

Kjøreegenskaper lette tilhengere

Kåre Robertsen (red.)

Giuseppe Marinelli

Harald O. Sandvik

Trond Hanssen

Knut Skårdalsmo

Edvard Taarnes

Nord universitet
FoU-rapport nr. 56
Bodø 2020

Kjøreegenskaper lettere tilhengere

Kåre Robertsen (red.)

Giuseppe Marinelli

Harald O. Sandvik

Trond Hanssen

Knut Skårdalsmo

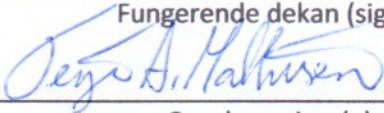
Edvard Taarnes



Nord universitet
FoU-rapport nr. 56
ISBN 978-82-7456-823-5
ISSN 2535-2733
Bodø 2020



Godkjenning av dekan

Tittel: Kjøreegenskaper lette tilhengere	Offentlig tilgjengelig: ja	Publikasjonsnr.: 56
	ISBN 9788274568235	ISSN 2535-2733
	Antall sider og bilag: 89	Dato: 29022020
Forfatter(e) / prosjektmedarbeider(e): Kåre Robertsen, red. Giuseppe Marinelli Harald O. Sandvik Trond Hanssen Knut Skårdalsmo Edvard Taarnes	Prosjektansvarlig (sign).	
	Fungerende dekan (sign). 	
Prosjekt: 700302 Kjøreegenskaper lette tilhengere FOU KLT	Oppdragsgiver(e) Nord universitet	
	Oppdragsgivers referanse 350001 Lødemel	
Sammendrag: Denne rapporten omhandler kjøreegenskaper for tilhengere opp til 3500 kg beregnet for personbiler og varebiler i førerkortkategori B og BE. Formålet er å utrede de ulike utfordringer som oppstår når biler, med høy grad av teknologiske førerstøttesystemer bruker tilhengere som kun er utstyrt med mekaniske innretninger for bremsing, fjæring og kursstabilitet.	Emneord: Tilhenger, kjøreegenskaper, førerstøttesystemer, veltefare.	
Summary: This report deals with the driving characteristics of trailers up to 3500 kg intended for passenger cars and vans in category B and BE drivers licenses. The aim is to address the various challenges that arise when cars, with advanced driver support systems, use trailers that are only have mechanical devices for braking, suspension and heading stability.	Keywords: Trailer, driving characteristics, driver support systems, overturn risk	

1	Innledning.....	7
2	Problemformulering og forskerspørsmål	8
2.1	Hovedmål	9
2.2	Delmål:	9
3	Metode	10
3.1	Praktiske tester på bane.....	10
3.2	Spørreundersøkelser	10
3.3	Litteratursøk (forundersøkelser)	10
3.4	Intervju / dialogmøter	10
4	Forundersøkelser.....	11
4.1	Ulykker med tilhenger	11
4.1.1	Ulykkesstatistikk	11
4.1.2	Ulykkesårsaker.....	12
4.2	Fysikk	14
4.2.1	Innledning.....	14
4.2.2	Fysikk	14
4.2.3	Skrens	15
4.2.4	Velt	15
4.3	Tilhengere og deres konstruksjon	16
4.3.1	Grunnleggende konstruksjon	16
4.3.2	Rammekonstruksjoner	17
4.3.3	Påbygg	17
4.3.4	Bremsekonstruksjoner	18
4.3.5	Fjæringssystemer	19
4.4	Annet om konstruksjon	20
4.4.1	Godkjenningsordninger	20
4.4.2	Teknisk utstyr	21
4.4.3	Forholdet til teknisk utstyr / førerstøttesystemer i bilene.....	21
4.4.4	Kontroll av teknisk stand	22
4.5	Ulike typer tilhengerassistanseutstyr	23
4.5.1	Innledning.....	23
4.5.2	Forhandlere om Tilhengerassistansesystemer.....	23
4.6	Dekk til tilhenger	25
4.6.1	Gjeldende regelverk	25

4.6.2	Generelle krav til dekkutrustning mv.	26
4.6.3	Spesielle krav til dekkutrustning	27
4.6.4	Ulike krav i Norge, Sverige og Danmark	27
4.6.5	Kontroll og vedlikehold.....	27
5	Pre-utprøvinger bane	29
5.1	Innledning.....	29
5.2	Design	29
5.3	Resultat.....	30
6	Utprøvinger bil og tilhenger	32
6.1	Design	32
6.1.1	Kjøretøy	32
6.1.2	Trailers.....	33
6.1.3	Utfyllende kommentarer til tilhengerne	35
6.1.4	Utstyr for registrering av data	36
6.1.5	Test design and overview	39
6.1.6	Måleparametrene	45
6.2	Resultater	47
6.2.1	Unnamanøver / "Elgtest"	47
6.2.2	Kjøring i kurve glatt veibane.....	57
6.2.3	Kjøring i sirkel (Rundkjøringstesten).....	70
7	Juridisk perspektiv på fører sitt ansvar ved bruk av bil med tilhenger	73
7.1.1	Innledning.....	73
7.1.2	Hva er uaktsomhet i vegtrafikklovgivningens forstand?.....	74
7.1.3	Hvordan påvirkes aktsomhetsnormen når motorvognen tilkobles en tilhenger?	75
8	Implikasjoner	77
8.1	Rapportens hensikt	77
8.2	Statistisk materiale	77
8.3	Kunnskapsnivå brukere og forhandlere	77
8.4	Veltefare	78
8.5	Lastens tyngdepunkt	79
8.6	Tilhengerens påvirkning på bilens førerstøttesystemer	79
8.7	Testenes gyldighet på bakgrunn av fart	80
8.8	Dataene sin relevans for opplæring og VR simulering	81
8.9	Konklusjon implikasjoner	81
9	Referanser	83

10	Figurliste	85
11	Tabelloversikt	85
12	Bildeliste	86

Forord

Dette forskningsprosjekt er gjennomført ved Faggruppe Trafikk, Handelshøgskolen, Nord universitet. Prosjektet er finansiert gjennom midler fra Regionalt Forskningsfond og Fylkets Trafikksikkerhetsutvalg Trøndelag og Nord universitet.

Faglige bidragsyttere til prosjektet har vært

Kåre Robertsen, Universitetslektor Trafikkfag, Faggruppe Trafikk, Handelshøgskolen, Nord universitet
Giuseppe Marinelli, Førsteamanuensis Teknologiske fag, Faggruppe Trafikk, Handelshøgskolen, Nord universitet

Harald Sandvik, Universitetslektor juridiske fag, Faggruppe trafikk, Handelshøgskolen Nord universitet

Trond Hanssen, Universitetslektor Trafikkfag, Faggruppe trafikk, Handelshøgskolen, Nord universitet

Knut Skårdalsmo, Sivilingeniør, Skaardalsmo Fuel Consulting AS

Edvard Taarnes, Taarnes Lastsikring. Daglig leder Taarnes Lastsikring

Kåre Robertsen har fungert som prosjektansvarlig, og sammen med Edvard Taarnes vært initiativtaker til å få prosjektet realisert. Det er med stor glede vi nå har lyktes med å ferdigstille denne rapporten. Vi håper den kan være nyttig i arbeidet med å gjøre veitrafikken til et sikrere sted for oss alle.

Sammendrag

Denne rapporten omhandler kjøreegenskaper for tilhengere opp til 3500 kg beregnet for personbiler og varebiler i førerkortkategori B og BE. Formålet er å utrede de ulike utfordringer som oppstår når biler, med høy grad av teknologiske førerstøttesystemer bruker tilhengere som kun er utstyrt med mekaniske innretninger for bremsing, fjæring og kursstabilitet. Forskningsprosjektet har vært finansiert av Regionalt Forskningsfond, Fylkets Trafikksikkerhetsutvalg Trøndelag, og Nord universitet Handelshøgskolen Trafikkfaglige studier. Ved bruk av praktiske utprøvinger på bane, spørreundersøkelser, litteratursøk og intervju og dialogmøter er det forsøkt å utrede hvordan tilhengere med last blir påvirket av krefter som kan oppstå under kjøring på vei, samt hvordan bil med ulike typer elektroniske førerstøttesystemer blir påvirket av tilhengere i ulike situasjoner. Videre har det vært et mål å utrede hvordan en kan sikre at førere får en forsvarlig opplæring i å kjøre med tilhenger, og om det gjennom bruk av våre innsamlede data kan utvikles virtual reality (VR) simulering til bruk i opplærings-sammenheng som et bidrag til mer trafikksikker bruk av tilhenger. Lovverk for krav til kjøretøy og kontroll er utredet, og det er gjort en vurdering om disse er tilstrekkelig for trygg ferdsel.

Funn viser at et stort antall forhandlere av ulike typer bilmerker ikke kunne svare på om deres biler hadde førerstøttesystemer som også var beregnet til å håndtere tilhengere. Videre ble det avdekket at statistikker knyttet til ulykker og uhell der tilhengere er involvert er lite spesifisert. Produsentene av tilhengerne påpeker på den ene siden at de må forholde seg til et krevende regelverk når det gjelder tilhengeren sitt chassis, bremses og drag, men påpeker samtidig at når det gjelder påbygg er dette noe som er i større grad reguleres av den enkelte produsent. Utprøvinger som er utført på bane med avansert måleutstyr viser at de ulike tilhengere har ulike egenskaper. Selv om det er funnet at noen tilhengere påvirker bilen mere enn andre, er det ikke nok til å påstå at den ene type konstruksjon påvirker bil og tilhenger mere enn andre på et generelt grunnlag.

Studiens viktigste funn er at tilhenger som har underliggende hjul med last opp mot maksimal nyttelast, velter i hastigheter langt under hva som er grenseverdi for bil. I utprøvingene som ble gjort på bane veltet tilhengerne i 62-65 km/t i manøvrer som bil alene kjører 75-80 km/t uten tendens til velt eller annen ustabilitet. Dette er en dramatisk forskjell, spesielt da dette skjer med tilhenger det ikke kreves tilleggsopplæring for å kjøre. For denne kategori tilhengere bør det vurderes om det bør kreves særskilt opplæring som det er for tynge tilhengere, eller om det bør settes konkrete konstruksjonsmessige krav til selve tilhengerne for å unngå velt. Å finne de nøyaktige årsakssammenhenger og nøyaktige grenseverdier for de ulike dynamiske karakteristika for tilhengerne og for bil og tilhenger sammen, vil kreve mere spesifiserte utprøvinger og forskning, noe som på bakgrunn av denne rapporten anbefales på det sterkeste.

Sett fra et juridisk ståsted er ferdsel med motorvogn med påkoblet tilhenger et enda større farepotensial enn ferdsel med motorvogn uten tilhenger. På denne bakgrunn stilles det et strengere krav til aktsomhet ved ferdsel med tilhenger. Rettspraksis viser at terskelen for den straffbare uaktsomhet ved bruk av tilhenger er svært lav. Føreren må med andre ord være særlig aktpågivende, hensynsfull og varsom når ferdselen foregår med tilhenger.

Abstract

This report deals with the driving characteristics of trailers up to 3500 kg intended for passenger cars and vans in category B and BE drivers licenses. The aim is to address the various challenges that arise when cars, with advanced driver support systems, use trailers that are only have mechanical devices for braking, suspension and heading stability. The research project has been funded by Regionalt Forskningsfond Midt-Norge, Fylkets Trafikksikkerhetsutvalg Trøndelag, and the Nord University, Handelshøgskolen Trafikkfaglige studier. Through the use of practical tests on a track, surveys, literature searches and interviews and dialogue meetings, an attempt was made to investigate how cargo trailers are affected by forces that can occur while driving on the road, as well as how cars with different types of electronic driver support systems are affected by trailers in different situations. Furthermore, it has been a goal to investigate how to ensure that drivers receive proper training in driving with trailers, and if our collected data can be used in developing VR simulation for use in training contexts as a contribution to more traffic-safe use of trailer. The laws according to these vehicles have been investigated, to find if they are suitable for road safety.

Findings show that many dealers of different types of car brands could not answer whether their cars had driver support systems that were also intended to handle trailers. Furthermore, it was discovered that statistics related accidents involving trailers are not specified.

The manufacturers of the trailers point out that they must adhere to strict regulations regarding their trailer chassis, brakes and towing, but also state that regarding equipment for carrying the load it is mostly regulated by the individual manufacturer. Tests carried out on the track with advanced measuring equipment show that the different trailers have different properties. Although some trailers have been found to affect the car more than others, it is not possible to claim that one type of construction affects the car and trailer more than others on a general basis.

The study's most important finding is that trailers that have underlying wheels with load up to maximum payload overturn at speeds well below the car's limit value. In the tests on the track, the trailer overturned at 62-65 km/h in a maneuver the car alone effortlessly makes in 75-80 km/h. This is a dramatic difference, especially as this happens with a trailer that does not require additional training to drive. For this category of trailers, consideration should be given to whether special training should be required as it is for heavier trailers, or whether specific structural requirements should be set for the trailers themselves to avoid overturning. Finding the exact causal relationships and exact limit values for the various dynamic characteristics of the trailers and of the car and trailer together will require more specific testing and research, which is strongly recommended based on this report.

From a legal point of view, motor vehicles with an attached trailer has greater danger potential than motor vehicles without a trailer. Hence there is a stricter requirement for care when driving with an attached trailer. Case law shows that the threshold for the criminal negligence of using a trailer is very low. In other words, the driver must be particularly vigilant, considerate and cautious when towing a trailer.

