som gir innsikt i trafikkmønstre.

Gjennom en systematisk analyse av dataene fra fotoboksene på Stavernsveien, kan man også undersøke hvordan kjøremønstrene har endret seg over tid. Ved å undersøke endringer i mønstrene, kan man for eksempel avdekke tendenser som indikerer økt risiko for ulykker eller andre trafikkfarer.

Ved å anvende en kvantitativ metode for å samle inn data, undersøker oppgaven trender over flere år før og etter implementeringen av styringssystemet.

Kvantitativ datainnsamling er spesielt egnet for håndtering av større mengder data, og unngår analysing av subjektive variabler som ville blitt avdekket i en kvalitativ undersøkelse.

Resultatene av denne analysen vil gi verdifull innsikt i hvordan gatebelysning kan påvirke trafiksikkerheten, og vil kunne gi grunnlag for ytterligere forbedringer i designet av gatebelysningssystemer. Dette vil også bidra til å fremme et mer helhetlig syn på trafiksikkerhet, som tar hensyn til alle trafikanter, og kan føre til en mer trygg og bærekraftig trafiksikkerhet i samfunnet.

4.1 Innhenting av Data og kontaktpersoner.

17.01.2023

Randi Mork (USN) henviser oss til Helga Iselin Wåseth (USN) for å oppnå kontakt med SVV. Helga setter oss i kontakt med en representant hos SVV og vi.

18.01.23

Det mottas e-post fra representanten hos SVV som svarer at denne oppgaven er av interesse for SVV.

Innhenting av data starter med å ta kontakt med operasjonssentralen.

24.01.2023

Telefon korrespondanse med 24800 Politiet Sør-øst.

En representant ved politiet forsøker å finne frem til riktig person å kontakte.

Det opprettes også kontakt med en kontakt person i Statens Vegvesen som henviser videre til Politiet.

Samme dag opprettes kontakt med Vestfold og Telemark Fylkeskommune (VTF), vi blir henvist videre til en annen person, vedkommende er ansvarlig for driften av Fv301 mellom Stavern og Larvik og ønsker gjerne å bistå med eventuelle spørsmål rundt anlegget.

Øvrig korrespondanse skjer via e-post.

27.01.2023

Det opprettes kontakt med en person som ved utrykningspolitiet (UP) via e-post, som sender tabell for de siste 10 årene for alle ATK punktene langs Fv301 Stavernsveien.

Etter å ha gått igjennom fartsgrensene på stedet og oppdaget at 2 av ATK punktene befant seg i 50 km/t sone og 2 andre i 70 km/t sone ble det besluttet at det var mest hensiktsmessig å kun benytte ATK punktene i 70 km/t sonen hhv. kalt 740418 og 740419.

Derfor ble det sendt ny e-post til ved UP den 21.03.2023. Live var fraværende fra jobb i denne perioden og det mottas da e-post fra Ass. UP-sjef den 22.03.2023 at han skal forsøke å få tak i dataene som etterspørres.

13.03.23

Det signeres kontrakt mellom SVV og forfattere av denne oppgaven om stipend.

21.03.23

Veiledningsmøte på Zoom. Til stede: Veileder USN: Terje Christensen, Veileder SVV: Arne Jørgensen, Forfattere: Kristian Vinjarvold og Sigrid Malene Sætre.

24.03.2023

Det mottas e-post fra transport og samfunn ved Statens Vegvesen med snitthastigheter fra ATK punktene, men de opplyser også at det ikke finnes noe data før 2018. Dette var i utgangspunktet ikke dataene som ble etterspurt, men de var verdifulle for oppgaven.

28.03.2023

Vi etterspør ansvarlig for Fv301 via e-post om noen detaljer om styringssystemet og hvem som har levert dette. Samme dag svarer vedkommende at det er Comlight a/s som har levert dette styringssystemet.

03.04.2023

Det mottas igjen e-post fra UP med etterspurte tall.

12.04.2023

Etterspør vi det noen flere detaljer av UP, men vi får dessverre ikke noe svar.

18.04.2023

Vi etterspør ansvarlig for Fv301 om dimensjonene fra Vegkart.no er korrekte og armaturen er korrekt og med henblikk på å utarbeide en DIALux modell. Vi spør også om det er foretatt noen større endringer på veien siden 2018. Vedkommende viser til at det meste i databasen skal være korrekt. Men at mål på veibredde er feil, han sier vi kan benytte 8m istedenfor 11m som kan måles på vegkart.no. Han kjenner heller ikke til noen større endringer langs Fv301 Stavernsveien. Samme dag kontaktes Multilux A/S for å etterspørre lysfiler til bruk i DIALux, som er brukt på Fv301 Stavernsveien. Disse mottas etter kort tid.

24.04.2023

Tar vi kontakt igjen for å få bekreftet veiklasse, ansvarlig for Fv301 opplyser at veiklassen er M2 med ÅDT 8000 i syd og ÅDT 12 000 i Nord.

25.04.2023

Etterspørres det detaljer angående tidligere lys anlegg og dens eventuelle dimmeprofil. Ansvarlig for Fv301 opplyser at det ikke eksisterte noe dimming på dette anlegget før 2018, men at det i denne perioden styres med astro-ur.

Igjennom denne perioden har Terje Christensen også bidratt på flere veiledningsdialoger og møter.

4.2 Stavernsveien

Stavernsveien er en del av FV301 som går fra Larvik til Holmejordet like utenfor Stavern. I 2018 ble det blitt installert et nytt lysstyringssystem på veien, som starter ved Jordfallet i en 70-km/t sone like utenfor Larvik, til Holmejordet. Veien er omtrent tre kilometer lang.

Vegbredden på veien varierer litt langs strekningen, men i gjennomsnitt er den omtrent åtte meter bred. Avstanden mellom lysmastene er omtrent 45 meter og høyden på mastene er 12 meter. Veien er relativt rett, men går i en svak s-formet sving. Området rundt er delvis dekket av skog, jorder og noe bebyggelse.

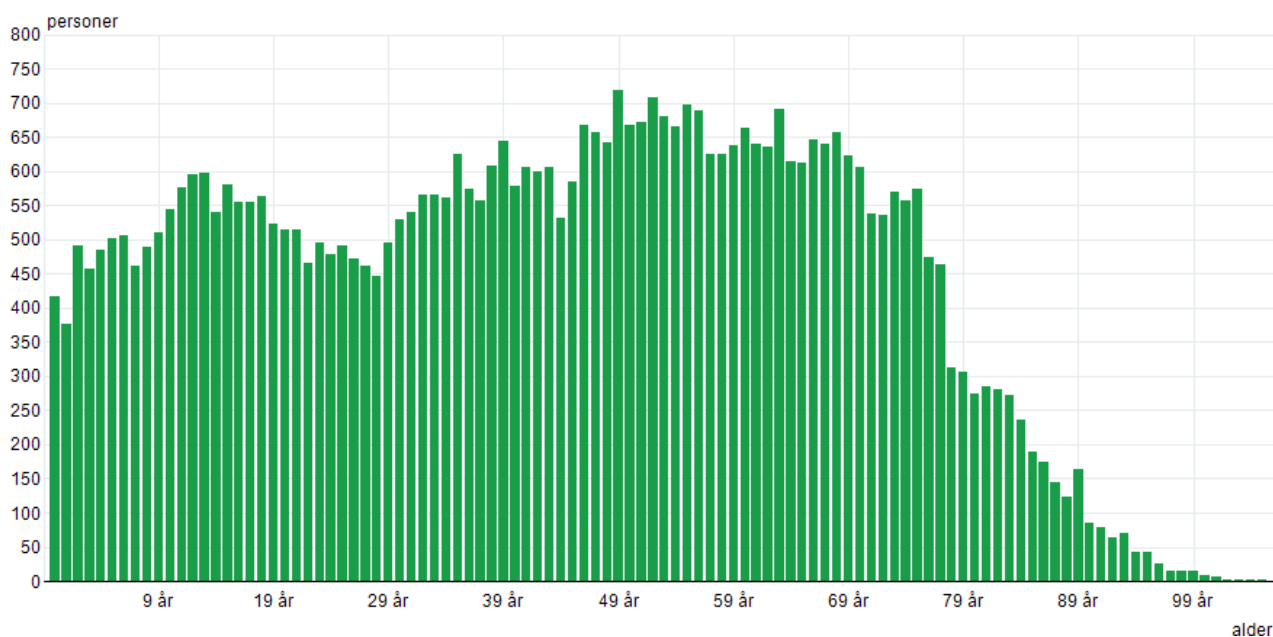
Larvik og Stavern er to byer som ligger innenfor Larvik kommune i fylket Vestfold og Telemark. Avstanden mellom de to byene er omtrent 7,2 kilometer, og det tar omtrent ti minutter å kjøre mellom dem. (Google Maps, u.å.)



Figur 2. Bilde av Stavernsveien hentet fra Google Maps. Larvik mot nord og Stavern mot sør på bildet.

Stavern har en befolkning på 5902 innbyggere i henhold til tall fra SSB.no fra 2022, mens Larvik har en befolkning på 26 851 innbyggere. Dette er data fra "Tettsteders befolkning og areal" utgitt av Statistisk sentralbyrå. Ifølge samme kilde har Larvik kommune en ganske jevn fordeling av alder i befolkningen. Det er en topp i antall personer fra 46 år med 668 personer til 56 år med 688 personer.

Ved å se på alder og type innbyggere i byene får man innsikt i hvem som kjører på veien og hvor trafikkert den er.



Figur 3. Viser befolkningens alder i Larvik kommune. (Statistisk sentralbyrå, 2023a) 07459: Befolkning etter alder. Personer, Larvik.

Tabell 1. Viser befolkningens 10 mest representative alder i Larvik kommune oppgitt i antall personer, med høyest antall øverst. (Statistisk sentralbyrå, 2023b) 07459: Befolkning, etter alder, statistikkvariabel, år og region.