1 Innledning

Dette prosjektet omhandler kjøreegenskaper for tilhengere opp til 3500 kg beregnet for personbiler og varebiler i førerkortkategori B og BE. Prosjektet har som formål å utrede de ulike utfordringer som oppstår når biler, med høy grad av teknologiske førerstøttesystemer bruker tilhengere som kun er utstyrt med mekaniske innretninger for bremsing, fjæring og kursstabilitet. Det er lite tilgjengelig forskningsbasert materiale på hvordan de ulike tilhengerne sine kjøreegenskaper er når de utsettes for påkjenninger ved harde oppbremsinger og brå svingebevegelser (nødmanøver). Gjennom fysiske tester på testsenteret på Lånkebanen, har vi gjort målinger, beregninger og analyser på ulike tilhengere med ulik last og ulike belastninger. Samtidig har vi intervju av personell i både offentlig og privat sektor som gjennom sin stilling har, eller burde ha høyt kunnskapsnivå hva angår temaet. På bakgrunn av disse analysene, er det utredet teoretiske beregninger på tilhengerens kjøreegenskaper der dette er mulig. På samme måte er det testet hvordan tilhengerne påvirker bilens kjøreegenskaper, og om bilens førerstøttesystemer håndterer de krefter som tilhengeren påfører bilen. Det vil drøftes om de målinger og analyser som gjennomføres på bil og tilhengere sine bevegelser er tilstrekkelig for senere å kunne anvendes til modellering og simulering innen virtual reality-teknologi (VR-teknologi).

De funn og resultater forskningen frembringer vil ha stor betydning for bedrifter regionalt og nasjonalt innen trafikkopplæring i den forstand at de får kunnskap og verktøy til å oppfylle de nasjonale opplæringsmål som er satt gjennom den nylig reviderte Forskrift om trafikkopplæring og førerprøve § 11.3 pkt. 4. For tematikken i tilknytning til tilhengere signaliseres det et sterkt behov for forskningsbasert kunnskap. Med lite forskningsbasert viten om temaet vil det være en overhengende fare for at trafikkskoler og andre kurstilbydere som driver opplæring i bruk av tilhengere feilinformerer elever og brukere når det gjelder lasting og bruk. Resultatet av arbeidet kan også være interessante for trafiksikkerhetsorganisasjoner som Trygg Trafikk, bransjeorganisasjoner som Autoriserte Trafikkskolers Landsforbund (ATL), Norges Automobilforbund (NAF) og andre lignende organisasjoner som blant annet har som samfunnsoppdrag å informere sine medlemmer om bruk av ulike typer kjøretøy i en trafiksikkerhetsmessig sammenheng. Til sist kan også våre funn være interessant for myndighetene som skal regulere trafikken med slike kjøretøy gjennom relevant lovverk og relevante forskrifter.

Bakgrunnen for forskning på innvirkende faktorer på bil og tilhengere opp til 3500 kg sine kjøreegenskaper med last, tar utgangspunkt i tre ulike uttrykte behov:

1. Behov signalisert for kunnskap om denne tematikk fra forskningsrapport Sikring av last i varerom og på tilhenger for kjøretøy under 3500 kg (Robertsen, Sandvik, Skårdalsmo, & Taarnes, 2018) heretter beskrevet som SAL<3500kg, der alle funn indirekte og direkte i kombinasjon av etterspørsel fra tilhengerprodusentene gis et sterkt ønske om å undersøke denne problemstilling.
2. Behov signalisert gjennom nye krav i førerkortopplæring førerkortklassene B og BE, der det rapporteres fra bransjen at det ikke er tilgjengelig forskningsbasert kunnskap til hvordan kjøreegenskaper mellom bil og tilhenger opptrer ved maksimal belastning.
3. Behov tilkjenne gitt gjennom analyse av statistikk om ulykker der tilhenger på bil er involvert. Det ble avdekket under et førarbeid for denne studien, at hverken forsikringselskaper, Utekontrollenheten ved Statens Vegvesen eller Ulykkesanalysegruppen ved Statens vegvesen

ikke har noen entydig statistikk på i hvilken grad tilhengeren var utslagsgivende for ulykkesforløpet.

Mange av funnene fra rapporten SAL<3500kg (Robertsen et al., 2018) både hva gjelder kjøretøykrav, opplæring og ulykkesgranskning etterlater mange ubesvarte spørsmål og lite konkret informasjon/statistikk som er livsviktig for produsenter, kontrollorgan, etterforskende etater og fører. Sammenlignet med kurs for utstedelse av kompetansebevis på maskiner, kjøretøy og redskap, samt for arbeidsmaskiner generelt, har Arbeidsdirektoratet og brukere/bedrifter med utstrakt og grundig internkontroll, avviksmeldinger, ulykkesetterforskning og testing avdekket hva som skaper slitasje, feilbruk og nestenulykker/ulykker med skader på personer/materiell.

Når det gjelder kjøring med bil og tilhenger med last, er det store mørketall og mange brukere av slike kjøretøy er uvitende om, og har en likegyldig holdning til, hva det gjelder å ta hensyn til. I Stortingsmelding 40, 2015 - 2016 (Samferdselsdepartementet, 2015 - 2016), og dybdeanalyser fra trafikkulykker utført av Statens Vegvesen i 2005 – 2016 (UAG Statens Vegvesen, 2019) understrekes det fra mange perspektiv hva ukyndig transport av last skaper av personlige lidelser og samfunns-kostnader (Robertsen et al., 2018). Sist ute er Transportøkonomisk Institutt (TØI) med en rapport som understreker økt behov for kvalitetsstyring innen transport uavhengig av bransje eller førerkategori (Transportøkonomisk institutt, 2018). Fellesnevneren for alt som er sitert og henvist fra denne er at ukyndighet og likegyldighet er en risikoøkende faktor i seg selv, og det må til en heving av fokus på HMS-tenkning til både privatbilister, førere i næring og deres bedriftsledelse.

I Norstat-undersøkelsen som ble gjennomført under arbeidet med rapporten SAL<3500kg taler det brede lag av befolkningen klart og med et overbevisende stort tall: 81% vil ha mer råd og veiledning om de ulike element som angår sikring av last og bruk av tilhenger. Å kunne ha innsikt i, respekt for og motivasjon for å forstå hvordan kjøretøyene oppfører seg, er av uvurderlig betydning. Dette med tanke på kjøretøyenes ulike konstruksjon, at de brukes under varierende forhold og at det er stort spenn når det gjelder den tekniske stand.

2 Problemformulering og forskerspørsmål

Å frambringe dokumentert kunnskap og å utrede muligheten for å nytte ny teknologi i opplæringsøyemed, utgjør 100% av forskningen i dette prosjektet. Prosjektets mål er å korrigere myte- og erfaringsbasert kunnskap til utprøvd og dokumentert kunnskap som kan nyttes av opplæringspersonell og brukere av tilhengere, samt av bedrifter som produsenter og forhandler tilhengere. Forskningens funn skal øke kompetansen til å gi kvalifiserte råd om hva som kan og bør forbedres innen tematikken bil og tilhenger på alle nivå for å bidra til og nå nullvisjon knyttet til hardt skadde og drepte i trafikken. Prosjektet er nytenkende og innovativt i den forstand at det skal utredes muligheter for bruk av VR-teknologi i opplæringsøyemed. Resultatene av våre undersøkelser og analyser vil belyse metodisk og pedagogisk hvordan VR kan nyttes som et supplement til den opplæring som utføres. I sum kan forskningen bidra til å bevisstgjøre opplæringspersonell, de som skal tilegne seg førerrett og de som allerede har førerrett, til i å ta samfunnsansvar for reflektert og trygg ferdsel med bil og tilhenger.

Det er stor konstruktiv forskjell mellom kjøretøyene bil og tilhenger med maksimal totalvekt opp til 3500 kg. Det gjelder både bremses, fjæring, ramme, chassis og elektrisk anlegg. Dette gjør at det reises mange spørsmål om hvordan en bil med moderne elektroniske førerstøttesystemer vil påvirkes av en tungt lastet tilhenger når det må bremses eller foretas plutselige kurskorrigeringer i vanlige landeveishastigheter.

Opplæringsinstitusjoner som driver føreropplæring, er pålagt å gjennomføre obligatorisk kurs på bane der en forsøker å gi elever opplevelse av hva som skjer når bilen brukes feil. Når det gjelder kjøring med tilhenger blir det hverken vist eller prøvd under føreropplæringen. Mye fordi dette er til dels farlig og kostnadskrevenne. Prosjektgruppen ser at en kan forsøke å gi denne opplevelsen virtuelt, altså gjennom VR-teknologi. Gjennom bruk av simuleringer innen VR-teknologi kan regionale bedrifter og kurstilbydere tilby sine kunder å få oppleve hvordan bil og tilhenger vil respondere ved ufordelaktig bruk på en sikker, men lite kostnadskrevenne måte.

Lovverk og forskrifter om tekniske krav til kjøretøy er uoversiktlig. I forskrifter henvises det ofte til direktiv/standarder som er vanskelig tilgjengelig. Uavhengig av faglig utgangspunkt, påpekes det at det er et behov for en redegjørelse for det gjeldende regelverket. En brukervennlig veiledning angående gjeldende regelverk etterspørres av opplæringsbedriftene.

2.1 Hovedmål

Utrede kjøreegenskaper på tilhengere og samspillet mellom bil og tilhenger i stigende hastighet og påkjønning.

2.2 Delmål:

- 1) Utrede hvordan tilhengere med last blir påvirket av sidekrefter som kan oppstå under kjøring på vei
- 2) Utrede hvordan bil med ulike typer elektroniske førerstøttesystemer blir påvirket av tilhengere i ulike situasjoner
- 3) Utrede hvordan en kan sikre at førere får en forsvarlig opplæring i å kjøre med tilhenger, og om VR brukt i opplæringssammenheng kan være et bidrag til mer trafikksikker bruk av tilhenger
- 4) Utrede om lovverk for krav til kjøretøy og kontroll, er tilstrekkelig for trygg ferdsel i trafikk med tilhenger
- 5) Utarbeide rapport med brukervennlig veiledning i tråd med myndighetenes visjon om null drepte og hardt skadde i veitrafikken

Arbeidspakke 1 jamfør delmål 1

Utprøvingene vil foregå på et egnet testsenter hvor det er mulig å prøve ut hvordan tilhengerne vil respondere ved ulike påkjønninger. Det vil utprøves styremanøvrer i ulike hastigheter og kurvatur med ulike lastkombinasjoner. Formålet er å kunne beskrive de faktorer som påvirker stabiliteten på tilhengerne. Beregningene vil gjøres gjennom matematiske formelverk som beskriver forholdet mellom friksjon, bevegelseskrefter, høyde og breddeforhold.

Arbeidspakke 2 jamfør delmål 2

Det vil gjøres en analyse i forhold til bilens førerstøttesystemer gjennom å registrere bilens kjøreegenskaper med og uten tilhenger. Dette gjøres gjennom å registrere bilens spor gjennom ulike kjøremanøvrer, og måle eventuelle endringer når de samme manøvrerne kjøres med tilhenger. Disse målingene skal danne grunnlaget for å kunne beregne forskjellen i forsvarlig hastighet når en kjører med eller uten tilhenger.

Arbeidspakke 3 jamfør delmål 3

Prosjektet vil i samarbeid med Norwegian Transport & Safety Center og deres forskersteam finne hvilke målinger og data som er nødvendig for at tilhengerne sine bevegelser skal kunne beskrives i matematiske algoritmer for simulering innen VR. Videre ønsker man å finne ut om VR kan være nyttig i opplæringssammenheng. Faggruppen vil gjennom en spørreundersøkelse til opplæringsinstitusjoner, som driver med føreropplæring i Norge, finne ut hvordan de ser på VR som supplement for å nå de

mål som står i de nasjonale opplæringsplaner, og om de ser for seg å bli brukere av VR-baserte opplæringsprogrammer.

Arbeidspakke 4 jamfør delmål 4

Lov- og forskriftsverket er svært uoversiktlig og vanskelig tilgjengelig. Prosjektet vil derfor gjøre litteratursøk i lover og forskrifter, i forarbeidene til disse, samt i rettspraksis. Formålet er å kunne formidle og gjengi gjeldende regelverk på en brukervennlig måte til de som driver opplæring og brukere for øvrig.

Arbeidspakke 5 jamfør delmål 5

Prosjektet vil utarbeide en rapport på bakgrunn av de funn som blir gjort knyttet til prosjektets hovedmål og delmål. Rapporten skal gjøres offentlig tilgjengelig, og markedsføres gjennom de kanaler som er formålstjenlig. Faggruppen vil stille på relevante konferanser og seminarer for å offentliggjøre de funn forskningen gir. De funn som forskningen frambringer vil danne grunnlag for vitenskapelige artikler om temaet.

3 Metode

For å samle inn data er det anvendt ulike former for metoder. De ulike metoder og i hvilken hensikt de er anvendt er beskrevet under.

3.1 Praktiske tester på bane

For å samle data knyttet til kjøreegenskapene, ble det gjort utprøvinger på bane. Disse skulle avdekke hvordan bil og tilhenger responderte på brå rattbevegelser, kjøring på glatt føre og til sist hvordan sidekrefter generelt påvirker kjøretøyene. Både bil og tilhenger var utstyrt med avansert måleutstyr som måler både horisontale og vertikale krefter. Samtidig ble det brukt kamera for også visuelt å kunne kontrollere kjøretøyenes bevegelsesmønster.

3.2 Spørreundersøkelser

Som et ledd i forarbeidet til selve undersøkelsene om de ulike førerstøttesystemer i bil, ble det gjort en spørreundersøkelse blant forhandlere i regionen for å kunne kartlegge hvilke kjøretøy som hadde ulike former for tilhengerassistanseutstyr som en standard, eller som en opsjon. Samtidig kunne denne spørreundersøkelsen si noe om de ulike forhandlere, av ulike bilmerker, sin kunnskapsstatus på området.

3.3 Litteratursøk (forundersøkelser)

Innenfor temaene kjøretøykonstruksjon og fysikk er det både beskrevet ut fra generell fysikk og kjøretøykonstruksjon, og gjort søk i relevante oppslagsverk. Det siste spesielt når det gjelder de mer spesielle opplysningene om de ulike kjøretøy og komponenter. Disse blir sammenholdt med data fra intervju og dialogmøter med spesialister innen de ulike områder. Det er innhentet aktuelle ulykkesrapporter der tilhengere har vært involvert i ulykken fra ulykkesanalysegruppen (UAG) i Statens Vegvesen.

3.4 Intervju / dialogmøter

I den hensikt å få kunnskap om ulike sider ved konstruksjon og bruk av tilhengere og kjøretøy, ble det foretatt dialogmøter med ulike ressurspersoner, bedrifter og etater. Innenfor kjøretøy ble det avlagt dialogmøte med Møllergruppen Oslo, og det ble gjort dialogmøte hos Statens Vegvesen med tanke på kontroll og utekontroll. For å innhente data vedrørende konstruksjon av tilhengerne, avla deler av forskergruppen de tre største produsentene av tilhengere i Norge et besøk, hvor det på

forhånd var avtalt et dialogmøte. Produsentene (Tysse, Gaupen og Tredal) hadde fått informasjon på forhånd at forskergruppen var interessert i å få kunnskap om de ulike krav og utfordringer som de opplevde i hverdagen. Samtidig hadde forskergruppen ulike spørsmål knyttet til konstruksjon av tilhengere. Data ble samlet ved å gjøre notater fra dialogene med representantene.

4 Forundersøkelser

4.1 Ulykker med tilhenger

4.1.1 Ulykkesstatistikk

Å finne entydig statistikk når det gjelder skader og ulykker der tilhenger har vært involvert har vist seg å være utfordrende. Tallene som framkommer er noe tvetydige, og det anbefales at den som vil arbeide videre med disse tallene viser stor forsiktighet med å bruke tallmaterialet ukritisk.

Forskergruppen har utført en gjennomgang og av siste publiserte dybdeanalyse av dødsulykker i vegtrafikken for 2017 fra Statens Vegvesen (Statens Vegvesen, 2018). Denne er på mange måter førende for konkrete tiltak både i Nasjonal transportplan, utvikling/ending av lovverk, krav til fører/kjøretøy, førerrettopplæring og holdningskampanjer. Hverken i denne, eller øvrige analyser tilbake til 2005 (UAG Statens Vegvesen, 2019), har kjøretøyet *tilhenger* blitt nevnt i seg selv eller i sammenheng med motorvogn klasse M1 opp til 3500 kg underlagt førerkortklasse B og BE.

Dette til tross for at det i statistikk fra SSB (Tabell 1) var registrert 1.087.327 tilhengere med totalvekt opp til 3500 kg.

I all litteratur blir kjøretøy som moped/MC, personbil/varebil og opp til tunge kjøretøy behørig nevnt og statistisk begrunnet. Statistikken er godt beskrevet hva ulykkesårsaker angår, og hvilke forbedringer som konkret må til for å nå nullvisjonen både i seg selv og i samspill med andre trafikantgrupper. Kjøretøygruppe O1 og O2 (tilhenger<3500 kg) har derimot noe manglende oppfølging på dette området. Dette på tross av at tilhenger, med unntak av personbil, er sterkest representert i folks eie både privat og i næringsssammenheng.

Tabell 1 Antall registrerte kjøretøy i Norge i 2018 opplyst fra SSB (Statistisk sentralbyrå, 2019) (representant fra SSB har begrenset «tilhengere» til de tilhengere under 3500 kg)

1 087 327	tilhengere < 3500 kg
2 768 864	personbiler
476 873	varebiler
72 405	lastebiler
15 634	busser
284 679	traktorer
163 436	mopeder
192 536	motorsykler (lette og tunge totalt)
89 280	snøscootere

Etter grundige undersøkelser ble det utformet to tabeller på ulykkesstatistikk fra SSB (Statistisk sentralbyrå) og SSV (Statens vegvesen). Etter god hjelp fra disse to instansene har vi kartlagt kjøretøykode 51 (personbil med tilhenger) og 52 (varebil med tilhenger) og hentet ut følgende ulykkesstatistikk:

SSB – ulykkesstatistikk hvor person og varebil med hengere er innblandet i veitrafikkulykker med personskaade på 5 års perioder i tidsrommet 1977 – 2017

Tabell 2 SSB ulykkesstatistikk (Tabellen er utformet av forfatterne basert på (Statistisk sentralbyrå, 2019))

	1977	1982	1987	1992	1997	2002	2007	2012	2017
I alt	99	54	20	33	53	58	63	65	42
Personbil/stasjonsvogn med henger	94	48	12	28	37	39	32	43	27
Varebil med henger	5	6	8	5	16	19	31	22	15

Det understrekes fra SSB at disse tall er fra Politiet. Mindre alvorlige ulykker kan være underrapportert, men det gjelder i mindre grad når motorkjøretøy er involvert. Rene materiellulykker er ikke med.

Statens vegvesen – antall kjøretøy i personskader per år fra 2008 til 2017:

Tabell 3 SSV - ulykkesstatistikk (Tabellen er utformet av en representant fra Statens vegvesen)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Kombinert bil/tilhenger	6	3	9	5	4	7	9	7	1	4
Personbil/tilhenger	59	45	50	56	49	43	30	35	34	33
Varebil/tilhenger	34	24	33	14	19	19	24	16	11	15
Totalt	99	72	92	75	72	69	63	58	46	52

Totalt i perioden 2008 - 2017 har det vært registrert 698 personskader i ulykker der person/varebil med tilhenger har vært involvert.

Hva alle de tre overnevnte tabellene angår, er det ut fra rutiner på registrering forbehold om at oppgitte tall kan variere grunnet underrapportering og at kjøretøygruppen *tilhenger* utelates delvis og helt flere steder. Det er heller ikke mulig å si noe om tilhengerens medvirkende eller avgjørende faktor til ulykken og dets utfall.

4.1.2 Ulykkesårsaker

Årsakene til at ulykker oppstår kan være sammenfattende og bestå av flere ulike faktorer. Forskergruppen har i dette prosjektet forsøkt å få innsyn i ulike ulykkesrapporter og dommer som kan belyse ulykkesårsakene der person-/varebil med tilhenger har vært ut for en ulykke. Som nevnt i kapittelet om ulykkesstatistikk, finnes det ufullstendig og til dels fraværende statistikk rundt ulykker i kombinasjon med lette tilhengere. Forskergruppen har derfor, i kombinasjon med UAG-rapporter og dommer, valgt å gjøre en landsdekkende fordypning i artikler fra media over en tidsperiode tilnærmet identisk med dybdeanalyser på dødsulykker som har en utstrekning fra 2005 til 2019. Dette for å kunne gi et bilde på hvilke ulykker som er mest representert.

Forskergruppen gjør oppmerksom på det faktum at det her er store mørketall grunnet underrapportering basert på fritak for EU/PPK-kontroll og forsikring som gjør at tilhengere med kjøretøykode 51 og 52 involvert i ulykker ofte registreres som kun bil. Forskergruppen har fått innsyn i UAG-rapporter som er unntatt offentligheten, og det vil derfor ikke bli lagt vekt på verken navn, kjøretøymerke eller andre opplysninger som ikke har relevans for dette prosjektet. Forskergruppen er underlagt taushetsplikt og ønsker å vise respekt overfor pårørende og andre involverte i hver enkelt ulykke. På grunn av at rapportene er unntatt offentligheten, vil det ikke være kildehenvisninger til en del av ulykkesårsakene som gjengis.

Fire gjentakende ulykkesårsaker knyttet til bil med henger opp til 3500 kg

- 1) Feil kuletrykk/lasttyngdepunkt som gir pendling/velt.
- 2) Manglende teknisk forskriftsmessig/forsvarlig stand
- 3) Feil sikring av last som påvirker kjøreegenskapene
- 4) Manglende tilkoblingsrutiner

Som det første punktet viser, kan feil kuletrykk/lasttyngdepunkt (LTP) føre til at tilhengeren får en pendlingseffekt eller velter. Flere artikler og uttalelser fra bl.a. Politi, SSV, Trygg trafikk og vitner bekrefter at dette har hatt påvirkning for ulykker og omfang. Artiklene viser til at det å plassere og sikre last forskriftsmessig, både sideveis og i fartsretningen, er noe svært få kontrollerer før en kjøretur. Dette uavhengig om det fraktes privat eller i næringssammenheng. I en UAG-rapport som forskergruppen har fått innsyn i, nevnes det at: «tilhengerens aktuelle tyngdepunkt ga et negativt kuletrykk og manglende stabilitet». Dette ble kategorisert som en «avgjørende betydning» for ulykken. Rapporten begrunner dette med at: «...et langt overheng som ved kjøring kunne gitt tilhengeren en gyngeseffekt som ville bidratt til å variere kuletrykket. Dette har trolig ført til at hengeren har vært ustabil og begynt å pendle sideveis bak bilen». Videre har rapporten konkludert med at. «plassering av last på tilhenger gav en plassering av tyngdepunkt som ikke gav et stabilt vogntog».

Det andre punktet omhandler manglende teknisk forskriftsmessig/forsvarlig stand. Tilhengere opp til 3500 kg totalvekt er fritatt EU/PKK-kontroll. I samtale med lokal utekontroll i Trondheim får vi bekreftet at alle tilhengerne de kontrollerer har tekniske mangler av ulik art (Utekontrollen, 2019). Utekontrollen skal i henhold til sine retningslinjer valgt å prioritere tyngre kjøretøy og dermed er det mindre ressurser avsatt til kontroll av lette kjøretøy. Manglende vedlikehold forsterkes i negativ retning av at mange tilhengere står lagret ute under hele året. De tas ut om våren og settes bort om høsten, oftest uten at det utføres service eller kontroll. Bremsruster fast, dekk forringes og det elektriske anlegget kan få funksjonsfeil for å nevne noe. En UAG-rapport skriver dette under beskrivelsen av en tilhenger som har vært av årsaksbetydning til en ulykke: «Generell tilstand: ikke i forskriftsmessig stand, ville gitt kjøreforbud. Manglede bremsevirkning på fremste aksel. Stor vandring og bunnslag i bremsenes påløpsordning». Videre har rapporten gitt forslag til nasjonale tiltak på bakgrunn av funnene: «Vurdere innføring av periodisk kontroll av tilhengere under 3500 kg. Erfaring fra utekontrollmiljøet har avdekket at mangelfull teknisk tilstand på tilhengere under 3500 kg kan være et sikkerhetsproblem».

Det tredje punktet omhandler feil sikring av last som kan påvirke tilhengerens kjøreegenskaper. I dette ligger det også at feil sikret last kan falle av tilhengeren og skape farlige situasjoner for bakomliggende og møtende trafikk. I FoU-rapporten, sikring av last i varerom og på tilhengere for kjøretøy under 3 500 kg (2018), nevnes det at 32 prosent av deltakerne i en spørreundersøkelse har sett konsekvensene av manglende sikring av last i trafikken. I samme rapport nevnes det at 34 prosent av deltakerne har følt usikkerhet i forbindelse med egen og andres last. Det nevnes også at i perioden 2005 til 2016 er det totalt 25 dødsulykker der dårlig sikring av last har vært en medvirkende årsak. Det er viktig å poengtere at disse dødsulykkene gjelder både sikring av last i varerom og på tilhenger. Når det gjelder tilhengerens kjøreegenskaper, kan denne bli påvirket av dårlig sikret last. Dette gjelder spesielt i de tilfellene der dårlig sikring fører til en lastforskyvning i kjøreretning eller sideveis. Lastforskyvningen fører til at lasttyngdepunktet flytter seg, og vil påvirke tilhengerens kjøreegenskaper.

Det fjerde punktet omhandler manglende tilkoblingsrutiner. Dette punktet vil ikke påvirke kjøreegenskapene ved kjøring med bil og henger, men punktets viktighet gjør at den blir omtalt som en del av ulykkesårsakene. Media viser flere artikler hvor tilhengeren har falt av bilens tilhengerfeste under kjøring, og i flere av disse tilfellene har ikke tilhengerens påløpsbrems blitt aktivert av

sikkerhetswiren. Vegtrafikkloven § 23 poengterer at «før kjøring begynner, skal føreren forvise seg om at kjøretøyet er i forsvarlig og forskriftsmessig stand og at det er forsvarlig og forskriftsmessig lastet». Flere kilder påpeker at den sikreste måten å feste sikkerhetswiren på er å bruke kroken som er innebygget i de fleste bilers tilhengerfeste. Dette er noe flere bilmodeller har et tungvint og feildimensjonert patent på, og på enkelte modeller er dette blitt fjernet helt. I en dom fra Sandefjord tingrett, saksnr: 18-092655MED-SAFO (2018), har etterforskning og påtalemyndighet konkludert med en to-delt ulykkesårsak; 1. At tilhengerkoblingen ikke var godt nok utført, 2. At sikkerhetswire ikke var tilstrekkelig festet slik at påløpsbrems ikke ble aktivert da tilhenger løsnet fra bilens tilhengerfeste. En annen vanlig feil ved tilkobling av en tilhenger, er at tilhengerdraget ikke går i lås med tilhengerfestet på bilen. Ved tilkobling kan låsen slå ut ved berøring av bilens tilhengerfeste, og gi et inntrykk av at draget er blitt festet til bilens tilhengerfeste. I de tilfellene hvor tilhengerdraget har et rødt/grønt-merkesystem for låsen, vil fører kunne bli lurt til å tro at tilhenger er tilkoblet og i lås.

4.2 Fysikk

4.2.1 Innledning

I denne delen vil det redegjøres for de fysiske lover og konstruksjonsmessige realiteter som påvirker en tilhenger sine bevegelser i et generelt perspektiv. Redegjørelsen er på bakgrunn av generell fysikk og ikke direkte som følge av funn i denne studien. Dette er relevant for denne rapporten for å gi en helhetsforståelse for de faktorer som påvirker kjøreegenskapene til bil og tilhenger.

4.2.2 Fysikk

De viktigste fysiske lovene i denne sammenheng beskriver hvilke krefter og momenter som påvirker tilhengeren ved kjøring i sving. Hurtig retningsendring ved en unnamanøver, f.eks. «elgtesten», vil i fysikkens verden bli beregnet ut fra samme formelverk som kjøring i sving. Forskjellen blir i bunn og grunn radius på svingkurven, og unnamanøver blir dermed som å kjøre med (for) høy hastighet i en sving med liten radius, eller med andre ord; en krapp sving.