Alder	Statistikkvariabel	Region	2022
49 år	Personer	K-3805 Larvik	719
52 år	Personer	K-3805 Larvik	709
55 år	Personer	K-3805 Larvik	698
63 år	Personer	K-3805 Larvik	690
56 år	Personer	K-3805 Larvik	688
53 år	Personer	K-3805 Larvik	680
51 år	Personer	K-3805 Larvik	672
46 år	Personer	K-3805 Larvik	668
50 år	Personer	K-3805 Larvik	668
54 år	Personer	K-3805 Larvik	665

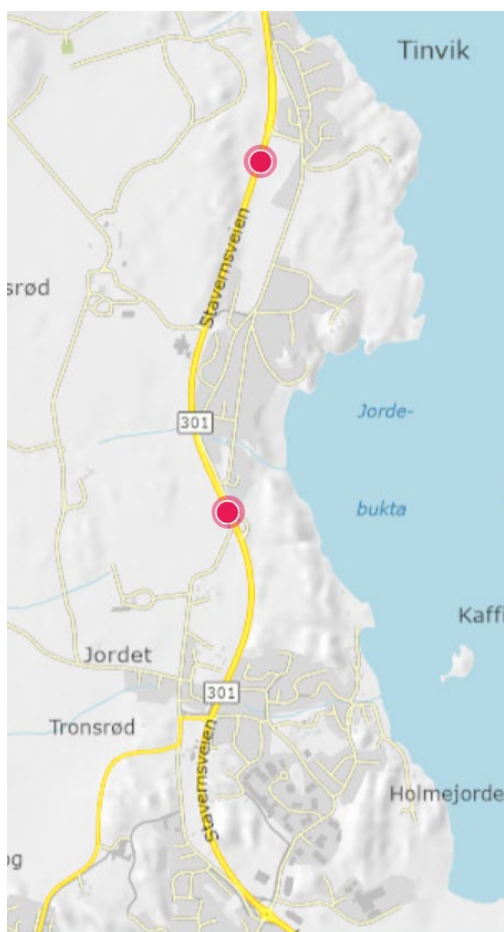
4.3 Automatisk trafikkontroller

På Stavernsveien er det installert to fotobokser, også kalt automatisk trafikkkontroll-punkter (ATK). Det er plassert en på hver side av veien og de måler derfor kjøretøyene i begge retninger av veien. Fotobokser fungerer ved hjelp av sensorer som er montert i veibanen og som registrerer hastigheten på kjøretøyene. Disse sensorene kan oppdage når et kjøretøy kjører over den angitte fartsgrensen og fotoboksen vil da utløses og tar et bilde av kjøretøyet.

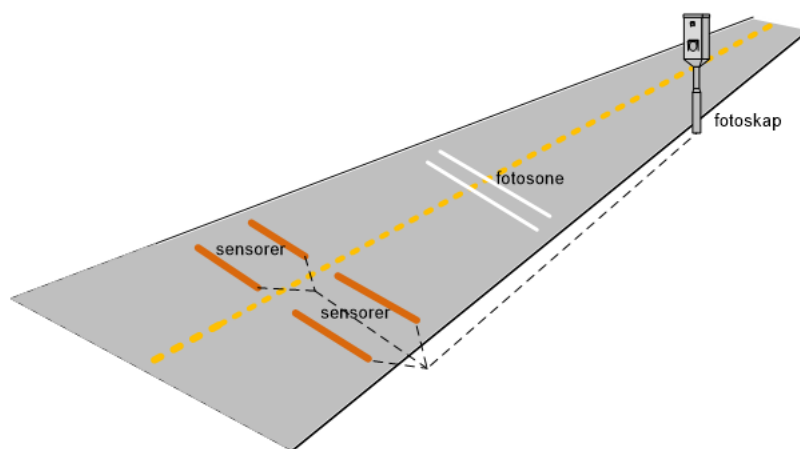
Bildet blir deretter sendt til politiet, som vil vurdere saken og gi føreren av kjøretøyet et forenklet forelegg ved en bestemt overskridelse. (Slik virker punktmåling av fart, u.å.)

4.3.1 Forenklet forelegg

Et forenklet forelegg er en bot som føreren må betale som straff for å ha kjørt for fort. Beløpet på boten vil variere avhengig av hvor mye over fartsgrensen føreren har kjørt, og dette vil bli bestemt av politiet i henhold til gjeldende lover og regler. (Bøter, forelegg, fotoboks og andre straffereaksjoner, u.å.) Fotobokser brukes ofte som en effektiv metode for å regulere hastigheten i trafikken og opprettholde trafikksikkerheten på veiene.



Figur 4. Viser plasseringen av de to ATK-punktene på Stavarnsveien.



Figur 5. Geometri for ATK, hentet fra Statens veg (Vegdirektoratet – ATK-senteret, 2012)

4.4 Armatur og styringssystem

Comlight (Comligh.no) tilbyr et intelligent styringssystem for belysning kalt aktivitetsstyrt belysning. Systemet fungerer ved å justere lysnivået automatisk etter mengde trafikk, slik at lysene skrus på full styrke når det trafikanter til stede, og dempes når det ikke er behov for det.

Systemet benytter Comlight sitt «Eagle Eye Zhaga Motion Detection Light Controller» som er en sensor montert på hver armatur, og disse oppdager bevegelse fra trafikanter, syklister og gående. (Comlight, u.å.-a)

Når en bil kjører innenfor en sensors rekkevidde, oppdager systemet dette ved hjelp av en dopplerradar, og sender et radiosignal til lyset 5 meter foran bilen. Lyset skrur da på til 100% i 10 sekunder, før det igjen dimmes ned. Masteavstanden mellom armaturene er ca. 45 meter, så lyset skrur på rundt 225 meter foran bilen. For gående reduseres antall armaturavstand til 2 foran, og hver enkelt er på i 45 sekunder før det igjen dimmes. Når det ikke er noen trafikantaktivitet i området, dempes gatelysene ned til 20% av full lysstyrke. Lysene vil ikke dimmes helt ned til 0% fordi det vil være enklere å oppdage ved signalfeil, og det er tryggere å ha noe lys på til enhver tid. Armaturens levetid vil også reduseres kraftig ved å dimme helt ned til 0%. (Comlight, u.å.-b)

Stavernsveien er den andre trafikkerte veien i Norge som implementerte Comlight sitt belysningssystem.

Armaturene som brukes er av typen AEC illuminazione ITALO 3 basic OR3 STW 265w og det er 77 armaturer og sensorer på denne strekningen. Før de nye LED-armaturene og styringssystemet kom på plass i 2018, var det på denne strekningen høytrykks natriums lamper på 200w med astro-ur uten dimming. Med et astro-ur skrur lyset på ved soloppgang, og slukkes ved solnedgang.

4.5 Lysberegning DIALux evo 11

For å kunne visualisere og gjenskape veibelysningen på Stavernsveien ble det utarbeidet en beregningsmodell av veien i programmet DIALux evo 11. Denne programvaren ble valgt for å oppnå en nøyaktig gjenskaping av lyskvaliteten på den faktiske veien. DIALux evo gir prosjekter mulighet til å lage presise 3D-modeller av veier, og beregne belysningsnivået på ulike punkter i modellen basert på parametere som lysstyrke, refleksjon, jevnhet og blanding.

Det ble beregnet med samme armatur som på den aktuelle veien, ved å bruke en lysberegningstil fra Multilux.no. Av sikkerhetsmessige årsaker ble det ikke gjort lysmålinger på veien med et luxmeter, da det ikke ville vært forsvarlig midt på en trafikkert vei. Det er også flere feilkilder det må tas hensyn til hvis målinger blir gjort utendørs som feilkalibrering av apparatet og strølyse fra andre lyskilder

4.6 Data fra ATK-punkt

Denne oppgaven vil diskutere innsamlingen av data relatert til trafikkovertrедelser fra to Automatiske Trafikkontroll-punkter (ATK) på Stavernsveien i perioden 2015 til 2021. De bearbejdede tallene blir videre fremstilt i kapittel 4.

For å samle inn nødvendige data til prosjektet vårt, kontaktet vi sørøst-politidistrikt direkte da informasjonen ikke er tilgjengelig på nett. Vi ba om spesifikke data fra to ATK-punkter som var relevante for oppgaven vår. Dataene som var tilgjengelige var fra 2015 -2022.

For å styrke analysen vår var vi interessert i å få tilgang til ytterligere data, spesielt gjennomsnittshastigheter.

Vi fikk tilgang til gjennomsnittshastighetene per måned fra 01.10.2017 til og med 01.12.2022 fra en sensor i veibanen. Dessverre fantes det ingen tidligere data tilgjengelig. I tillegg fikk vi tilgang til gjennomsnittshastigheten per dag ved det ene ATK-punktet fra 09.10.2018 til 24.03.2023, og ved det andre ATK-punktet fra 01.04.2018 til 24.03.2023.

Ettersom ingen av disse datasettene inkluderte data fra vår ønskede tidsperiode fra 2015, bestemte vi oss for å ikke bruke dem i den overordnede analysen vår.

Datasettet som inneholder gjennomsnittshastighet, ble benyttet til å utarbeide en graf ved hjelp av vår veileder som viser snitthastighet for forskjellige dager i november 2018 og november 2019. Dette kan være et nyttig verktøy for å se om hastigheten er relativt jevn uavhengig av år. Dette sier derimot ingenting om før situasjonen, men kan vise til naturlige endringer.

5 Resultater

I dette resultatkapittelet vil dataene fra veien og to ATK-punkt om trafikkovertrедelser presenteres. Datasettet består av antall forenklet forelegg i forhold til kontrollerte førere som ble registrert i løpet av perioden 2015 – 2021. Figurene nedenfor viser datasettet som ble innhentet fra politiet, som vi bearbeider videre

5.1 Resultater fra ATK-punkt

Dette viser datasettet vi fikk tilgang til ved hjelp av politiet. Deretter har vi valgt å presentere dataene på den måten vi synes det var mest hensiktsmessig.

Tabell 2. Viser data fra ATK-punkt Jordet retning Stavern per år.

År	Anmeldelser	Forenklet forelegg	Beslag	Kontrollerte
2015	2	173		1 502 385
2016	1	45		470 566
2017	2	163		1 388 395
2018	2	58		615 868
2019	0	12		144 642
2020	2	64	1	1 439 091
2021	2	28		1 073 993

Tabell 3. Viser data fra ATK-punkt Tenvik retning Larvik per år.

År	Anmeldelser	Forenklet forelegg	Beslag	Kontrollerte
2015	3	117		1 580 623
2016	2	68		700 883
2017	1	32	1	492 766
2018	0	45		545 016
2019	1	32		898 283
2020	2	60	1	1 356 463
2021	1	40		1 592 171

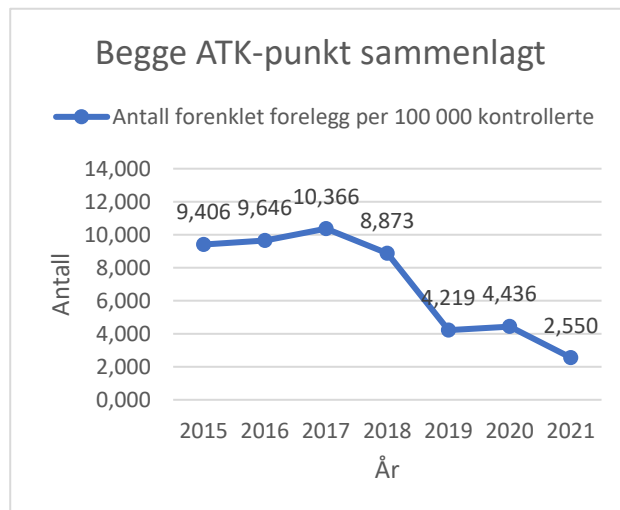
Antall saker som omhandler anmeldelser og beslag av førerkort er så lite at vi velger å ikke ta de med i den statistiske analysen. Styringssystemet fra Comlight ble installert i november 2018, og for å unngå mulige påvirkninger på statistikken, ble dette året utelatt fra analysen. Dessuten er tallene fra 2022 ikke ferdige, og derfor ble det bestemt å bruke to intervaller i analysen: ett fra 2015 til 2017 og ett fra 2019 til 2021, for å se på en før og etter situasjon.

På grunn av den lave prosentandelen velger vi å presentere dataene i antall foreklede forelegg per 100 000 kontrollerte. Dataene justeres for å gjøre dem mer sammenlignbare og lettere å tolke, selv om antallet forelegg er lavt i forhold til antall kontrollerte enheter. Ved å bruke denne tilnærmingen kan man bedre forstå trender og endringer i antall forelegg over tid, selv om tallene i seg selv kan være relativt små.

I løpet av sju år ble det registrert totalt 13 801 145 passeringer sammenlagt med de to ATK-punktene. Av disse er det 937 fartsovertredelser som resulterer i forenklet forelegg. Det er en prosentgjennomsnitt gjennom disse årene på 0,0071% og i gjennomsnitt 7,071 stykker per 100 000 kontrollerte.

Tabell 4. Viser forholdet mellom forelegg og kontrollerte pr år sammenlagt de to ATK-punktene.

År	Forenklet forelegg	Kontrollerte	Prosent	Antall per 100 000 kontrollerte
2015	290	3 083 008	0,0094 %	9,406
2016	113	1 171 449	0,0096 %	9,646
2017	195	1 881 161	0,0104 %	10,366
2018	103	1 160 884	0,0089 %	8,873
2019	44	1 042 925	0,0042 %	4,219
2020	124	2 795 554	0,0044 %	4,436
2021	68	2 666 164	0,0026 %	2,550

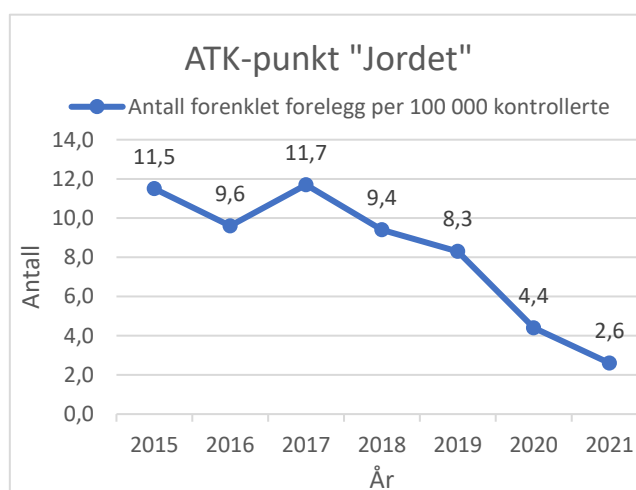


Figur 6. Viser utviklingen av forenklet forelegg per 100 000 kontrollerte per år for begge retninger sammenlagt.

Ifølge dataene som er presentert, var det 290 førere som fikk forenklet forelegg ut av 3 083 008 kontrollerte i 2015. Det resulterer i 9,4 bøter per 100 000 kontrollerte. Antallet bøter steg til 10,4 per 100 000 kontrollerte i 2017, før det ble et fall til 2018. Antallet synker igjen til 2019 til 4,2 men stiger igjen til 4,4 i 2020. I 2021 med ble det utsendt 68 forenklet forelegg av 2 666 164 kontrollerte. Det resulterer i 2,550 bøter per 100 000 kontrollerte. Fra 2015 til 2021 observerer vi en nedgang på 72,89 prosent i antall forelegg ved de to ATK-punktene samlet. Resultater fra hver enkelt ATK-punkt er som følger:

Tabell 5. Viser forholdet mellom forelegg og kontrollerte per år fra ATK-punkt «Jordet»

År	Forenklet forelegg	Kontrollerte	Prosent	Antall per 100 000 kontrollerte
2015	173	1 502 385	0,0115 %	11,515
2016	45	470 566	0,0096 %	9,563
2017	163	1 388 395	0,0117 %	11,740
2018	58	615 868	0,0094 %	9,418
2019	12	144 642	0,0083 %	8,296
2020	64	1 439 091	0,0044 %	4,447
2021	28	1 073 993	0,0026 %	2,607

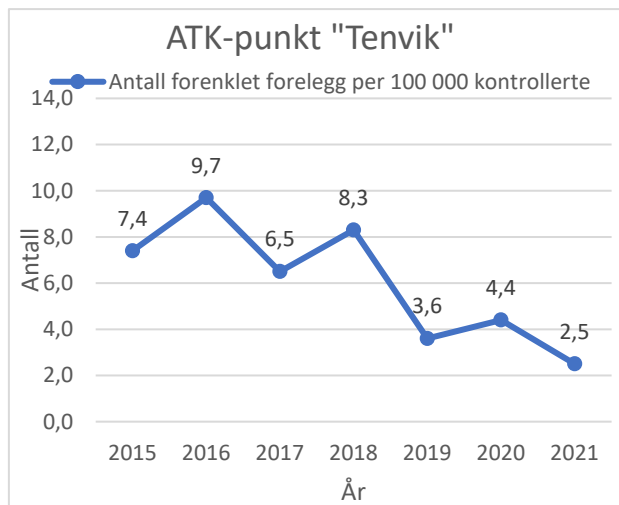


Figur 7. Viser utviklingen av forenklet forelegg per 100 000 kontrollerte per år for retningen Jordet.

Ved ATK-punktet «Jordet» viser det en total nedgang fra 2015 med 11,515 bøter per 100 000 kontrollerte, til 2021 med 2,607 bøter per 100 000 kontrollerte. Dette tilsvarer en nedgang på 77,36 prosent.

Tabell 6. Viser forholdet mellom forelegg og kontrollerte per år fra ATK-punkt «Tenvik»

År	Forenklet forelegg	Kontrollerte	Prosent	Antall per 100 000 kontrollerte
2015	117	1 580 623	0,0074 %	7,402
2016	68	700 883	0,0097 %	9,702
2017	32	492 766	0,0065 %	6,494
2018	45	545 016	0,0083 %	8,257
2019	32	898 283	0,0036 %	3,562
2020	60	1 356 463	0,0044 %	4,423
2021	40	1 592 171	0,0025 %	2,512



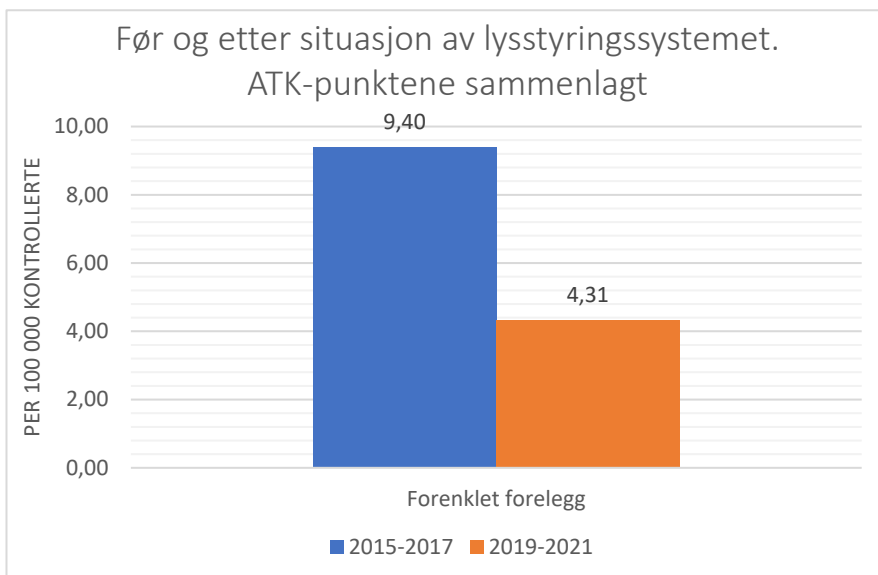
Figur 8. Viser utviklingen i forenklet forelegg per 100 000 kontrollerte per år for retningen Tenvik.

Ved ATK-punktet «Tenvik» viser det en total nedgang fra 2015 med 7,402 bøter per 100 000 kontrollerte, til 2021 med 2,512 bøter per 100 000 kontrollerte. Dette som tilsvarer en nedgang på 66.06 prosent.

5.1.1 Før og etter situasjon

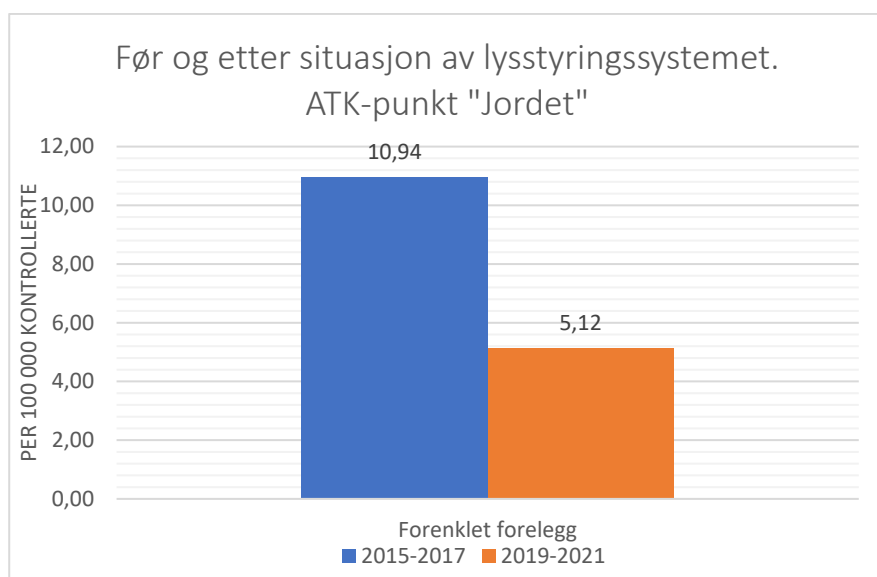
Dataene blir så delt inn i to perioder, en før og en etter lysstyringen ble installert. På denne måten blir gjennomsnittet av tre år slått sammen, og analyseres i en før og etter analyse. Årsaken til at 2018 er utetall fra analysen er at dette året er preget av oppgraderingen av lysene. På grunn av denne oppgraderingen anses 2018 som et spesielt år som ikke er direkte sammenlignbart med de andre årene.