Kraft (F) måles i Newton (N) og er produktet av masse (m) og akselerasjon (a):

$$F = m \cdot a$$

I en rettlinjert bevegelse er akselerasjonen definert som hastighetsendring per tidsenhet. Når vi akselererer eller bremses (retarderer) må det overføres en kraft mellom kjøretøyet og underlaget (veien) og den maksimale kraften er begrenset av friksjonen mellom dekk og veibane, dvs. veigrepet. Når vi skal endre retningen til en masse, f.eks. bil eller tilhenger som er i bevegelse, dvs. kjøre en sving, må det også overføres krefter mellom dekk og veibane. Denne kraften kalles sentripetalkraft og akselerasjonen kalles sentripetalakselerasjon. I motsetning til akselerasjon under rettlinjert bevegelse som går på langs av kjøretøyet og tilhengeren, dvs. i fartsretningen, virker sentripetalakselerasjonen og -kraften på tvers av bilen og tilhengeren, dvs. inn mot senter i sirkelen som svingen er en del av. Sentripetalakselerasjonen (a) som oppstår når vi kjører med hastighet (v), målt i meter per sekund, i en sving med radius (r), målt i meter, blir:

$$a = \frac{v^2}{r}$$

Følgelig blir kraften som er nødvendig for å holde bilen og tilhengeren på veien i svingen:

$$F = m \cdot \frac{v^2}{r}$$

Den maksimale kraften som kan overføres mellom dekk og veibane blir også her begrenset av friksjonen (veigrepet). Det betyr at dersom den nødvendige kraften for å holde bil og tilhenger på veien i en sving er større enn den tilgjengelige kraften vil det oppstå skrens med påfølgende fare for uhell. Merk at kraften og akselerasjonen som er nødvendig for retningsendringen kalles hhv. sentripetalkraft

og -akselerasjon, mens kraften som prøver å trekke tilhengeren og dens last ut av svingen kalles sentrifugalkraft.

Men som vi vet kan også en tilhenger velte og vi skal i det etterfølgende se på faktorene som bestemmer hvorvidt det oppstår skrens, velt eller om svingen gjennomføres på en «udramatisk» måte.

4.2.3 Skrens

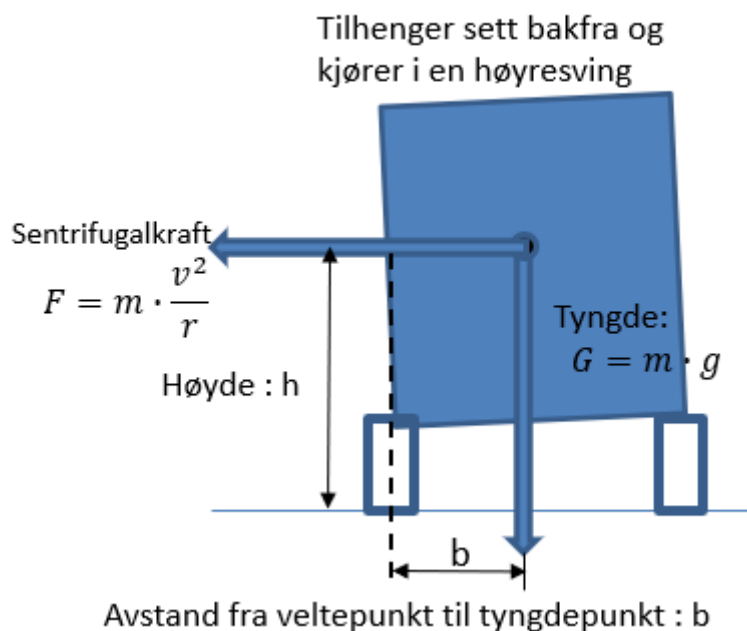
Friksjonen (veigrepet) beskrives av Friksjonskoeffisienten (μ) og kraften som trykker tilhengeren mot underlaget er produktet av tilhengerens masse (m) og tyngdens akselerasjon (g). Skrens oppstår når det maksimale veigrepet er like stort som det forbrukte veigrepet:

$$m \cdot \frac{v^2}{r} = \mu \cdot m \cdot g$$

Av dette kan vi utlede at den maksimale hastigheten i en kurve før det oppstår skrens blir:

$$v = \sqrt{\mu \cdot g \cdot r}$$

4.2.4 Velt



Figur 1 Oversikt over krefter og momenter som påvirker sannsynligheten for velt i sving (Knut Skårdalsmo)

Av figuren ser vi at det er to krefter som virker på tilhengeren; sentrifugalkraften som trekker tilhenger og last ut av svingen, og tilhengerens pluss lastens masse som trykker tilhengeren ned mot veien. Sentripetalakselerasjonen er ikke tegnet inn her; sentripetalkraften blir like stor, men med motsatt retning av sentrifugalkraften.

Produktet av tyngde, dvs. masse multiplisert med tyngdens akselerasjon, og avstanden fra tyngdepunktets angrepspunkt gir et stabiliserende moment, mens produktet av sentrifugalkraften og avstanden fra bakken (veien) opp til tyngdepunktet gir et moment som forsøker å velte tilhengeren.

Stabiliserende moment: $M = m \cdot g \cdot b$

Veltende moment: $M = F \cdot h = m \cdot a \cdot h = m \cdot \frac{v^2}{r} \cdot h$

Av dette kan vi utlede at kritisk hastighet (dvs. før det oppstår velt) blir:

$$v = \sqrt{\frac{b}{h} \cdot g \cdot r}$$

Kritisk sideakselerasjon ved velt: $a = \frac{b}{h} \cdot g$

Når vi i tillegg tar hensyn til veigrepet, med friksjonskoeffisient (μ), kommer vi fram til at:

Friksjon mellom dekk og veibane: $a = \mu \cdot g = \frac{b}{h} \cdot g$

Overgangspunktet mellom velt og skrens er med andre ord når friksjonskoeffisienten er lik forholdet mellom bredde og høyde:

$$\mu = \frac{b}{h}$$

Det er fare for velt når: $\mu > \frac{b}{h}$

Det er fare for skrens når: $\mu < \frac{b}{h}$

I praksis betyr dette at godt veigrep og en tilhenger med høyt tyngdepunkt vil velte dersom hastigheten i svingen blir for stor, mens den samme tilhengeren vil skrense når veigrepet er dårlig, f.eks. på vinterføre.

Tabellen nedenfor gir en grov inndeling/oversikt over en tilhengers tilbøyelighet til å velte eller skrense når den kritiske hastigheten blir overskredet og bokstavene som er benyttet er i henhold til figuren og formlene ovenfor. Bredden angir som nevnt avstand fra tyngdepunktet til veltepunktet, dvs. halve sporvidden dersom tyngdepunktet ligger midt mellom hjulene, mens høyde er høyden fra bakken opp til tyngdepunktet. Faregradene for velt og skrens er for enkelhets skyld satt til «Stor», «Middels» eller «Liten».

Tabell 4 Tilhengerens tilbøyelighet til å velte eller skrense når den kritiske hastigheten blir overskredet (Knut Skårdalsmo)

Tyngdepunktets plassering		Veigrep (friksjon, μ)		Fare for	
Bredde (b)	Høyde (h)			Velt	Skrens
Bred	Lav	Godt		Liten	Liten
			Dårlig	Liten	Stor
	Høy	Godt		Stor	Liten
			Dårlig	Middels	Stor
Smal	Lav	Godt		Middels	Liten
			Dårlig	Liten	Stor
	Høy	Godt		Stor	Middels
			Dårlig	Middels	Stor

Av tabellen kan vi lese oss fram til at tilhengerens last og konstruktive utforming samt dekkutrustning og føreforhold har stor betydning for dens kjøresikkerhet (kjøreegenskaper). En tilhenger med skjevt fordelt last slik at tyngdepunktets plassering (b) ligger nær høyre veltelinje (høyre hjul) vil lett kunne velte i en venstresving, men være svært stabil og evt. skrense før den velter i en høyresving.

Et annet forhold som vil påvirke tilhengerens tilbøyelighet til å velte er fjær/demperkaraktistikk. Myke fjærer og støtdempere vil tillate mer krenkning i sving og krenkning medfører forskyvning av tyngdepunktets plassering og « b » i Figur 1 reduseres.

4.3 Tilhengere og deres konstruksjon

4.3.1 Grunnleggende konstruksjon

Sammenlignet med en moderne person- eller varebil er en chassiset (ramme, hjuloppheng og bremsesystem) til en tilhenger av den type som omhandles i denne rapporten i utgangspunktet en svært enkel konstruksjon og dette gjelder uansett hvilke(t) bruksområde(r) tilhengeren er konstruert for. Mens en moderne person- eller varebil har avanserte elektronisk styrte førerstøttesystemer som f.eks. blokkeringsfrie bremses («ABS-bremses») og stabilitetskontroll («ESP») har selv de mest

moderne tilhengerne som markedsføres i Norge (og Europa) mekaniske innretninger for bremsing, fjæring og kursstabilitet.

4.3.2 Rammekonstruksjoner

Mens personbiler, de fleste SUV og varebiler i dag har selvbærende karosseri er tilhengere fortsatt bygget opp av en rammekonstruksjon med påbygg tilpasset bruken av tilhengeren. En fordel med rammekonstruksjon er at én og samme ramme kan påmonteres et utall ulike påbygg hvilket selvsagt forenkler og rasjonaliserer produksjon av tilhengere. Rammen må selvsagt være konstruert og dimensjonert for å tåle tilhengerens maksimale nyttelast (pluss en sikkerhetsmargin). Stål er det klart mest benyttede konstruksjonsmaterialet og det finnes en rekke ulike ståltyper. Ved å benytte høyfaste stålkvaliteter kan rammen gjøres både lett og sterk.

Det er to hovedprinsipper for sammenføring av rammekonstruksjoner; bolter/nagler og helsveist. Bolter og nagler benyttes gjerne på tilhengerne med lavest nyttelast, mens de større tilhengerne i all hovedsak har helsveiste rammer. Uansett sammenføyningsmetode benyttes vanligvis galvanisering for å gjøre rammene korrosjonsbestandige.

En sterk ramme produsert i høyfast stål, dvs. en lett ramme, vil være et godt utgangspunkt for å få en tilhenger med høy nyttelast i forhold til tilhengerens egenvekt. På den annen side vil lett ramme medføre at tyngdepunktet for en lastet tilhenger blir høyere og dette vil være negativt med tanke på stabilitet mot velt. Dersom en tilhenger anskaffes for å transportere last som gir høyt tyngdepunkt kan det med tanke på tilhengerens kjøreegenskaper derfor være mest hensiktsmessig å anskaffe en tilhenger med høy egenvekt.

Som beskrevet i fysikkdelen av dette kapitlet er sporvidden en svært viktig parameter med tanke på tilhengerens stabilitet mot velt. Små og mellomstore tilhengere har ofte hjulene plassert under lasteplatten, mens de større tilhengerne ofte har hjulene på utsiden av lasteplatten, ofte omtalt som «utenpåliggende hjul». Rent bruksmessig vil plassering av hjulene under lasteplatten gi en bredere lasteplatt (økt areal på lasteplatten), men med en ulempe i større høyde fra bakken opp til lasteplatten. Utenpåliggende hjul vi ha motsatte fordeler og ulemper.

Om vi kun ser på tilhengerens kjøreegenskaper er det utvilsomt utenpåliggende hjul som er den beste løsningen. Lavere tyngdepunkt av last og større sporvidde bidrar begge i positiv retning med hensyn på stabilitet mot velt. Stabilitet mot skrens vil for begge typer hjulplassering først og fremst være avhengig av friksjon (veigrep), men av det som her er sagt kan man selvsagt avlede at en bred og lav tilhenger har et større friksjonsområde hvor den vil skrense istedenfor å velte. En tilhenger med to akslinger vil normalt ha høyere egenvekt og dermed lavere tyngdepunkt uansett last.

4.3.3 Påbygg

Det er tilnærmet uendelig mange måter å lage påbygg til en tilhenger, og en liten kikk i katalogene fra de største leverandørene viser hvor allsidig en tilhenger kan være. Av den grunn er det lite hensiktsmessig å liste opp alle mulige typer påbygg så vi velger her å fokusere på hvordan påbygg og påfølgende opplasting av tilhengeren påvirker dens kjøreegenskaper.

Vi kan som et eksempel se på en «skaphenger», dvs. en tilhengerramme som er påbygd et lukket lasterom, f.eks. en tilhenger for frakt av hest (hestehenger). De største «skaphengerne» har full stålhøyde innvendig og dersom en slik tilhenger lastes full, dvs. fullt lasterom og maksimal nyttelast, med en homogen last vil lastens tyngdepunkt være midt i lasten og følgelig være relativt høyt over bakken (stor «h» i Figur 1). I forhold til samme nyttelast ved transport av f.eks. jernplater plassert på gulvet i tilhengeren vil det være en svært stor forskjell i stabilitet mot velt. Sporvidden er konstant, mens høyde «h» øker med bortimot én meter.

Vi kan belyse dette med et lite regneeksempel:

Sporvidde = 2,0 m => Bredden «b» \approx 1,0m (veltepunktet er strengt tatt midt i dekket, men i dette eksempelet runder vi av til halve sporvidden):

- 1) Høyde «h» med homogen last: $h=1,2\text{m}$
- 2) Høyde «h» med tung last (f.eks. jernplater) lagt på gulvet: $h=0,6\text{m}$

Kritisk hastighet for velt i kurve med radius 30 meter:

$$1) v = \sqrt{\frac{1}{1,2} \cdot 9,81 \cdot 30} = 15,7 \text{ m/s} \approx 56 \text{ km/t}$$

$$2) v = \sqrt{\frac{1}{0,6} \cdot 9,81 \cdot 30} = 22,1 \text{ m/s} \approx 80 \text{ km/t}$$

En heving av tyngdepunktet med kun 0,6 meter gir dermed en svært stor reduksjon i sikker hastighet i en kurve. Dersom vi holder fast på $h=0,6\text{m}$ (mao. lav tung last) må vi ned på en sporvidde på 1,0m ($b=0,5$) for å komme ned i 56 km/t som kritisk velte-hastighet.