Før og etter situasjonen til begge ATK-punktene sammenlagt er presentert i figur 9. Fra 2015 til 2017 ligger gjennomsnittet på 9,40 forenklet forelegg per 100 000 kontrollerte. Perioden etter fra 2019 til 2021 ligger gjennomsnittet på 4,31. Det resulterer i en nedgang på 54,15 prosent.



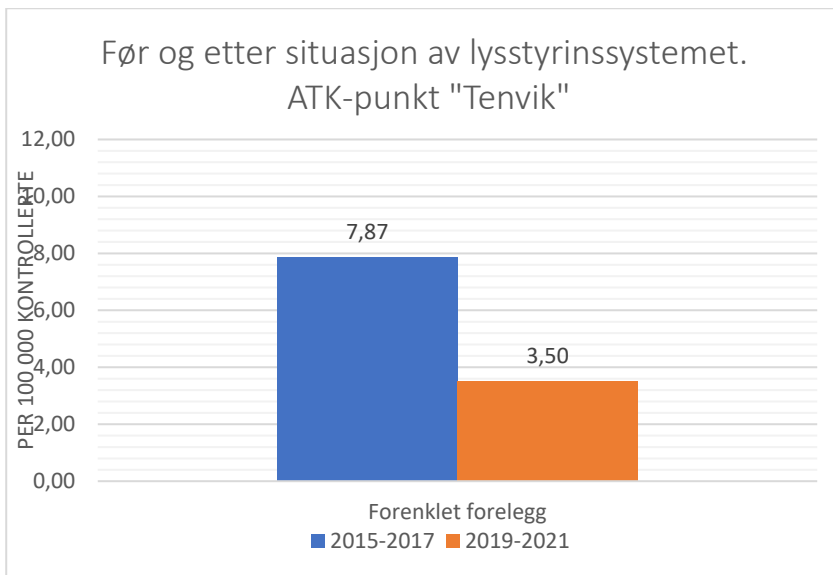
Figur 9. Viser forenklet forelegg i en før og etter situasjon av installeringen av lysstyringssystemet for begge ATK-punktene samlet, ved to intervaller.

Ved ATK-punktet "Jordet" ble det gjort en sammenligning mellom tre år før og tre år etter oppgraderingen av lysene. Før oppgraderingen lå antallet bøter på 10,94 per 100 000 kontroller, mens etter oppgraderingen falt det til 5,12 bøter per 100 000 kontroller. Dette representerer en nedgang på 53,20 prosent.



Figur 10. Viser forenklet forelegg i en før og etter situasjon av installeringen av lysstyringssystemet for ATK-punktet Jordet, ved to intervaller.

Ved ATK-punktet "Tenvik" ble det gjort tilsvarende sammenligning mellom perioden før og etter oppgraderingen av lysene. Før oppgraderingen lå antallet bøter på 7,87 per 100 000 kontroller, mens perioden etter falt det til 3,50 bøter per 100 000 kontroller. Dette tilsvarer en nedgang på 55,52 prosent.



Figur 11. Viser forenklet forelegg i en før og etter situasjon av installeringen av lysstyringssystemet for ATK-punktet Tenvik, ved to intervaller.

5.2 Resultater av DIALux lysberegning

Resultatene fra DIALux evo 11 viser at veien er innenfor kravene til motorisert vei klasse M2. Den beregnede gjennomsnittlige luminansen (L_m) var $1,57 \text{ cd/m}^2$ med en jevnhet (U_o) på 0,64. Dette viser at det er god belysning på veien når armaturene er skrudd på.

Tabell 7. Dokumentasjon fra DIALux evo som viser beregnet fotometriske verdier.

	Størrelse	Beregnet	Nominell	OK
Kjørebane 1 (M2)	L_m	1.57 cd/m^2	$\geq 1.50 \text{ cd/m}^2$	✓
	U_o	0.64	≥ 0.40	✓
	U_l	0.71	≥ 0.70	✓
	TI	9 %	$\leq 10 \%$	✓
	R_{EI}	0.75	≥ 0.35	✓

(L_m) luminans

(U_o) Gjennomsnittlig jevnhet, minimum

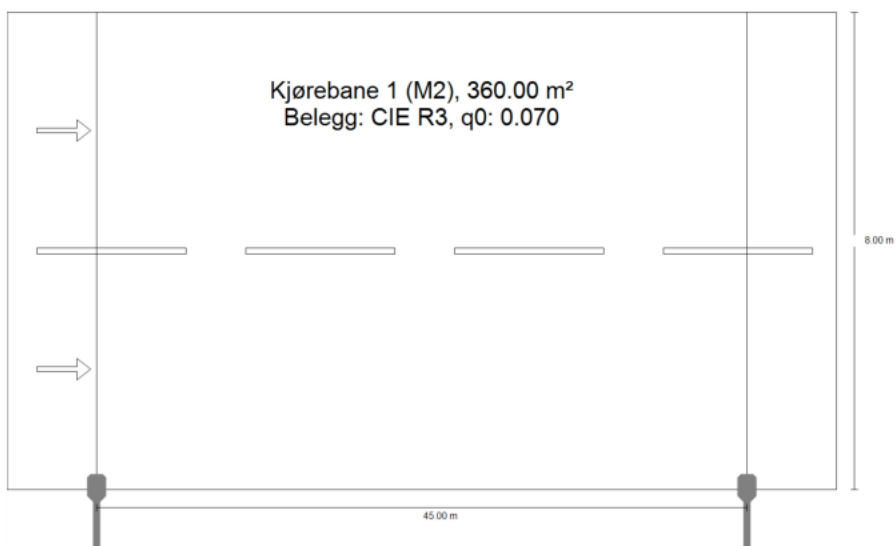
(U_l) langsgående jevnhet, minimum

(TI) Threshold increment (blending)

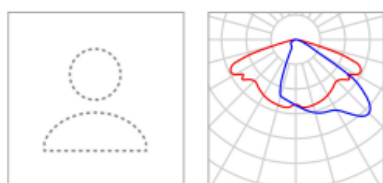
(R_{EI}) Veiskulder belysning

Tabell 8. Belysningsklasser i M-serien for veier og gater med fartsgrense 40 km/t eller høyere. Tabellen er hentet fra Håndbok V124 av Statens Vegvesen. (Statensvegvesen, 2021)

Klasse	Kjørebansens luminans		
	Tørr tilstand		
	L_m i cd/m^2 (minimum oppretholdt nivå)	U_o (minimum)	U_l ¹⁾ (minimum)
M1	2,00	0,40	0,70
M2	1,50	0,40	0,70
M3	1,00	0,40	0,60
M4	0,75	0,40	0,60
M5	0,50	0,35	0,40



Figur 12. Bilde fra DIALux dokumentasjon som viser kjørebane mellom 2 lysmaster.



Produsent	Ikke DIALux-medlem ennå	P	266.0 W
Artikkelnr.	ITALO 3 0F3 STW 4.5-14M	Φ_{Lampe}	35250 lm
Artikkelnavn	ITALO 3 0F3 STW 4.5-14M	Φ_{Armatur}	35249 lm
Bestykning	1x L-IT3-0F3-4000-525-14M-70-25	η	100.00 %

Figur 13. Bilde fra DIALux dokumentasjon som viser armaturens egenskaper.

6 Diskusjon og analyse

Denne studien hadde som formål å undersøke om trafikantenes ble påvirket av smarte lysstyringssystemer. Målet var å sammenligne andelen trafikanter som fikk utstedt et forenklet forelegg før og etter installasjonen av det smarte lysstyringssystemet. Resultatene viste en jevn nedgang i antall forelegg fra perioden før installasjonen til etter installasjonen av det smarte systemet, noe som kan tyde på at trafikantene blir positivt påvirket av systemet. Spesielt fra 2017 var det en betydelig større nedgang i forelegg, og denne nedgangen fortsatte frem til 2021. Disse resultatene var overraskende og gir grunnlag for videre diskusjon av noen elementer ved oppgaven. Det er viktig å vurdere flere faktorer som kan ha påvirket resultatene. For det første kan andre trafikksikkerhetstiltak, endringer i veiforhold eller opplysning av trafikkbevissthet ha spilt en rolle i nedgangen av forelegg.

Videre er det viktig å se på eventuelle begrensninger ved studien. For eksempel kan utvalget av ATK punkter ha vært en begrensning til kun to steder langs Stavernsveien, og det kan være andre veistrekninger eller områder der det smarte systemet kan ha hatt en enda større effekt. Det er også viktig å merke seg at nedgangen i forelegg kan ha vært påvirket av andre variabler som ikke ble tatt med i analysen.

6.1 Trafikksikkerhetsarbeid

I politiets tilstandsanalyse fra 2022 om trafikksikkerhetsarbeid (Larsen S., 2022), viser det seg at fartsovertredelser oppdaget ved ATK-kontroller i Norge har hatt en jevn nedgang de siste årene. Datasettet som ble brukt i tilstandsanalysen dekker perioden fra 2015 til 2020.

Tabell 9. Data fra ATK-punkt i Norge som viser anmeldelser, forenklet forelegg og førerkortbeslag, samt hvor mange kontrollerte førere og driftstimer av anleggene. Tabell hentet fra (Larsen S., 2022)

	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Anmeldelser	5 159	5 242	4 933	4 163	4 127	3 501
Forenklet forelegg	90 955	86 706	85 918	73 261	71 096	65 627
Førerkortbeslag	922	853	765	747	723	524
Kontrollerte	187 542 801	190 653 545	189 666 410	182 133 438	199 806 893	201 795 975
Driftstid (timer)	936 641	1 001 596	1 035 072	972 052	1 051 373	1 074 508

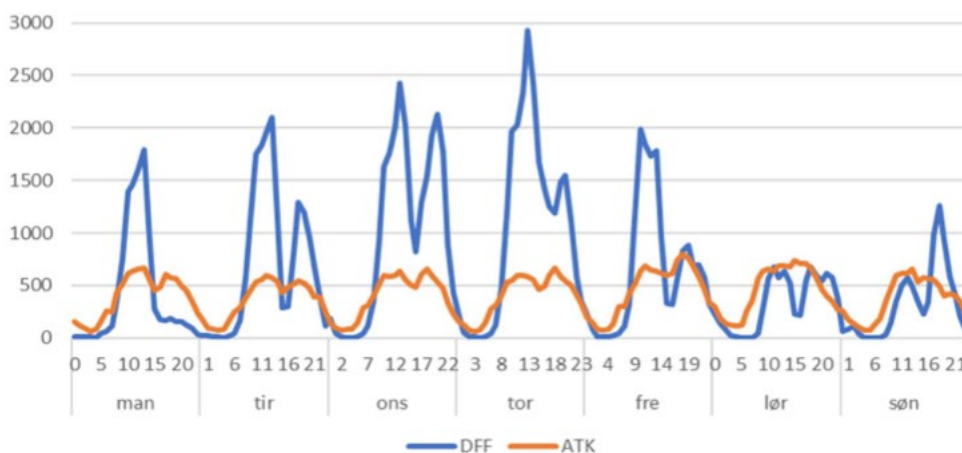
For å sammenligne resultatene på landsbasis med Stavernsveien, har vi fulgt samme tilnærming som med dataene fra ATK-punktene på Stavernsveien (tabell 4). Vi har sett på antall forenklede forelegg per 100 000 kontrollerte kjøretøy. På landsbasis har det blitt registrert at flere personer har fått forenklede forelegg for fartsovertredelser i denne perioden mellom 2015 og 2020, med et gjennomsnitt på 41,27. Sammenlignet med Stavernsveien, hvor gjennomsnittet er 7,82. Det viser også en nedgang på landsbasis fra 2015 med 48,50 bøter per 100 000 kontrollerte, til 2020 med 32,52 bøter. Dette resulterer en nedgang på 32,94%, sammenlignet med en nedgang på 52,84% på Stavernsveien.

Tabell 10. Viser sammenhengen mellom forenklet forelegg og kontrollerte førere ved ATK-punkt i Norge.

År	Forenklet forelegg	Kontrollerte	Prosent	Antall per 100 000 kontrollerte
2015	90 955	187 542 801	0,0485 %	48,498
2016	86 706	190 653 545	0,0455 %	45,478
2017	85 918	189 666 410	0,0453 %	45,300
2018	73 261	182 133 438	0,0402 %	40,224
2019	71 096	199 806 893	0,0356 %	35,582
2020	65 627	201 795 975	0,0325 %	32,521

6.1.1 Tid på døgnet

Fordelen med ATK-kontroller er at de er aktivt kontinuerlig gjennom døgnet. Det betyr at ATK viser i stor grad den faktiske fordelingen av overtredelser gjennom døgnet og ukedagene. Det er imidlertid trafikkmengden som forklarer de store svingningene i statistikk som vist i figur 14. Det registreres flest fartsovertredelser på dagen mellom kl. 10 og kl. 19, med en liten nedgang i antallet overtredelser på ukedagene rundt slutten av arbeidstiden, mellom kl. 15 og kl. 16.



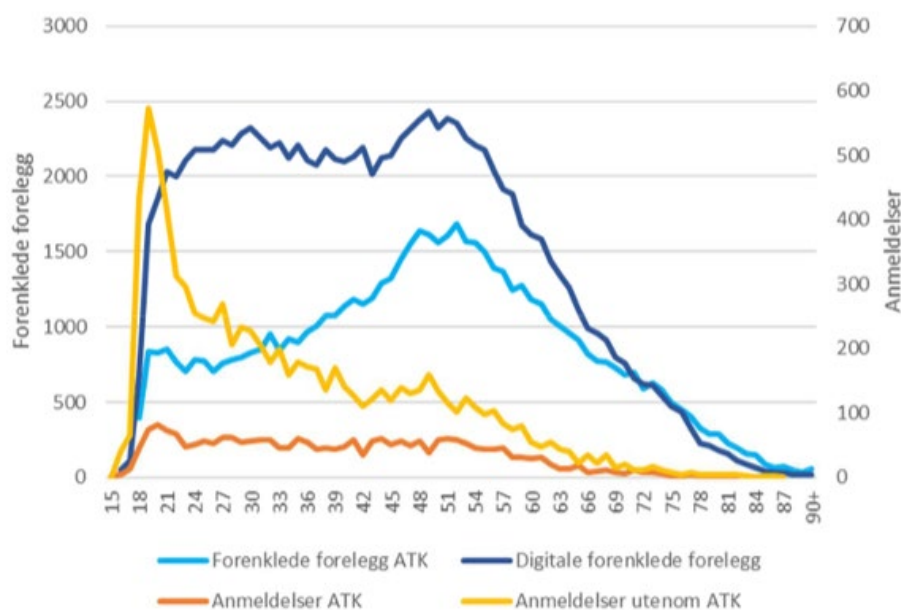
Figur 14 viser fartsovertredelser fordelt på ukedag og tid på døgnet i Norge i 2020, avdekt ved ATK og DFF.

Sammenlignet med trafikkmengden på veien, blir det derimot utgitt flest bøter per bil om natten. Beregninger basert på data fra Nasjonal reisevaneundersøkelse 2018 (Larsen S., 2022) viser at det er over dobbelt så mange ATK-bøter per bil om natten sammenlignet med gjennomsnittet for døgnet. Spesielt natt til lørdag og natt til søndag er antallet bøter mange ganger høyere. Tallene gjelder både for ATK og DFF (digitalt forenklet forelegg).

6.1.2 Alder

Det kan også legges merke til hvilken aldersgruppe som får flest bøter i ATK-kontroll. I tilstandsanalysen kommer det frem at det er førere på rundt 50 år som mottar flest foreklede forelegg ved ATK-punkter. (Figur 15) Statistikk for vanlige politikontroller (DFF) viser derimot en

mer jevn fordeling av forenklede forelegg mellom aldersgruppene 20-60 år, selv om det også her er de på 50 år som mottar flest.



Figur 15: Antall fartsøvertredelser i Norge fordelt på forenklet forelegg og anmeldelser, avdekt av ATK og DFF i 2020. Hentet fra tilstandsanalysen av politiet.

Når det gjelder Stavernsveien, har vi ikke tilgang til data om alder eller tidspunkt på dagen for fartsøvertredelsene. Disse dataene kan være verdifulle for å utføre en mer inngående analyse av hvem som mottar forenklede forelegg og når på døgnet øvertredelsene er vanligst. Tidspunktet på dagen kan være relatert til lysforholdene, for eksempel om det er lyst ute når gatelysene vanligvis er avskrudd, eller om øvertredelsene er hyppigere om natten når det er mørkere og gatelysene er påskrudd. Å innhente slik informasjon kan bidra til en mer omfattende og nyttig analyse av fartsøvertredelser på Stavernsveien.

6.2 Covid-19

I 2020 opplevde landet en pandemi som hadde en betydelig innvirkning på samfunnets dynamikk. Som en følge av dette var det en nedgang i trafikken fra mars til juni, med en maksimal reduksjon på 36% den 18. mars 2020 i en studie utført i byene Bergen, Jæren, Trondheim, Oslo og Tromsø (Høiskar K., u.å.) I tilstandsanalysen utført av politiet viser også at antall norske personbiler gikk ned med 4,6%, mens det var en nedgang på 4,3% for personbiler, varebiler, lastebiler og busser som brukte det norske veinettet. (Statistisk sentralbyrå, 2021)

Selv om eksakte tall for Stavernsveien ikke er analysert, kan vi anta at det også var en reduksjon i trafikken der. Årsakene til denne endringen er mange, blant annet ble mange syke og isolerte seg hjemme, folk ble permittert fra jobb, og det var en økt bruk av hjemmekontor. Disse faktorene bidro til mindre bruk av kjøretøy, noe som kan ha påvirket resultatene i analysen vår. Det er også mulig at situasjonen påvirket hvilke trafikanter som var på veiene. Det var antakelig færre pendlere og flere som kjørte for private ærender, da mange var skeptiske til å bruke offentlig transport under pandemien. Det er også verdt å merke seg at psykisk helse var en faktor som

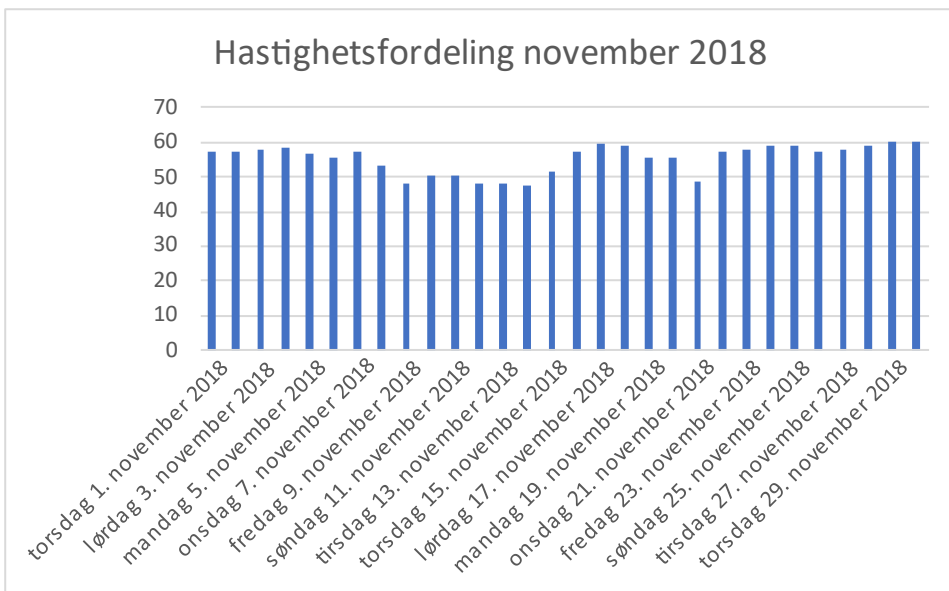
påvirket befolkningen under pandemien og som kan ha hatt en innvirkning på resultatene. FHI hadde i perioden november og desember 2020 en spørreundersøkelse om livskvalitet hvor det var 26 000 som svarte. På spørsmål om psykiske plager var andelen som svarte over en satt terskelverdi, på 16,8%. Til sammenligning har den samme verdien de siste 20 årene ligget mellom 9 og 12%. (Nes et al., 2020)