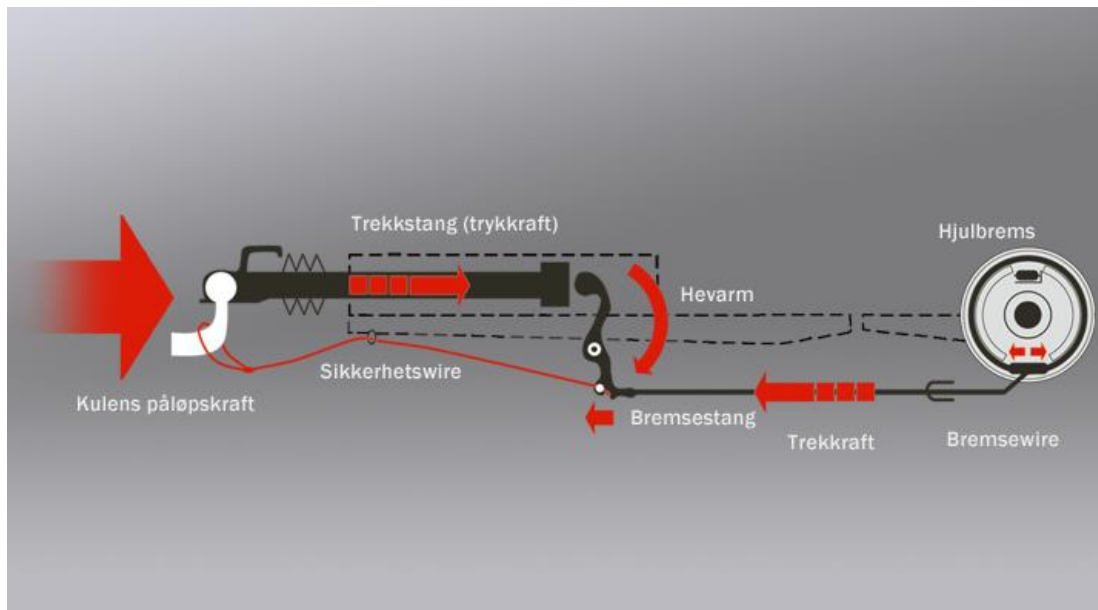
$$v = \sqrt{\frac{0,5}{0,6} \cdot 9,81 \cdot 30} = 22,1 \text{ m/s} \approx 56 \text{ km/t}$$

Dette viser med all tydelighet at tyngdepunktets høyde over bakken har betydelig større farepotensiale enn smal sporvidde. Det er lett å bli forledet til å tro at stor sporvidde gir stabilitet mot velt selv når den blir lastet slik at tyngdepunktet kommer høyt over bakken, men de fysiske lovene taler sitt tydelige språk.

4.3.4 Bremskonstruksjoner

Krav til brems på tilhengere som omfattes av denne rapporten er nedfelt i EU-direktiv 98/12/EF (Kommisjonen for de europeiske fellesskap, 2000). Denne beskriver at tilhengerne med tillatt totalvekt over 750 kg er pålagt å ha bremsesystem/driftsbrems og felles for bremsesystemene på den type tilhengere som omhandles i denne rapporten er at bremsen er av typen påløpsbrems, dvs. at tilhengerens brems aktiveres av at den trykkes mot bilens tilhengerfeste når bilen retarderer (bremser). Tilhengerens bremskraft er dermed proporsjonal med bilens retardasjon. For at ikke påløpsbremsen skal aktiveres ved små retardasjoner, f.eks. motorbrems, samt hindre rykk og slag er det lagt inn en fjær eller annen forspenning og støtdemper i påløpsbremsesystemet. Fjæren/forspenningen har som funksjon å hindre at påløpsbremsen aktiveres for lett og støtdemperen bidrar til at relative bevegelser mellom bil og tilhenger dempes.

Overføringen fra påløpsbremseanordningen til hjulbremsene skjer ved hjelp av stag og/eller wirer og hjulbremsene på majoriteten av tilhengere er av typen trommelbrems. Fordelen med trommelbrems er at de er relativt robuste og lite utsatt for degenerering pga. salt og andre forurensninger. Forutsatt korrekt vedlikehold, justering og generelt ettersyn, gir dette et godt og stabilt bremsesystem. Men som alle andre mekaniske innretninger vil manglende vedlikehold over tid medføre at bremsenes effektivitet/virkning avta og det er dessverre all grunn til å tro at mange tilhengere har brems som er helt eller delvis ute av funksjon. Figur 2 viser en prinsippskisse av funksjonaliteten til et påløpsbremsesystem.



Figur 2 Illustrasjon av et påløpsbremsesystem fra AL-KO. (Utarbeidet fra katalog (AL-KO, 2018))

På ekstremt glatt vinterføre kan forspenningen medføre at bilen ikke oppnår tilstrekkelig retardasjon til at påløpsbremsen aktiveres i særlig grad og dette gir en stor økning i bremselengde pga. at bilen «dyttes» framover av tilhengeren som da ikke har noen, eller svært lav, bremseeffekt. Det er tillatt å ha helårsdekk med M+S-merking på tilhengere og på glatt vinterføre er det rimelig å anta at slike dekk har betydelig dårligere friksjon (veigrep) enn gode vinterdekk. Dette forholdet forsterkes på eldre tilhengere hvor gummiblandingen i dekkene har mistet mye av egenskapene. Dårlig veigrep på tilhengeren og godt veigrep på bilen kan lett medføre blokkering av tilhengerens hjul med påfølgende tap av kontroll (skrens).

4.3.5 Fjæringssystemer

Sammenlignet med moderne vare- og personbiler, på samme måte som rammekonstruksjon og bremsesystemer, er fjæringssystemene på tilhengere svært enkle konstruksjoner. Vi kan skille mellom tre hovedtyper:

- 1) Torsjonsfjærer
- 2) Bladfjærer
- 3) Skruefjærer (ofte feilaktig omtalt som «spiral-fjærer»)

Hva som er den beste løsningen avhenger av mange forhold, men felles for de alle er at de i tillegg til fjæren har en støtdemper. Så vi kan si at komponentmessig har en tilhenger de samme komponenter i hjuloppheng/fjæringssystem som en person- eller varebil. Det kan legges til at torsjonsfjærer og bladfjærer har en viss egendemping og derved mindre behov for en effektiv støtdemper.

Men i motsetning til en person- eller varebil er det svært stor prosentvis forskjell på tilhengerens egenvekt og dens tillatte totalvekt. Fjæring- og dempersystem må tilpasses tilhengerens tillatte totalvekt og dette betyr i de fleste tilfellene at en tom eller lett lastet tilhenger vil ha en fjær/demperkarakteristikk som er lite egnet. Konsekvensen av dette er at en tom eller lett lastet tilhenger vil kunne «hoppe og sprette» på ujevnt underlag og dersom dette skjer i en sving kan det resultere i at tilhengeren skrenser.

I motsatt fall, dvs. en fjær/demperkarakteristikk som er tilpasset en lett lastet tilhenger, vil tilhengeren krenge mer i sving med tilhørende økt risiko for velt (ref. Kap. 4.2.4; Fysikk) og lettere komprimere

fjæren fullstendig når tilhengeren passerer ujevnheter i veien, telehiv, hull osv., slik at det oppstår skade på ramme og/eller hjuloppheng.

4.4 Annet om konstruksjon

4.4.1 Godkjenningsordninger

Forskriften som ligger til grunn for selve godkjenningen av tilhengeren er Forskrift om godkjenning av bil og tilhenger til bil. Forskriften kalles også bilforskriften (Bilforskriften, 2012). Hver tilhenger har et opprinnelsessertifikat, og det er produsenten selv som framskaffer disse

Opprinnelsessertifikat for kjøretøy.



0.1. Fabrikant:	TYSSE
0.2. Kjøretøyets type:	O2
0.2.1. Eventuell handelsbetegnelse:	6221
0.6. Kjøretøyets identifika sjonsnumm er:	YYB6221FJKS279608
0.8. Adresse på samlefabrikk:	Tysse Mekaniske Verksted AS 5284 Tyssebotnen

Bremser:	KNOTT 20-2425/1	Påløp:	KNOTT AV/KF13
Kulekobling:	KNOTT KK14 Ausf.B		
Std. dekk f/b:	195/70R14	Std.felg f/b:	14 x 6 J
Li:	84	Min innpress	30mm.
Maks sporvidde f/b:	1770mm	Antall aksler:	1
Akselavstander 1,2)	296,7cm/0		
Lengde:	416,8 cm	Bredde	198,4cm.
Høyde:	219,8cm.		
Tillatt totalvekt	1000kg.	Egenvekt	423 kg.
Egenvekt kobling	43kg.	Egenvekt bakaksel	380 kg.
Nyttelast	577kg.		

		Tilfredsstillers kravnivå
3B	Bakre verneinnretning	ECE 58.02* EU 2016/1004
4A	Flate for montering av bakre kjennemerke	EF 661/2009* EU 1003/2010
9A	Bremser	ECE 13.11* EU 2016/1004
10.1	Elektromagnetisk støy	72/245/EØF*2006/28EF
18A	Understelsnummer og fabrikkasjonsplate	EU 249/2012* EU523/2012
20A	Lysmontering	ECE 48.06 * EU523/2012
21A	Refleks for bil og tilhenger	ECE 03.02* EU 523/2012
22A	Markeringslys foran og bak, stopplys og toppmarkeringslys	ECE 07.02* EU 523/2012
22C	Sidemarkeringslys for bil og tilhenger	ECE 91.00* EU 523/2012
23A	Retningslys for bil og tilhenger	ECE 06.01* EU 523/2012
24A	Kjennemerkelys	ECE 04.00* EU 523/2012
25B	Glødepære i godkjent lykt	ECE 37.03* EU 523/2012
28A	Tåkelys bak	ECE 38.00* EU 523/2012
29A	Ryggelys	ECE 23.00* EU 523/2012
43A	Innretninger mot vannsprut	EU 109/2011
46	Dekk	2005/11/EF
46A	Montering av dekk	458/2011
48	Masser og dimensjoner	EF 661/2009*EU1230/2012
50A	Mekaniske koblingsdeler	ECE 55.01*EU523/2012
63	Generell sikkerhet	EU523/2012

Figur 3 Opprinnelsessertifikat for kjøretøy

Representanter fra en av produsentene formidler at når det angår kjøreegenskaper er det et viktig poeng at det kun er krav til drag og aksling, samt hvordan påbygg var innfestet til disse (Tysse, 2019). Når det gjelder påbyggets mål i bredde, lengde og høyde, hadde produsentene ikke noen regelverksbegrensninger. Her er det produsentens beregninger og skjønn som er den avgjørende faktor. Spesielt høyde og bredde forholdet er av avgjørende betydning for veltefare. En av produsentene har lagt seg på en tommelfingerregel at høyde på påbygg ikke skulle overstige hengerens sporvidde. Produsenten etterlyste et klarere og utprøvd regelverk for å sikre den trafiksikkerhetsmessige delen av tilhengeren. Alle tre produsentene testet selv sine produkter, men beskriver at

testene primært har som formål å teste holdbarhet, og ikke kjøreegenskaper (Tysse, 2019), (Gaupen, 2019) (Tredal, 2020). Godkjenningsprosessen blir omtalt som en komplisert prosess av alle produsentene, og brukte konsulenter og godkjenningsskyndige i andre land. Når det gjelder «småseriegodkjenning» gjøres det på nasjonalt plan. Det er egne krav til tilhengere som skal frakte dyr. Det er mattilsynet som setter slike krav.

4.4.2 Teknisk utstyr

Når det gjelder de ulike deler som en tilhenger er bygget opp av, er slike ting som drag, bremsesystem og akslinger, inklusive fjæringssystem, noe som stort sett anskaffes som et ferdig produkt fra eksempelvis produsenter som AL-KO, Peitz eller Knott. Men det var også innenfor disse hoveddelene ulikheter da blant annet en av tilhengerprodusentene konstruere og bygger tilhengerens fjæringssystem selv. Det er noe ulikt hvordan produsentene skaffer de ulike deler til påbygg. Noen har egne verksted som lager de ulike deler selv, mens andre importerer gulv, vegger og lemmer, og kun monterer disse sammen i eget produksjonslokale (Gaupen, 2019). Det framkom under dialogen med de ulike representantene at det ofte var sammenheng mellom kvalitet på de ulike deler og anskaffelseskostnadene (Gaupen, 2019) (Tysse, 2019) (Tredal, 2020). Det gjelder både knyttet til egen produksjon og eventuelt innkjøp av ferdige deler. De ulike produsenter av tilhengere i Norge hadde ulik mening om hva som var de beste tekniske løsningene. Når det gjelder elektrisk utstyr for eksempel hadde de også forskjellige oppfatninger om hvilken type lykter, teknologi som LED eller glødelamper eller andre tekniske løsninger generelt som var de beste. Dette medfører ulike tekniske løsninger og det er vanskelig ut fra foreliggende materiale å si hva som er de beste. Ofte vil tilhengeren sin funksjon og hvilket marked den skal være i være det som er styrende for konstruksjonen og valg av deler (Tredal, 2020).

4.4.3 Forholdet til teknisk utstyr / førerstøttesystemer i bilene

Produsenten av tilhengere ønsker et bedre samarbeid med bilimportører/produsenter for å forbedre samspillet mellom de to kjøretøyene både hva konstruksjon og funksjon angikk (Gaupen, 2019) (Tredal, 2020) (Tysse, 2019). En av representantene fra Møllergruppen kommenterte at dette ville vært en åpenbar fordel, men at det er vanskelig å gjennomføre (Møllergruppen, 2019). Dette er på grunn av at bilene i dag produseres for et verdensmarked. Det er en rekke tilhengerprodusenter i verden, og mange av disse er små, og produserer kanskje et lite antall tilhengere. Ut fra det perspektivet ville det være umulig for bilprodusentene å ha teknologi som kan håndtere alle typer tilhengere som produseres. En kunne i teorien sett for seg at hvert bilmerke hadde egne tilpassede tilhengere, men det er ingenting som tyder på at det skal bli en realitet i uoverskuelig framtid. Men bilprodusentene har likevel noe teknologisk og elektronisk utstyr i sine modeller som har til hensikt å øke sikkerheten når det kjøres med tilhenger, samt å gjøre det lettere for bilføreren når det gjelder å bruke tilhengeren.