6.3 Gjennomsnittshastighet

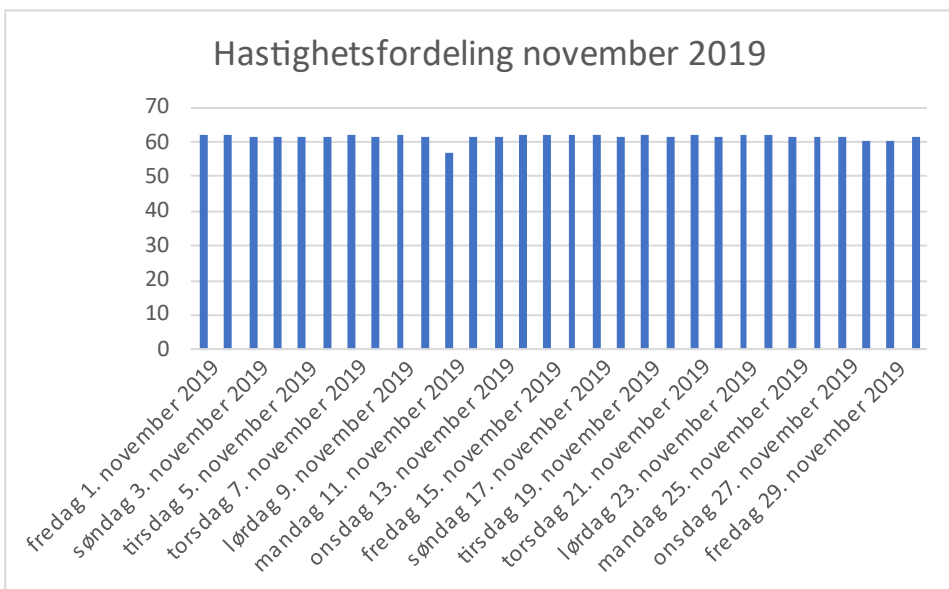
Ved å analysere tallene som er hentet fra politiet angående hastighetsfordeling, som er vist i figur 16 og figur 17, kan man observere en at det en del variasjon i gjennomsnittshastigheten på månedligbasis og fra dag i til dag. Dette kan skyldes ulike faktorer, inkludert værforhold som diskuteres mer i detaljert i kapittel 5.4, samt andre påvirkninger. På grunn av manglende statistiske kunnskaper for å utarbeide komplett statistikk med standardavvik, har det kun blitt utarbeidet to grafer for sammenligning.

Det ville vært interessant å se om det var mulig å identifisere noen trender eller om gjennomsnittshastigheten er relativt stabil over en lengre periode, spesielt etter implementeringen av det smarte lysstyringssystemet. Grafene kan allikevel si noe om at det forekommer variasjoner. Det er imidlertid vanskelig å fastslå om disse grafene er representative, da lysanlegget Stavernsveien var under oppføring i november 2018, noe som mulig kan ha påvirket gjennomsnittshastigheten i figur 17. Ettersom ATK-punktene forblir på samme sted, kan man ikke utelukke at trafikken på dette punktet ikke ble berørt over en hel måned, men at dataene kun ble påvirket i noen dager. Ettersom lysanlegget ikke var satt i drift i november 2018 og varierende lysforhold kan ha vært til stede på veien, eller det kan hende det ikke var noe lys i det hele tatt, kan dette også ha påvirket datasettet som er brukt i figur 17.

Det kan også derfor konkluderes med at disse dataene ikke er representativt for en før og etter studie. De kan imidlertid gi en indikasjon på den naturlige variasjonen i gjennomsnittshastighet fra dag til dag og år til år, basert på faktorer som vær og føre.



Figur 16. Graf laget i Excel som viser hastighetsfordeling i november 2018.



Figur 17. Graf laget i Excel som viser hastighetsfordeling i november 2019.

6.4 Vær og dagslysforhold

Denne oppgaven tar for seg en studie utført på Stavernsveien (fv301) som ligger i Sørøst-Norge. Det er verdt å merke seg at klimaet i denne delen av landet har typisk lysere vintre og mørkere somre sammenlignet med for eksempel Nord-Norge. Dette kan bety at resultatene kan være annerledes hvis samme studie ble utført i Nord-Norge. Siden studien er basert på helårig empiri som ikke tar hensyn til dag- og natteforskjeller, er resultatene derfor noe unøyaktige. Det ville være hensiktsmessig å gjennomføre en studie som inkluderer natteetid og utelukker data når det er dagslys og det smarte lysstyringssystemet ikke er i bruk. Ved å undersøke resultatene fra natteetid

separat, kan man få bedre innsikt i effekten av belysning og hvordan den påvirker trafikken og trafiksikkerheten på Stavernsveien.

Det er også verdt å merke seg at vær- og lysforholdene kan variere betydelig mellom ulike årstider og geografiske områder. Ved å inkludere data fra ulike tider av året og ulike geografiske områder, kan man få et mer helhetlig bilde av hvordan lysforholdene påvirker trafiksikkerheten på veiene. I tillegg til endringene i dagslyset gjennom årstidene, er klimaet i Norge også svært variabelt. Vinterhalvåret preges av kulde, snø og is, noe som påvirker reflektansen på veidekket og får det til å fremstå lysere om vinteren. Nedbørmengden varierer også betydelig i løpet av våren, sommeren og høsten. Når det regner, øker reflektansen og dermed luminansen på veidekket. Dette kan potensielt påvirke førernes oppfattelse og dermed føre til variasjoner i resultatene av studien avhengig av værforholdene. På en vei som Stavernsveien som er en høyt trafikkert fylkesvei, brukes det ofte salt for å fjerne snø og is. Dette kan også påvirke resultatene sammenlignet med en vei som ikke blir saltet.

En annen faktor som kan påvirke resultatene er veienes glatthet. Det er mulig at førere kjører langsommere på glatte og usaltede veier sammenlignet med Stavernsveien. Dette aspektet bør vurderes i en oppfølgingsstudie som ser nærmere på værforholdene i sammenheng med trafikken og belysningen.

Det er derfor viktig å være oppmerksom på de ulike værforholdene og deres påvirkning på veienes reflektans, glatthet og luminans. Disse faktorene kan variere og ha innvirkning på trafikkforholdene og resultatene av studier om belysningens effekt på trafiksikkerheten.

Et smart lysstyringssystem som tar hensyn til veidekkets reflektans, kan være svært gunstig for trafiksikkerheten. Ved å justere belysningen i henhold til veidekkets forhold kan man oppnå flere fordeler.

Når det er snø på veidekket, er det ikke nødvendig med full belysning. Et smart lysstyringssystem kan dimme belysningen til en forhåndsprogrammert verdi som oppfyller luminanskravene når reflektansen på veidekket er høyere. Dette kan bidra til å redusere blinding for førere og unødig energiforbruk. På våte veier kan det også være hensiktsmessig å tilpasse belysningen. Våte veier har høyere reflektans, noe som skaper ujevne refleksjoner av belysningen i veien.

Ved å justere lysstyrken i samsvar med veidekkets egenskaper kan man unngå unødvendig store kontraster mellom veibanen og omgivelsene. Dette er viktig fordi øynene tilpasser seg til høy luminans, og omgivelsene kan dermed oppleves som ekstra mørke. Dersom omgivelsene er mindre synlige, kan dette potensielt påvirke trafiksikkerheten ved at føreren ikke oppdager hindringer eller dyr som kommer ut i veibanen. Ved å tilpasse lysstyrken til veidekkets reflektans gjennom smart lysstyringssystemet, kan man redusere slike problemer.

6.4.1 Klimaendringer

Klimaendringer på globalt nivå, spesielt relatert til global oppvarming, er et viktig og mye diskutert tema. Selv om det kan være vanskelig å fastslå den direkte påvirkningen av klimaendringer på en spesifikk studie som ikke inkluderer klima- og værdata, er det viktig å erkjenne at klimaendringer kan ha indirekte effekter på trafiksikkerheten.

Mens denne studien ikke tar hensyn til klima- og værforhold, er det mulig at endringer i klimaet over tid kan påvirke veiforholdene. Økte temperaturer kan føre til hyppigere og mer ekstreme nedbørsmengder. Vedvarende endringer i klimaet kan også påvirke veiens tilstand, for eksempel gjennom hyppigere ising eller dannelse av telehiv. Disse endringene kan igjen påvirke trafiksikkerheten og førerens oppfattelse av veiforholdene.

Det er viktig å merke seg at klimaendringer skjer over lang tid, og en kortvarig studie som denne ikke nødvendigvis vil kunne fange opp de langsiktige effektene av klimaendringer. Studiens resultatmateriale ble innhentet i løpet av sju år, og det kan være begrenset i å identifisere direkte innvirkning fra globale klimaendringer.

Likevel er det viktig å være oppmerksom på at klimaendringer er en pågående prosess, og det er nødvendig å inkludere klima- og vær aspekter i fremtidige studier for å forstå de potensielle konsekvensene av klimaendringer for trafiksikkerheten.

6.5 Kjøretøy og teknologiske fremskritt

Teknologien har hatt betydelig innvirkning på bilparken i Norge, med stadig forbedrede systemer som assisterer førere på ulike måter. En av de mest relevante teknologiene er autopilot-systemer som tilbys av visse produsenter. Disse systemene er i stand til å lese veien og automatisk tilpasse farten i samsvar med andre bilister.

Et annet system som er verdt å nevne er skiltavlesning, som varsler føreren om fartsgrensen på den aktuelle strekningen. Noen av disse systemene kan også gi et lydsignal hvis føreren overskrider den gjeldende fartsgrensen. Det er vanskelig å si den nøyaktige effekten dette systemet har på førere, men det kan være en faktor som bidrar til økt oppmerksomhet rundt fartsgrenser og dermed potensielt virke forebyggende for noen førere.

Tall hentet fra SSB viser at snittalderen på bilparken har økt i løpet av de årene vi studerte veien. Den gikk fra 10,5 år til 10,8 år i løpet av den aktuelle perioden. Dette indikerer at bilene som er i bruk, generelt sett, blir eldre. Dette kan ha betydning for sikkerheten og effektiviteten til kjøretøyene, da eldre biler kan ha begrenset tilgang til de nyeste sikkerhetsfunksjonene og teknologiene. (SSB, 2023)

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Personbiler, alder							
0 Hele landet	10,5	10,6	10,5	10,5	10,7	10,8	10,8
Varebiler, alder							
0 Hele landet	8,4	8,6	8,7	8,8	8,9	9,1	9,2

Figur 18. Tall hentet fra SSB som viser bilparkens gjennomsnittsalder.

Det er en likevel en betraktning at bilene gradvis blir mer moderne etter hvert som årene går. I 2015 var den gjennomsnittlige alderen på kjøretøyene som ble kjøpt, fra 2004. Kjøretøy startet å

innføre Traffic Sign Recognition (TSR) fra omtrent 2008, så antallet biler med dette systemet var relativt lavt i 2015.