Som beskrevet tidligere er en tilhenger av den type som omhandles i denne rapporten en svært enkel konstruksjon sammenlignet med en moderne person- eller varebil. Det er ikke praktisk gjennomførbart å integrere ABS- eller ESP-funksjonalitet i dagens helmekaniske påløpsbremse-systemer. Dette betyr at i den grad det er mulig å bidra til økt kontroll/stabilitet for en tilhenger så er det bilens systemer som må tilpasses. Det er mange funksjoner tilgjengelig i en moderne bil i dag. Og oftest er hjelpesystemene tilknyttet bilens ESP system. Flere bilprodusenter bruker komponenter fra samme leverandør, som for eksempel Bosch. Såkalte «tilhengerstabilisatorer» er i dag integrert i mange bilmodeller og formålet med disse er å detektere og deretter stabilisere pendelbevegelser i tilhengeren. Slike pendelbevegelser oppstår når hastigheten overskrider en kritisk grense og denne grensen er bl.a. avhengig av hvordan lasten er plassert på tilhengeren. En generell regel er at når lastens tyngdepunkt flyttes bakover øker sannsynligheten for pendelbevegelser. Virkemåten for

tilhengerstabilisatorene er at bilens ESP-system benyttes for å detektere pendelbevegelser og når slike oppstår vil ESP-systemet bremse bestemte hjul på bilen (Møllerguppen, 2019). Derved motvirkes pendelbevegelsen samtidig som at hastigheten reduseres til under-kritisk nivå. Tilhengerstabilisatoren vil hverken detektere skrens eller velt hos tilhengeren, men dersom en skrensende tilhenger «drar med seg» bilens bakhjul (overstyring) vil selvsagt bilens ESP-system forsøke å rette opp bilen. Også her vil hastigheten reduseres og forhåpentlig nok til at tilhengerens skrens opphører. Tilhengerstabilisatoren aktiveres når kontakten for tilhengerens lys koples til bilen. Dersom det er en elektrisk feil på tilhengeren, noe som dessverre er svært vanlig, vil ikke tilhengerstabilisatoren bli aktivert og mange typer elektrisk feil (f.eks. jordingsfeil) vil heller ikke gi føreren varsel på instrumentbordet så godt vedlikehold og ettersyn er essensielt også her. Det har i den senere tid også kommet på markedet systemer som hjelper sjåføren under rygging med tilhenger, kalt tilhengerassistansesystemer, men det faller utenfor intensjonene med denne rapporten å gå inn på slike systemer.

4.4.4 Kontroll av teknisk stand

Samtlige produsenter savner et krav om kjøretøykontroll på tilhengere, på samme måte som det er på bil (Gaupen, 2019) (Tredal, 2020) (Tysse, 2019). Disse burde utføres med jevne mellomrom med metoder som er utprøvd og sikre i å avdekke feil og mangler. Produsentene henviste til et møte i 2005 med Samferdselsdepartementet / Veidirektoratet der alle norske tilhengerprodusenter var representert. Der var det et samlet ønske fra produsentene om å få innført PKK/EU-kontroll. Dette ble avfeid fra myndighetenes side basert på manglende kapasitet i etaten til å gjennomføre kontroller på landsdekkende basis. Produsentene kom i forlengelsen av dette med alternativet at deres forhandlernet med god kunnskap til produkt og kjøretøy kunne få autorisasjon til å gjennomføre EU/PKK-kontrollene. Og ved et eventuelt mislighold av autorisasjon vil de miste sin godkjenning på lik linje med bil og lastebilverksted. Produsentene har også senere tatt initiativ angående samme sak, men slik det er i dag, er det ikke noen krav til obligatorisk kontroll av tilhengere. Her opplever produsentene og deres forhandlere, en utfordring i å få kundene til å prioritere vedlikehold i et HMS-perspektiv. Det fremstår som en særdeles uheldig kombinasjon i at det ikke ligger et lovkrav om EU/PKK-kontroll samtidig som det er minimalt med kontroller langs vei som tar tak i tilhengerens tekniske tilstand (80/20% inndeling av kontroller mellom tunge og lette kjøretøy som ble oppgitt av Jan Erik Moen i dialogmøte hos utekontrollen).

Men det er også et poeng at det bør være et krav til kunnskap og kompetanse til de som kontrollerer tilhengerne. Noen nevnte spesielt påløpsbremsen, og hvordan den burde justeres. En av representantene for produsentene mente at om bremsene skulle være så stramt justert som myndighetene krevde i enkelte tilfeller, ville de bli direkte trafikkfarlige om det ble behov for å bremse hardt i en sving (Tredal, 2020).

Statens Vegvesen med sine utekontroller hevder å ha lite fokus på tilhengere under 3500 kg (Utekontrollen, 2019). Og det er lite konkret statistikk som går på tilhengeren, fordi feil registreres i kategorien lette kjøretøy.

Rapport FoU KLT
FoU prosjektet Kjøreegenskaper lette tilhengere

Sjåførsvepnen		Utekontroll-statistikk		Utskriftsdato: 25.01.2019 09:12	
Dato (kontroll periode):		- ti og med -		Aktivitet ID (Kontroll): 6648464	
Region:		Region Midt, Region Nord, Region Sør, Region Vest, Region Øst			
Organisasjon Enhet:		f.o.m. 0 t.o.m. 99999			
Lokasjon (Sted):		%			
Landkode kjøretøy:					
Kontroll av tunge kjøretøy					
	Antall kjøretøy kontrollert	Antall kjøretøy med skriftlig mangelt rapport	Antall kjøretøy med bruk forbud	Antall kjøretøy med gebyr	Antall kjøretøy med anmeldelse
Antall tungtransport-kontroller	19	5	4	0	0
Dokumenter	Vegkort	21	0	0	0
	Kjøremerket	21	0	0	0
	Forveikjennermerket	0	0	0	0
	Nasjonal transport	0	0	0	0
	Internasjonal transport	9	2	2	0
	Midlertidig Kådetasje	0	0	0	0
	Kombinert transport	0	0	0	0
	Nasjonal Egentransport	0	0	0	0
	Internasjonal Egentransport	0	0	0	0
Yrkes-transport	Nasjonal persontransport	0	0	0	0
	Nasjonal persontransport i rute	0	0	0	0
	Nasjonal persontransport utenfor rute	0	0	0	0
	Kådetasje	0	0	0	0
	Nasjonal Egentransport	0	0	0	0
	Internasjonal transport	0	0	0	0
	Internasjonal transport i rute	0	0	0	0
	Internasjonal transport utenfor rute	0	0	0	0
	Internasjonal Egentransport	0	0	0	0
Totalt (yrkestransport)	9	2	2		
Avgifter	Vektavgift	0	0		
	Diasekontroll	0	0		
	Vekt	0	0	0	0
	Dimensjoner	14	0	0	0
	Spesialtransport	0	0	0	0
	Dekning	19	0	0	0
	Lastsikring	11	1	1	0
	Trekking av henger	6	0	0	0
	Sikringsutrustning	16	1	1	0
	Transport av personer	0	0	0	0
	Totalt	19	2	2	0
Teknisk kontroll	Kontroll i henhold til 2006/509/EF	0	0	0	0
	Av disse antall transportører	0	0	0	0
	Teknisk kontroll (tunge kjøretøy)	0	0	0	0
ADR		0	0	0	0

Kontrollerte ferne tungtransport	Antall ferne kontrollert	Ferje med skriftlig mangelt rapport	Bruksforbud	Gebyr	Anmeldelse
Dokumenter	10	1	0	0	0

Elektronisk betalingsenhet (bombrikka)	Antall kontrollert	Antall med skriftlig mangelt rapport	Gebyr
	11	0	0

Kjøretøy / hviletid	Antall ferre	Antall ferer	Digital ferretskriver	Antall ferretskriver	Antall ferre med skriftlig mangelt rapport	Antall ferre med bruk forbud	Antall ferre med anmeldelse
Gods-transport	Norske	0	0	0	0	0	0
	EUE/RS	30	6	6	0	2	0
	Andre	0	0	0	0	0	0
Person-transport	Norske	0	0	0	0	0	0
	EUE/RS	0	0	0	0	0	0
	Andre	0	0	0	0	0	0
Sum kjøretøy- / hviletid		30	6	6	0	2	0

Kontroll av lette kjøretøy					
	Antall kjøretøy kontrollert	Antall kjøretøy med skriftlig mangelt rapport	Bruksforbud	Gebyr	Anmeldelse
Antall lette kontroller	1	1	0	0	0
Dokumenter	1	0	0	0	0
Brukskontroll	1	0	0	0	0
Teknisk kontroll	1	1	0	0	0

Kontrollerte ferre, lette kjøretøy					
	Antall ferre kontrollert	Antall ferre med skriftlig mangelt rapport	Bruksforbud	Gebyr	Anmeldelse
Dokumenter	1	0	0	0	0

Kontroll av verneutstyr					
	Kontrollerte kjøretøy (inkl. Tur ikke hensyn til beslag / løstgeit)	Antall gebyr	Antall anmeldelse		
Vernedokumenter (inkl. melding K 07-17)					
	Bilbetjening ferer	2	0		
	Bilbetjening passasjer	0	0		
	Sikring barn	0	0		
	Totalt	2	0		
Vernedokumenter mandag-fredag eller kl. 17 samt helg					
	Bilbetjening ferer	0	0		
	Bilbetjening passasjer	0	0		
	Sikring barn	0	0		
	Totalt	0	0		
Totalt Dag/Kveld/helg	0	2	0		

Utekontroll havner med andre ord under «Kontroll av lette kjøretøy». Utekontrollen bruker omtrent 90% av sin tid med kontroll av tyngre kjøretøy. Men de har fra tid til annen fokus på tilhengere beregnet for personbiler. Det understrekes fra utekontrollen at det under disse kontrollene ofte er av typen de kaller «Målrettet kontroll». Det vil si at de tar inn til kontroll der de på forhånd ser eller har sett at det er noe som ikke er helt i tråd med regelverket og anbefalinger. Så prosent med feil på slike kontroller er oftest opp mot 100%. Kontrollene som blir gjort går på førerkort, teknisk som bremses og lys, lastsikring og feillasting. Ved betydelige avvik blir fører alltid anmeldt, men anmeldelser blir dessverre ofte henlagt av påtalemyndighetene. Representanten for utekontrollen bekrefter at det generelt er mye feil med lette tilhengere, og også denne vil ønske en pålagt obligatorisk periodisk kontroll av lette tilhengere velkommen.

4.5 Ulike typer tilhengerassistansesystemer

4.5.1 Innledning

Som et ledd i forarbeidet til selve undersøkelsene om de ulike førerstøttesystemer i bil, ble det gjort en spørreundersøkelse blant forhandlere i regionen for å kunne kartlegge hvilke kjøretøy som hadde ulike former for tilhengerassistansesystemer som en standard, eller som en opsjon. Samtidig kunne denne spørreundersøkelsen si noe om de ulike forhandlere av ulike bilmerker sin kunnskapsstatus på området.

4.5.2 Forhandlere om Tilhengerassistansesystemer

Undersøkelsen ble foretatt ved at det ble utlevert et spørreskjema til forhandlere (n=37) av biler i regionen (Midt-Norge). Ved noen tilfeller kunne forhandler besvare de aktuelle spørsmål direkte, i andre tilfelle skulle besvarelsen sendes forskergruppen innen en gitt frist. Svarene fordeles på følgende måte:

Tabell 5 Fordelingsoversikt over spørreundersøkelsens besvarelser

Ferdig besvart direkte av forhandler	11 bilmerker/produsenter
Ferdig besvart av forhandler etter rådføring internt	7 bilmerker/produsenter
Ferdig besvart av forhandler etter kontakt med importør	10 bilmerker/produsenter
Ferdig besvart med avvik fra forhandler opp mot fakta	9 bilmerker/produsenter
Antall totalt	37 forhandlere / produsenter

Foretatt i tidsrom: fredag 25/1-19 fra kl.1030 til onsdag 30/1 til kl.1600
Svarfrist fra forhandlere til KLT er satt til tirsdag 5/2-19 innen kl.1800

Spørsmål 1: Har noen/alle bilmodeller tilhengerassist-system?

Besvart av alle forhandlere; 3 av totalt 37 forhandlere kunne svare på dette uten hjelp.

11 bilmerker har dette som tilvalg på enkelte/alle modeller der tilhengerfeste monteres.
10 bilmerker har dette som standard på alle modeller.
6 bilmerker har ikke dette på sine modeller.

Spørsmål 2: Er dette standard/ekstrautstyr ved montering av tilhengerfeste?

11 bilmerker har dette som standardutstyr på enkelte modeller.
9 bilmerker har dette som standardutstyr på alle modeller.
5 bilmerker har dette som ekstrautstyr/tilvalg.
6 bilmerker har ikke dette som utstyr på noen modeller.

Spørsmål 3: Hva heter systemet og hvordan virker det?

4 forhandlere kan svare forståelig på hvordan dette systemet fungerer på stedet uten hjelp.
24 forhandlere kan ikke svare forståelig på hvordan dette systemet fungerer/trenger hjelp.

Spørsmål 4: Informerer dere kunden om dette og etterspør kunden dette selv?

4 forhandlere informerer kunden om systemet.
0(ingen) forhandlere opplever at kunden etterspør dette systemet.

Ut fra samtaler og loggført statistikk er det lite brukervennlig kunnskap/informasjon både fra forhandler, importør og produsent. Det er også store avvik mellom besvarelse fra forhandler og fakta både i hvordan system fungerer, hvorvidt dette tilbys på modeller og om dette kommuniseres fra importør/produsent til forhandler og videre til kunde. Det er forståelig at dette i likhet med annet utstyr kan falle bort i et mangfold av lange utstyrlister.

Tross dette er dette utstyr og system som har sikkerhetsmessig intensjon og kunne med fordel blitt lagt inn som en rutine fra alle forhandlere både i det og sette seg inn i virkemåte teoretisk, men ikke minst med å teste det ut selv. Om ikke forhandler og eller kunde er trygg på dette systemet kan det skape forverret situasjon i en reell farlig trafikal situasjon hvis ikke bilist er fortrolig med systemet. Dette kan sammenlignes med at flere bilister, selv i dag lenge etter at ABS-bremser ble standard på biler, slipper bremsepedalen når det blir vibrasjoner og pulserende bremsevirkning i stedet for å holde bremsepedalen nede og styre samtidig.

4.6 Dekk til tilhenger

4.6.1 Gjeldende regelverk

Definisjonene av kjøretøy og motorvogn fremkommer av Vegtrafikkloven (1965) § 2 annet ledd: «Med kjøretøy forstås innretning som er bestemt til å kjøre på bakken uten skinner. Med motorvogn forstås kjøretøy som blir drevet fram med motor.»

Tilhenger faller etter dette utenfor definisjonen av motorvogn, men er omfattet av definisjonen av kjøretøy.

Bil er i henhold til Kjøretøyforskriften (1994) § 2-2 nr. 1 definert som: «En ferdigoppbygget eller delvis oppbygget motorvogn som er bestemt til å kjøres på veg, har minst fire hjul og har en konstruktiv hastighet på over 25 km/t, unntatt skinnekjøretøy og motorvogner som definert i § 2-3, § 2-4 og § 2-5. Som bil regnes også firehjuls motorsykel som definert i § 2-3, typegodkjente eller registrert (uten typegodkjenning) før 1. oktober 1999, eller registrert (med typegodkjenning) før 17. juni 2003.»

Kjøretøyforskriften § 2-2 nr. 2 og 3 inndeler bil i gruppene M1-M3 og N1-N3, hvilket betyr personbil, buss, varebil og lastebil. M1 er personbil og N1 er varebil (tillatt totalvekt 3.500 kg)

Kjøretøyforskriften § 2-2 nr. 4 kategoriserer tilhengere til bil som kjøretøy gruppe O1-O4. O1 (tillatt totalvekt 750 kg) og O2 tillatt totalvekt over 750 kg, men maks 3.500 kg)

Tilhenger er i Kjøretøyforskriften § 2-5 nr. 5 definert som:

«Kjøretøy som hovedsakelig er innrettet for transport av personer eller gods og til å trekkes av motorvogn, herunder kjøretøy gruppe O, som nevnt i § 2-2. Som tilhenger regnes også campingtilhenger.»

Forskrift om tekniske krav og godkjenning av kjøretøy, deler og utstyr.

Utdrag fra Kap. 13. Hjul, dekk gjeldende for tilhengere med tillatt totalvekt ikke over 3 500 kg
(Kjøretøyforskriften, 1994)

§ 13-1. Generelt om hjul, dekk

1. Definisjoner

1.1 Diagonaldekk: Dekk hvor cordlagene som strekker seg fra bead til bead i dekket er lagt slik at de danner vinkler betydelig mindre enn 90° med senterlinjen langs dekkets bane.

1.2 Diagonalbelte dekk: Dekk som er bygd opp på samme måte som diagonaldekk, men hvor stammen er omhyllt av et belte bestående av to eller flere lag av cordmaterialer med liten strekkforlengelse som danner vinkler med senterlinjen langs dekkets bane som er mindre enn stammecorden.

1.3 Radialdekk: Dekk hvor cordlagene som strekker seg fra bead til bead i dekket er lagt slik at de danner en vinkel tilnærmet 90° med senterlinjen langs dekkets bane. Stammen i dekket er omhyllt av et belte med liten strekkforlengelse.

1.4 Vinterdekk: Dekk for vinterkjøring som har mønsterdybde 3 mm eller mer, er særskilt fremstilt for vinterkjøring og som er merket med M+S, MS, M&S, M-S eller «Mud and Snow».

2. Generelle bestemmelser om hjul og dekk

2.0 Dekk til bil og tilhenger til bil som tilfredsstiller kravene i direktiv 92/23/EØF, eventuelt som endret ved direktiv 2001/43/EF, anses å oppfylle bestemmelsene i dette kapittel når det gjelder krav til og montering av dekk.

2.2 Kjøretøy må ha hjul som er beregnet for en belastning som minst tilsvarer kjøretøyets tillatte aksellast.

2.3 På bil med tillatt totalvekt over 3 500 kg og tilhenger med tillatt totalvekt over 3 500 kg skal det være plass for kjettinger på alle hjul mellom hjul og avskjerming, og i sikker avstand til øvrige komponenter i hjulhuset.

2.4 Hastighet

- 2.4.3 Tilhenger og tilhengerredskap som er beregnet for å trekkes av bil, skal ha hjul beregnet for minst 100 km/t.
- 2.5 Hjul må være i tilstrekkelig statisk og dynamisk balanse. Kjøretøy må ikke ha hjul av slik type eller dimensjon at det har uheldig innflytelse på kjøretøyets styring, bremsing mv.
- 2.6 Kjøretøy må være utstyrt med felg av dimensjon, materialkvalitet og type som er godkjent av kjøretøyfabrikanten eller felg med minst tilsvarende egenskaper. Dekk skal passe til felgen. Felg med variabel boltesirkel tillates ikke.
- 2.7 Hjul på samme aksel skal ha dekk med tilnærmet samme egenskaper.
- 3. Krav til dekk
 - 3.1.1 Tilhenger med konstruktiv hastighet over 40 km/t og tillatt totalvekt ikke over 3 500 kg og bil med tillatt totalvekt ikke over 3 500 kg skal ha dekk med mønstret slitebane med mønsterdybde på minst 1,6 mm i hovedrillene i midterste $\frac{3}{4}$ av slitebanens bredde og rundt hele dekkets omkrets, bortsett fra de steder hvor eventuelle slitasjevarslere er plassert. For vinterdekk (dekk merket med M+S, MS, M&S, M-S eller «Mud and snow») med eller uten pigger skal mønsterdybde være på minst 3 mm i hovedrillene i midterste $\frac{3}{4}$ av slitebanens bredde og rundt hele dekkets omkrets.
 - 3.2 Dekkene skal tilnærmet ha slikt trykk som bestemt av kjøretøy- eller dekkfabrikanten og må ikke overstige dekkfabrikantens fastsatte maksimaltrykk. Det er ikke i noe tilfelle tillatt å bruke større lufttrykk enn 900 kPa (9 bar). Lufttrykket skal måles når dekkene er kalde.
 - 3.3 Dekk må ikke ha hull, skår, sprekker eller andre skader som når inn til eller blottlegger corden. Dekk må ikke vise tegn til brudd i stammen eller til separasjon. Dekk må ikke ha nevneverdige høyde- eller sidekast.
 - 3.4 I dekk er det ikke tillatt å skjære noen form for nytt mønster som går dypere enn bunnen i dekkets originale mønster, med mindre dekket har innpreget merking som tilkjennegir at dette er tillatt av fabrikanten. I dekk for kjøretøy med tillatt totalvekt ikke over 3 500 kg er det ikke i noe tilfelle tillatt å skjære noen form for nytt mønster.
 - 3.5 Ved skifte av dekk fra diagonaldekk til radialdekk skal det påses at dekkets bæreevne er tilstrekkelig og at dekket er tilpasset felgen. Det forutsettes overgang til tilsvarende dimensjon for radialdekk, med en maksimal variasjon på $\pm 5\%$, jf. STRO-normen.
 - 3.6 Ved vurdering av hva dekk tåler, følges STRO-normen og ETRTO-normen.

4.6.2 Generelle krav til dekkutrustning mv.

Det følger av den generelle aktsomhetsparagrafen i Vegtrafikkloven (1965) § 3 at: «Enhver skal ferdes hensynsfullt og være aktpågivende og varsom så det ikke kan oppstå fare eller voldes skade og slik at annen trafikk ikke unødig blir hindret eller forstyrret.»

Det følger av Vegtrafikkloven § 13 første ledd at:

«Kjøretøy skal være bygget, innrettet, utstyrt og vedlikeholdt slik at det kan brukes uten å volde unødig fare eller ulempe og uten å skade veg.»

Både Vegtrafikkloven § 3 og § 13 kan ramme bilfører som kjører på glatt føre samtidig som vedkommende er klar over eller burde være klar over at kjøretøyet er utstyrt med dekk som ikke er gode nok i forhold til kjøreforholdene, jf. de alminnelige straffebestemmelser i Vegtrafikkloven § 31. Av Forskrift om bruk av kjøretøy (1990) § 1-4 nr. 2 følger det i tillegg generelle krav til vinterdekk og veggrep:

«Kjøretøy må ikke brukes uten at det er sikret tilstrekkelig veggrep i forhold til føret, om nødvendig ved bruk av vinterdekk med eller uten pigger, kjetting eller liknende. Vinterdekk er dekk som av produsenten eller regummieringsvirksomheten er merket med «Mud and snow» (M+S, MS, M&S, M-

S) eller «3 peak mountain snowflake» (3PMSF/alpesymbolet). Bare vinterdekk tillates brukt med pigger, med unntak av dekk til motorsykkel og traktor.»

Av det ovenstående følger det at uavhengig av hva slags kjøretøy en benytter, når som helst på året, skal kjøretøyet alltid være sikret tilstrekkelig veggrep i forhold til veg- og føreforhold.

4.6.3 Spesielle krav til dekkutrustning

Det følger av Forskrift om bruk av kjøretøy (1990) § 1-4 nr. 1 a) at:

«Dekk på bil, motorsykkel, moped, traktor, motorredskap, tilhenger eller tilhengerredskap skal ha mønsterdybde på minst 1,6 mm.

Dekk på kjøretøy som nevnt i første ledd skal likevel ha mønsterdybde minst 3 mm i tiden fra og med 1. november til og med første søndag etter 2. påskedag. I Nordland, Troms og Finnmark gjelder kravene til mønsterdybde fra og med 16. oktober til og med 30. april.»

4.6.4 Ulike krav i Norge, Sverige og Danmark

Danmark har ikke krav om bruk av vinterdekk, men det anbefales brukt om vinteren. Det er for eksempel tillatt å ha piggfrie vinterhjul på bil og sommerhjul på tilhenger. Bruker man derimot piggdekk skal det være piggdekk både på bil og tilhenger, det er heller ikke tillatt å ha piggdekk på tilhenger og ikke på bil. Piggdekk er tillatt brukt i tidsrommet 1. november til 15. april (Alt om camping, 2020), (FDM, 2020), (Retsinformation, 2020).

Sverige har i motsetning til Norge og Danmark krav om bruk av vinterdekk i perioden 1. desember – 31. mars når det er vinterføre.

Sverige stilles det krav til bruk av piggdekk på tilhenger om man bruker piggdekk på bil (Transport Styrelsen, 2019).

Piggdekk på tilhenger testet av bilnorge.no viser at piggdekk bedrer stabilitet og forkorter bremsestrekning (Bæra, 2010).

I Norge leveres nesten alle tilhengere med dekk merket med «Mud and snow» (M+S, MS, M&S, M-S) eller «3 peak mountain snowflake» (3PMSF/alpesymbolet).

4.6.5 Kontroll og vedlikehold

Eksempel på informasjon om hjul og dekk gitt i brukerhåndbøker fra produsenter.

Hjul:

- Kontroller at alle deler og overflater er rene og hele.
- Plasser felgen på navet på bremsetrommelen.
- Hjulboltene entres for hånd, og strammes diagonalt med moment. Bruk aldri muttertrekker ved stramming av hjulbolter.

Tabell 6 Eksempel hentet fra brukerhåndbok (Ifor Williams Norge AS, 2020)

4xM12	65 lb ft	88 Nm	9 kgm	19mm A/F
5xM14	81 lb ft	110 Nm	11 kgm	19mm A/F

Hjulbolter skal ettertrekkes med riktig moment etter 40 kjørte kilometer, og kontrolleres foran hver kjøretur.

Dekk:

Dekk skal alltid ha det dekktrykket som er oppgitt på klistremerket på tilhengeren eller i brukerhåndbok. For lavt dekktrykk vil påvirke kjøreegenskapene, øke drivstofforbruket, og føre til raskere slitasje.

Hvis dekktrykket er svært lavt vil dekket overopphetes og gå i stykker raskt.

Når dekk skal skiftes, kontroller at de nye dekkene har samme størrelse og samme hastighets og lasteindeks. Dette finnes på siden av dekket. Samme merke eller modell av dekk kan ha vidt forskjellig

hastighets og lasteindeks og dekktrykk. Bruk av dekk med lavere rating kan være farlig. Forhør deg med leverandøren, en av våre godkjente forhandlere, eller din lokale dekkdistributør.

Reparasjon av dekk:

Punkteringer skal kun repareres av leverandøren, våre godkjente forhandlerverksteder, eller godkjent dekkverksted. Sett aldri i slange i et slangeløst dekk, da det kan føre til «blow out» ved senere punktering. Hvis dekket er for skadet til å plugges skal det skiftes.

Sideveggene skal aldri plugges.

Vedlikehold:

Kontroller at tilhenger har riktig type dekk og at disse er hele, har nok dekkmønster og korrekt lufttrykk. Lufttrykk i dekk: Forskjellige typer dekk skal ha forskjellig lufttrykk for å virke optimalt, og for å unngå unødig dekkslitasje. Ved hjelp av tabellen i brukerhåndboken vil du finne korrekt lufttrykk for din henger.