Imidlertid kan man legge merke til en økning i antallet kjøretøy som er utstyrt med TSR i perioden frem til 2021. Dette kan betraktes som en faktor som potensielt kan påvirke resultatene. Med flere moderne biler på veiene med TSR-systemer, vil førerne ha tilgang til teknologi som bidrar til gjenkjenning av trafikkskilt og økt bevissthet om fartsgrenser.

Samlet sett viser disse endringene i teknologi og snittalderen på bilparken at det skjer kontinuerlige fremskritt innen bilteknologi og sikkerhetssystemer. De nyere teknologiene, som autopilot-systemer og skiltavlesning, har potensial til å forbedre kjøretøyets sikkerhet og førerens oppmerksomhet på veiregler. Dette kan bidra til å redusere risikoen for ulykker og fremme tryggere veiforhold.

6.6 Lysets kvaliteter

At forskjellige lyskvaliteter spiller en stor rolle på vegtrafikksikkerheten er det bred enighet om, og CIE (International Commission on Illumination) har utarbeidet flere publikasjoner. Basert på disse publikasjonene er det igjen da utarbeidet flere standarder kalt EN 13201-1 til og med EN 13201-5 som har egne fortegn for hvilken nasjon som bruker denne. Norges versjon heter NS-EN 13201-1 som et eksempel. På bakgrunn av disse med flere har statensvegvesen utarbeidet sin egen håndbok kalt Håndbok V124 - Teknisk planlegging av veg- og tunnelbelysning (Statensvegvesen, 2021).

Når det kommer til spørsmålet om farger, er det en uenighet. Ifølge en artikkel skrevet av Marchant og Norman, konkluderer de med at de ikke kan finne noen klare bevis som tyder på at å endring av belysningens lysfarge til hvitt har noen innvirkninger på trafikksikkerheten (Marchant & Norman, 2022).

I en artikkel skrevet av Mashewari et al. blir det påpekt at bruk av forskjellige lysfarger kan endre trafikanters adferd. Studien viser at ved å endre lyset til rødt kan man effektivt varsle bilister om en hendelse eller fare i veibanen. Dette kan for eksempel være en ulykke, veiarbeid eller andre hindringer som krever oppmerksomhet. (Maheshwari et al., 2021). Ved å bruke et rødt lys kan bilister umiddelbart ta nødvendige forhåndsregler for å redusere risikoen for ulykker eller farlige situasjoner.

Dette indikerer at det kan være ulike synspunkter og forskningsresultater når det gjelder effekten av forskjellige farger og fargetemperaturer på belysningen.

Det er ikke redegjort av Marchant og Norman hva de sammenligner mot, annet enn at lyset er hvitt, og at det er en før og etter studie. Det kan antas at det er en forandring fra høytrykk natrium lyskilde på 1900-2000 cct til 4000 cct. LED. Dette kan tyde på at dersom selve fargen endrer seg over tid så er det luminansen selv som skaper vegsikkerheten og ikke nødvendigvis cct. Men dersom fargen blir brukt aktivt og brukeren forstår hva fargen betyr, slik som rødt representerer

fare, eller blått representerer utrykningskjøretøy så kan man skape en endring hos adferden til trafikanten.

Det er nærliggende å tro at dette kan overføres til en viss grad også til luminansen av en vei, at dersom man endrer lysintensiteten i området så kan man også endre adferden til et menneske i en eller annen retning. Men disse to artiklene differensieres ved at en av dem bruker lyset passivt som et før og etter, mens den andre bruker lyset aktivt. Dette kan også forklares med begrepet «nudging». I en studie utført av MeBeSafe så ble det installert 40 røde LED-lys langs en veistrekning i Eindhoven på 240m, dersom trafikant kjørte over lovlig hastighet så ble disse LED-lysene aktivert i en rekkefølge som gjorde at de beveget seg mot bilen som gjorde at fører fikk inntrykk av at hen kjørte fortere enn faktisk hastighet. Dette førte til at fører av bilen senket farten til en viss grad. (Ljung Aust et al., 2020, s. 57).

Dette kan være overførbart til en viss grad av hva vi observerte i våre resultater, det ser ut til at fenomenet ved skiftende lys eller luminans kan påvirke trafikanters adferd og deretter kan det antydes det at smart veibelysning kan påvirke veitrafikksikkerheten.

6.7 Svakheter ved studien

I en studie som denne er det naturlig å identifisere både mindre og større svakheter.

Det er benyttet data som går over 7 år og som inneholder data fra totalt 13 801 145 passerende, men tallene fra 2018 har vi utelukket. Dette kan betraktes både en fordel og en svakhet. Det er fordelaktig å ha et datasett med mange passerende over flere år da det bidrar til økt nøyaktighet i dataene.

Derimot er man sårbare for større endringer over årene som har gått. Over de 7 årene som data settet er hentet fra kan det ha forekommet større eller mindre endringer i samfunnet som kan påvirke resultatet.

6.7.1 Stavernsfestivalen

Stavern avholder en stor festival hver sommer med ca. 80 000 festival deltakere fra et stort geografisk område. Det kan tenkes at trafikken langs Stavernsveien økes betraktelig når denne festivalen avholdes, så kan man da stille spørsmål ved om driftstiden på ATK punktene sammenfaller med disse dagene eller ikke.

En viktig observasjon er at Staverns festivaldeltakere kan være overrepresentert i forhold til antall forenklede forelegg i 2017, mens et annet år har ikke ATK-punktene vært i drift. Dette kan ha en betydelig innvirkning på resultatene. Ifølge Østlands-Posten at snittalderen blant festivaldeltakere er lav. (Sandbrekkene, 2018) Når det gjelder ATK-punktene, er det interessant å merke seg at det er aldersgruppen på rundt 50 år som mottar flest forenklede forelegg, ifølge tilstandsanalysen til politiet. Dette kan indikere at det er færre personer som blir tatt i ATK-kontroller i forhold til festivaldeltakelsen i prosentvis forstand. Imidlertid kan man ikke utelukke at festglade deltakere

også kan kjøre fortere, og det kan også være en faktor at veien og ATK-punktene er ukjente for deltakere som kommer utenbys fra.

Det er viktig å merke seg at dataene ikke er tilgjengelig på daglig eller månedlig basis, og det begrenser vår mulighet til å konkludere med sikkerhet om forekomsten av slike hendelser. Derfor bør det etterstrebtes å gjennomføre studier der man har tilgang til et fullstendig datasett på daglig eller månedlig basis, eller på veier der det ikke er en markant økning i trafikken på grunn av sesong eller aktiviteter.

6.7.2 ATK-punkt

Ved at det er ATK punkter som er bakgrunnen for studien kan også ansees som en svakhet i seg selv, ATK punkter er skiltede og godt synlige punkter man kan se i forkant av og disse er heller ikke mobile. Dette kan føre til at trafikantene blir oppmerksomme på skiltet eller punktet og dermed senker farten godt før eller rett før trafikant passerer måle punktet. Ved at de også ikke er mobile gjør at trafikanter vet hvor disse står på forhånd og dermed er mer komfortable med å overskride fartsgrensen der de vet de ikke blir målt. Det bør derfor vurderes å innhente et anonymt datasett der brukeren ikke vet at de blir målt. Dette gir bedre tall å arbeide med, da man måler trafikanter som oppfører seg naturlig.

6.7.3 Begrensninger I studien

En ytterligere begrensning i studien vår er at vi ikke har tatt høyde for driftstimer til ATK-punktene. Driftstimer refererer til antall timer ATK-punktene har vært operative i løpet av året, og dette antallet kan variere fra år til år. Dessverre har vi ikke hatt tilstrekkelig bakgrunnskunnskap for å utføre en mer omfattende statistisk analyse av datasettet vårt, og dette har begrenset vår evne til å få en mer detaljert forståelse av resultatene. Det er viktig å være klar over at driftstimer kan påvirke både antall kontrollerte førere, og dermed også forenklede forelegg. For fremtidige studier bør man derfor samle inn og inkludere slike data for å oppnå en mer komplett og nøyaktig analyse av sammenhengen mellom ATK-kontroller, forenklede forelegg, driftstimer og andre relevante faktorer.

Utrekningene inneholder svært mange desimaler, disse er i denne oppgaven avrundet til tre desimaler, derfor er ikke tallene helt nøyaktige, men disse er tilnærmet nøyaktig.

7 Konklusjon

Basert på våre funn i denne studien, kan vi ikke konkludere med at det er tydelige resultater på at smart veibelysning kan påvirke trafikksikkerheten. Resultatene fra datasettene fra Stavernsveien viser at det er en nedgang på forenklete forelegg i perioden 2019-2021 på 54.15% sett imot antall forelegg utstedt i perioden 2015-2017. Med disse resultatene kan det tyde på at det er mulige trender som trekker mot at det kan ha en innvirkning. Men man kan ikke bevise at det kun er adaptiv belysning som har påvirket trafikantene.

Likevel ser vi at smarte gatelys har en fordel på mange områder for å sikre optimal belysning tilpasset ulike situasjoner og områder. I tillegg bidrar det til energieffektivitet og miljøbevissthet. Dette er spesielt viktig i dagens tid hvor vi søker mer bærekraftige løsninger til å redusere påvirkningen på miljøet.

Studien har tatt for seg anleggets drift over 7 år og det er mange endringer i teknologien i kjøretøy samt pandemi og andre svakheter som kan ha påvirket resultatet. Samtidig ser man en nasjonal trend der færre blir tatt i ATK. Likevel er dette tallet lavere enn det våre resultater viser, noe som kan indikere at belysningen spiller en rolle. På bakgrunn av diskusjonene i kapittel 6, og svakhetene som er nevnt i kapittel 6.7, håper vi denne studien vil oppmuntre til videre forskning på dette feltet for å få mer kunnskap.

8 Referanser

05528: Gjennomsnittsalder på person- og varebiler, etter statistikkvariabel, region og år.

Statistikkbanken. (2023). SSB. <https://www.ssb.no/system/>

Bøter, forelegg, fotoboks og andre straffereaksjoner. (u.å.). Politiet. Hentet 2. mai 2023, fra

<https://www.politiet.no/tjenester/boter-forelegg-og-andre-straffereaksjoner/>

Comlight. (u.å.-a). *Eagle Eye Zhaga*. Hentet 4. mai 2023, fra <https://comlight.no/1098/eagle-eye-zhaga>

Comlight. (u.å.-b). *Løsninger*. Hentet 4. mai 2023, fra <https://comlight.no/solutions-no>

Eikeland, B., & Ohrvik, S. (2021). *Førerkortet*. Trafikkforum.

Ellison, A. B., & Greaves, S. P. (2015). Speeding in urban environments: Are the time savings worth the risk? *Accident Analysis & Prevention*, 85, 239–247.

<https://doi.org/10.1016/j.aap.2015.09.018>

Google Maps. (u.å.). Google Maps. Hentet 2. mai 2023, fra

<https://www.google.com/maps/dir/Larvik/Stavern/@59.0323073,9.9806579,12z/data=!4m13!4m12!1m5!1m1!1s0x4646e99720e47099:0x41469061c5106c79!2m2!1d10.0295463!2d59.0538363!1m5!1m1!1s0x4646e953fd73e957:0x9e70ace5c4afd429!2m2!1d10.0359755!2d58.9991755>

Høiskar K., B. A. (u.å.). *Har luftforurensninga endra seg under pandemien?* Norsk Institutt for luftforskning.

<https://www.miljodirektoratet.no/sharepoint/downloaditem?id=01FM3LD2WDRC5FJXHNJRBLVKEIHLPYA2MC>

Larsen S., R. (2022). *Trafikksikkerhetsarbeidet tilstandsanalyse*. Politiet.

<https://www.politiet.no/globalassets/dokumenter/up/trafikksikkerhetsarbeidet---tilstandsanalyse-2022.pdf>

- Lemov, M. R. (2015). *Car safety wars: One hundred years of technology, politics, and death*. Fairleigh Dickinson University Press ; Copublished by The Rowman and Littlefield Publishing Group, Incorporated.
- Ljung Aust, M., Bakker, B., Berghaus, M., de Craen, S., Dyer, M., Kovaceva, J., Köhler, A.-L., Niaki, M. N., Neuhuber, N., Op den Camp, O., Uduwa-Vidanalage, E., de Waal, V., Wallgren, P., van Weperen, M., & af Wåhlberg, A. (2020). Results of field trials (Deliverable 5.4). I *MeBeSafe – Measures for Behaving Safely in Traffic*.
- Maheshwari, P., Agrawal, M., & Goyal, V. (2021). Design and Analysis of Smart Automatic Street Light System. I S. Tiwari, E. Suryani, A. K. Ng, K. K. Mishra, & N. Singh (Red.), *Proceedings of International Conference on Big Data, Machine Learning and their Applications* (Bd. 150, s. 151–159). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-15-8377-3_13
- Marchant, P. R., & Norman, P. D. (2022). To determine if changing to white light street lamps improves road safety: A multilevel longitudinal analysis of road traffic collisions during the relighting of Leeds, a UK city. *Applied Spatial Analysis and Policy*, 15(4), 1583–1608. <https://doi.org/10.1007/s12061-022-09468-w>
- Nes, R. B., Aarø, L. E., Vedaa, Ø., & Nilsen, T. S. (2020, desember 17). *Livskvalitet og psykisk helse under koronaepidemien*. Folkehelseinstituttet. <https://www.fhi.no/div/helseundersokelser/fylkeshelseundersokelser/livskvalitet-og-psykisk-helse-under-koronaepidemien--nov-des-2020/>
- Pothukuchi, K. (2021). City Light or Star Bright: A Review of Urban Light Pollution, Impacts, and Planning Implications. *Journal of Planning Literature*, 36(2), 155–169. <https://doi.org/10.1177/0885412220986421>
- Rajat, Kumar, N., & Sharma, M. (2021). Smart Street Lights to Reduce Death Rates from Road Accidents. I V. K. Gunjan & J. M. Zurada (Red.), *Proceedings of International Conference on*

Recent Trends in Machine Learning, IoT, Smart Cities and Applications (Bd. 1245, s. 795–809). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-15-7234-0_75

Samferdselsdepartementet. (2023, mars 22). *Nullvisjonen* [Redaksjonellartikkel]. Regjeringen.no; regjeringen.no. https://www.regjeringen.no/no/tema/transport-og-kommunikasjon/veg_og_vegtrafikk/trafikksikkerhet/nullvisjonen/id2966061/

Sandbrekkene, B. T. (2018, juli 13). Helt greit at Stavernfestivalen har blitt en ungdomsfestival. *Østlands-Posten*. <https://www.op.no/5-36-613991>

Slik virker punktmåling av fart. (u.å.). Statens vegvesen. Hentet 1. mai 2023, fra <https://www.vegvesen.no/fag/fokusomrader/trafikksikkerhet/automatisk-trafikkontroll/punkt-atk/>

Statensvegvesen. (2021). *Håndbok v124*. Statensvegvesen. <https://www.vegvesen.no/globalassets/fag/handboker/hb-v124.pdf>

Statistisk sentralbyrå. (2021). *Mindre bilkjøring i koronaåret*. <https://www.ssb.no/transport-og-reiseliv/artikler-og-publikasjoner/mindre-bilkjoring-i-koronaaret>

Statistisk sentralbyrå. (2023a). *Befolkning, etter alder. Personer, Larvik*. *Statistikkbanken* [Statistikk]. <https://www.ssb.no/statbank/table/07459/chartViewColumn/>

Statistisk sentralbyrå. (2023b). *Befolkning, etter alder, statistikkvariabel, år og region*. *Statistikkbanken* [Statistikk].

<https://www.ssb.no/statbank/table/07459/tableViewLayout1/>

Sunrise and sunset times in Oslo. (2023). <https://www.timeanddate.com/sun/norway/oslo>

Sunrise and sunset times in Tromsø. (2023). <https://www.timeanddate.com/sun/norway/tromso>

US Department of Commerce, N. (u.å.). *Twilight Types*. NOAA's National Weather Service. Hentet 24. april 2023, fra <https://www.weather.gov/lmk/twilight-types>

van Bommel, W. (2015). *Road Lighting: Fundamentals, Technology and Application* (1st ed. 2015).

Springer International Publishing : Imprint: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-](https://doi.org/10.1007/978-3-319-11466-8)

11466-8

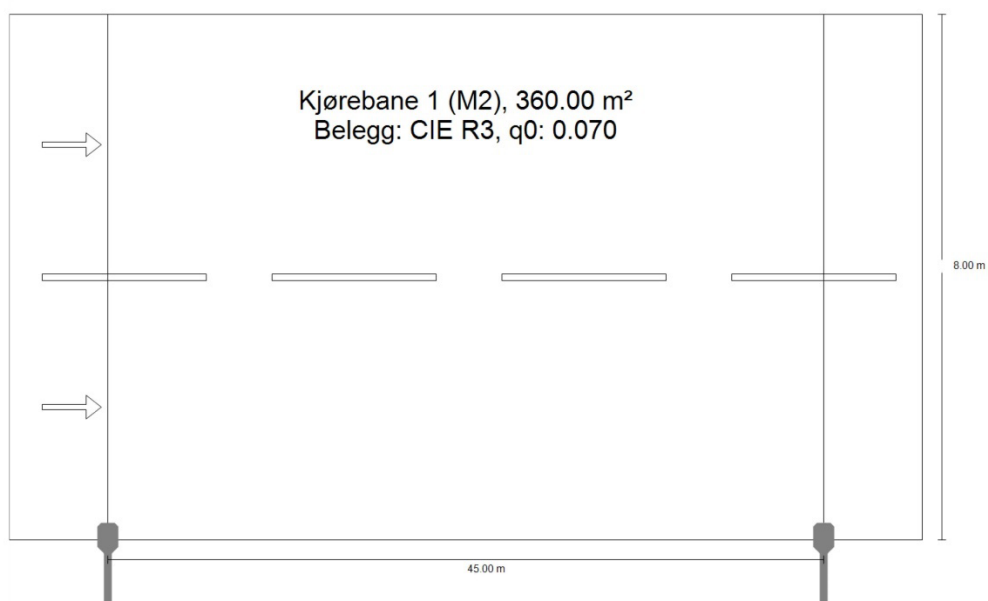
9 Vedlegg

Stavernsveien

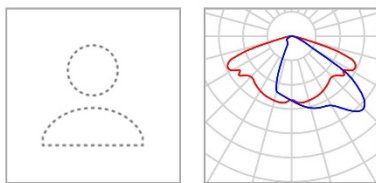
DIALux

Gate 1

Sammenfatning (etter EN 13201:2015)



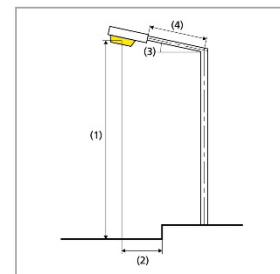
Gate 1

Sammenfatning (etter EN 13201:2015)

Produsent	Ikke DIALux-medlem ennå	P	266.0 W
Artikkelnr.	ITALO 3 0F3 STW 4.5-14M	Φ_{Lampe}	35250 lm
Artikkelnavn	ITALO 3 0F3 STW 4.5-14M	Φ_{Armatur}	35249 lm
Bestykning	1x L-IT3-0F3-4000-525-14M-70-25	η	100.00 %

ITALO 3 0F3 STW 4.5-14M (ensidet nederst)

Stolpeavstand	45.000 m
(1) Lyspunkthøyde	12.000 m
(2) Lyspunktoverheng	0.000 m
(3) Utliggervinkel	0.0°
(4) Utliggerlengde	1.000 m
Årlige driftstimer	4000 h: 100.0 %, 266.0 W
Forbruk	5852.0 W/km
ULR / ULOR	0.00 / 0.00
Maks. lysstyrker I alle retninger som danner den oppgitte vinkelen med den nedre vertikalen ved bruksklar installert lampe.	$\geq 70^\circ$: 572 cd/klm $\geq 80^\circ$: 43.1 cd/klm $\geq 90^\circ$: 0.00 cd/klm
Lysstyrkeklasse Lysstyrkeverdiene i [cd/klm] for beregning av lysstyrkeklassen referer til armaturlysstrømmen iht. EN 13201:2015.	G*3
Blendeindeksklasse	D.3



Gate 1

Sammenfatning (etter EN 13201:2015)

Resultater for vurderingsfelter

	Størrelse	Beregnet	Nominell	OK
Kjørebane 1 (M2)	L_m	1.57 cd/m ²	≥ 1.50 cd/m ²	✓
	U_o	0.64	≥ 0.40	✓
	U_l	0.71	≥ 0.70	✓
	TI	9 %	≤ 10 %	✓
	R_{E1}	0.75	≥ 0.35	✓

For installeringen ble det kalkulert med en vedlikeholdsfaktor på 0.67.

Resultater for energieffektivitetsindikatorer

	Størrelse	Beregnet	Forbruk
Gate 1	D_p	0.029 W/lx*m ²	-
ITALO 3 0F3 STW 4.5-14M (ensidet nederst)	D_e	3.0 kWt/m ² år,	1064.0 kWt/år