Eksempel lufttrykkstabell i brukerhåndbok

Lufttrykk i dekk

Tabell 7 Eksempel på en lufttrykkstabell (Tredal, 2020)

Dimensjon	Lett belastning		Max. Lufttrykk/lasteevne	
5.00 x 10/6	2,5 Bar	37 PSI	3,5 Bar	51 PSI
145 R 10	2,0 Bar	30 PSI	2,4 Bar	35 PSI
155 R 13 C8	2,5 Bar	37 PSI	4,5 Bar	65 PSI
155/70 R13	2,0 Bar	30 PSI	2,7 Bar	39 PSI
195/70 R 14	2,0 Bar	30 PSI	2,5 Bar	36 PSI

Ved lengre tids lagring av hengeren bør denne "klosses" opp eller eventuelt lagres loddrett for å unngå belastning som kan ødelegge/skade dekkene.

Tilleggsinformasjon gitt utviklingsleder Magnus Buodd hos Tysse (personlig kommunikasjon, 19.06.19):

Dekkene Tysse benytter er merket etter standard merking, der noen av de viktigste merkene for oss vil kunne se slik ut: 195/70 R14 M+S LI93.

195/70 R14 er dimensjonene på dekket, M+S viser at dekket er godkjent for «mud and snow» og LI 93 viser loadindex. I tillegg velger Tysse å benytte dekk som er spesialkonstruert til bruk på tilhengere.

Kriteriene Tysse benytter når de bestemmer hvilke dekk som skal på tilhengeren baserer seg noe på hvilken størrelse som er mest aktuelt for denne type tilhenger. Det er ofte vanlig å ha noen mindre dekk på tilhengere med underliggende hjul for å senke tyngdepunktet, mens ved utenpåliggende hjul vil det kunne være mer aktuelt med noe større igjen for bedre kjøreegenskaper. Typiske dimensjoner vi benytter er blant annet 155/80 R13 RF (6301 underliggende hjul) og 195/70 R14 (6219 utenpåliggende hjul). I tillegg til dimensjonene på dekket er det også helt avgjørende hvilken loadindex dekket er godkjent for, og at totalvekten aldri overstiger denne. En vanlig dimensjon for Xtreme-serien er 185/70 R13 C.

Hva gjelder felgdimensjoner er det også forskjell på disse, da de må passe dekket og montering på akslingen. I tillegg er det også viktig at innpresset på felgen er riktig.

Deres erfaring er at typiske spørsmål fra kunder ofte kan være hvilke typer dekk som er lovlig på tilhengeren i tilfeller der kunden ikke ønsker å kjøpe originale hjul fra Tysse.

Tyske ADAC (Allgemeiner Deutscher Automobil-club) gjennomførte i 2019 test av 6 forskjellige modeller av tilhengere opp til 750 kg. Der de konkluderer med at 12- tommeres hjul kan gi bedre kjørestabilitet enn 10-tommers hjul (ADAC, 2019), dette stemmer bra med uttalelsen til Buodd i Tysse om dimensjon på hjul.

5 Pre-utprøvinger bane

5.1 Innledning

I forkant av at det skulle kjøres utprøvinger med bil og tilhenger på Lånkebanen, så forskergruppen det som hensiktsmessig å ha en dag for å prøve ut de biler og tilhengere som skulle anvendes i utprøvingene. Den primære hensikt var å se de fysiske begrensninger og grenser bil og tilhenger hadde med tanke på det areal vi hadde tilgjengelig, hastighet og føre. Det var også sentralt å vurdere sikkerhetssoner omkring slik at det ikke skulle oppstå noen personskader i forbindelse med utprøvingene. Samtidig skulle det avgjøres hvilke testmanøvre som skulle anvendes, samt dimensjonene på disse. Utprøvingene denne dagen blir senere i rapporten kalt pre-tester.

5.2 Design

Forskergruppen hadde, ut fra forskerspørsmålene, funnet tre aktuelle testmanøvre:

Styremanøver rett vei

I denne manøveren kommer kjøretøyet(ene) inn fra venstre og kjører gjennom kjegle par 1, for så å ta en kurskorrigering til venstre gjennom kjeglepar 2, for igjen å korrigere kursen tilbake til høyre enten gjennom kjeglepar 3 eller 4.



Figur 4 Styremanøver rett vei. Senere kalt Elgtesten eller Swing test (Kåre Robertsen)

Det ble brukt en del forsøk på å finne riktig avstand mellom kjeglene. Forskergruppen tok utgangspunkt i at begge testbilene skulle greie å kjøre gjennom manøveren i 80 km/t. Dette ga en avstand mellom kjegleparene på 20 meter. Deretter ble det prøvd med påkoblet tilhenger med gradvis økende fart. Dette for å finne grenseverdien knyttet til fart som kunne brukes under utprøvingene.

Kjøring i kurve

Lånkebanen har en kurve hvor en kan variere friksjon på veien ved tilførsel av vann i veibanen. Forskergruppen fant det hensiktsmessig å bruke denne delen av banen til å undersøke om hvordan bilens førerstøttesystemer håndterte å ha en tungt lastet tilhenger gjennom manøveren. Utgangspunktet for fart i denne manøveren var den maksimale hastigheten bilene kunne ha gjennom svingen uten at de begynte å skli fra veikanten i svingen.



Bilde 1 Kjøring i kurve. Kurves vises til venstre, grått felt (foto: Forskergruppen)

Kjøring i sirkel

For å kunne finne hvordan de sideveis kreftene påvirker tilhengeren var det behov et område der det kunne kjøres i sirkel. Lånkebanen har en rundkjøring og gruppen ville finne ut om den kunne anvendes. Gruppen fant at rundkjøringen som var anlagt på banen var egnet, selv om denne ikke var 100% plan. Den hadde en noe ujevn dosering, da den ligger i litt hellende terreng. I denne manøveren skulle forskergruppen måle krefter som påvirket bil og tilhenger, helt opp til den hastigheten der man visuelt kunne observere utenfra at tilhenger eller bil fikk tendenser til velt og/eller skrens.



Bilde 2 Bilde av rundkjøringen på Lånkebanen (foto: Hell RX)

5.3 Resultat

Under utprøvingene i styremanøver rett fram ble det valgt å velge og svinge tilbake til høyre før kjeglepar 3. Det viste seg at tilhengerne fikk tendenser til velt allerede i fartsområde 58 – 65 km/t. Det må understrekes at dette skjedde i samme manøver hvor bilene, når de ikke hadde tilkoblet tilhenger, kunne kjøre manøveren i 80 km/t. Det er sentralt å merke seg at i disse pre-testene ble bilens speedometer brukt til fartsmåling. Samtidig var det radarmåling av farten på banen, men denne målte hastigheten ca 100 m før selve styremanøveren.



Bilde 3 Bildeserie fra pre-utprøvingen av styremanøver rett fram, Peugeot 5008 (foto: forskergruppen)



Bilde 4 Bildeserie fra pre-utprøvingen av styremanøver rett fram, VW Transporter (foto: forskergruppen)

I tilfelle der tilhengeren veltet var radarmålt hastighet 100 m før første kjeglepar 63 km/t. Fører av bilen etterstrebet å holde jevn fart fra og med målingen.

Ut fra disse pre-testene ble hastighetene som skulle nyttes i utprøvingene i denne manøveren ikke overstige 55 km/t. Utprøvingene ble derfor utført med sprang på 5 km/t fra og med 40 km/t til 55 km/t Under utprøvingene i kjøring i kurve opplevde forskergruppen at bilene, også når de hadde påkoblet tilhenger, begynte å skli fra kanten ved 50km/t.

Utprøvingene i denne manøveren skulle derfor utføres med 5 km/t sprang mellom 40 og 55 km/t Under utprøvingen Kjøring i sirkel observerte forskergruppen at bil uten påkoblet tilhenger begynte å få skrens ved 47 km/t. Hastighetsområdet ble valgt ut fra dette.

Bilde 5 Fartsmålingen med radar da tilhengeren veltet (foto: forskergruppen)



6 Utprøvinger bil og tilhenger

For å analysere kjøreegenskapene til av ulike kombinasjoner av bil og tilhenger, ble det utført eksperimentell forskning gjort utprøvinger på en testbane, hvor ulike kritiske situasjoner har blitt testet og nøyaktige målinger av krefter som virker på bil dynamikk av begge bilene og tilhenger har blitt registrert.

6.1 Design

I dette avsnittet vil det bli gitt informasjon om bil, tilhengere, vitenskapelig utstyr og utførelsen av testene.

6.1.1 Kjøretøy

Valg av bil som har blitt brukt i denne studien er valgt ut fra flere forhold:

1)Tilgjengelighet

Muligheten for å bruke bil med stor grad av fleksibilitet i tid har vært en av nøkkelfaktorene under bilutvelgelsen. Kjøretøyparken eid av Nord Universitet Stjørdal ble i denne sammenhengen sett på som er en sikker og verdifull ressurs som måtte vurderes. Videre hadde Møller bil sagt seg villig til å stille bil til disposisjon når det var behov for det.

2)Tilpasset til prosjektmålene

Denne studien har satt søkelys på kjøreegenskaper til bil i daglig bruk som vanligvis kjøres på offentlig vei med trekking av tilhenger. De bilene som er valgt oppfyller disse krav.

3)Teknologi og førerstøttesystem

Begge bilene er utstyrt med et spesifikt «tilhenger stabiliserings system» som, kombinert med ESP systemet til bilen, er spesielt programmert for aktivt å gripe inn når tilhenger som trekkes er i ubalanse eller oppfører seg uvanlig.

De 2 bilene som ble brukt i testene er en Peugeot 5008 og en Volkswagen Transporter, begge fra 2018 (Bilde 6), henholdsvis i utprøvingene omdøpt til V1 og V2. Peugeot 5008 er produsert i 2 utgaver: en kompakt MPV og en crossover SUV. I disse utprøvingene brukes SUV-utgaven. VW Transporter er en flerbruks varebil med en enkel seterekke i kupéen foran. Ytterlige tekniske data knyttet til de 2 kjøretøyene er å finne i

Tabell 8



(a)

(b)

Bilde 6 De 2 bilene som brukes i studien: en Peugeot 5008 (a) og en Volkswagen Transporter (b)

Tabell 8 Tekniske spesifikasjoner på bilene

	Peugeot 5008	Volkswagen Transporter
Registrerings data		
Registreringsnummer	VJ10723	VH99799
Kjøretøygruppe	Personbil (M1)	Varebil kl 2 (N1)
Registrert første gang	08.11.2018	25.09.2018
Antall seter	7	3
Topp hastighet	191 km/t	178 km/t
Mål og vekt		
Lengde	464,1 cm	530,4 cm
Bredde	184,4 cm	190,4 cm
Egenvekt	1 430 kg	1 942 kg
Tillatt totalvekt	2 190 kg	3 000 kg
Maks nyttelast	685 kg	983 kg
Maksvekt tilhenger m/brems	1 300 kg	2 500 kg
Maksvekt tilhenger u/brems	750 kg	750 kg
Maksvekt på tilhengerkobling	72 kg	100 kg
Maks vogntogvekt	3 490 kg	5 300 kg
Maks taklast	80 kg	100 kg
Maks aksellast foran	1 150 kg	1 680 kg
Maks aksellast bak	1 200 kg	1 625 kg
Motor/kraftoverføring		
Drivstofforbruk	0,42 liter per 10 km	0,65 liter per 10 km
Antall aksler	2	2
Antall aksler med drift	1	2
Slagvolum	1 499 cm ³	1 968 cm ³
Motorytelse/effekt	96 KW (131 HK)	110 KW (150 HK)
Dekk og felg		
Dekk foran	225/55R18	205/65R16 C
Dekk bak	225/55R18	205/65R16 C
Hastighetsindeks	H (210 km/t)	T (190 km/t)
Lastindeks foran	90	107
Lastindeks bak	90	107
Innpress foran	49 mm	51 mm
Innpress bak	49 mm	51 mm

6.1.2 Trailers

Valg av tilhengere er gjort for å få en kombinasjon av ulike parameter som regnes som relevant for utprøvingene:

1. Totalvekt

For å kunne analysere ulike muligheter, tilbyr utvalget av tilhengere variert totalvekt. Disse parametere spiller en nøkkelrolle og for å undersøke de mest kritiske situasjoner vil alle tilhengerne lastes til tillatt totalvekt.

2. Hjuloppsett

Hjuloppsett kan være relevant når det kommer til stabilitet til tilhengeren. Med hjuloppsett tenker vi på størrelsen på dekkene, sporvidde (avstand sideveis mellom hjulene på akslingen) og posisjon ut fra lasteplan (underliggende eller utenpåliggende). Det som er relevant å bemerke, er at dekkene på Tysse 6207 og 6303 er smalere (155R13) enn på Tysse 6219 (185/70R14) og Ifor Williams (195/60R12C). Dette forholdet kan være av betydning for de ulike resultatene som vi finner i våre utprøvinger. Tysse 6219 har utenpåliggende hjul, mens de øvrige har underliggende.

3. Forskjeller mellom tilhengermerker/produsenter og last

Tilhengerne har forskjellig konstruksjon og last. Til bruk i utprøvingene er det blitt brukt tre modeller fra Tysse (Model 6207, 6219 and 6303) og model LM125 from IforWilliams, som i utprøvingene har fått navnene T1, T2, T3, and T4 (Bilde 7). Mere detaljerte spesifikasjoner er vist i Tabell 9. Annet om tilhengerne utdypes i utdypes i kapittel 6.1.3

Tabell 9 Tekniske spesifikasjoner for tilhengerne

	Tysse 6207	Tysse 6219	Tysse 6303	Ifor Williams LM125
Registrerings data				
Registreringsnummer	EW1649	Ikke Reg	EW1646	BZ1604
Kjøretøygruppe	Tilhenger (O2)	-	Tilhenger (O2)	Tilhenger (O2)
Registrert første gang	07.02.2019	-	04.02.2019	06.03.2018
Mål og vekt				
Lengde	410 cm	414 cm	480 cm	494,8 cm
Bredde	159,5 cm	196 cm	159,5 cm	175,2 cm
Akselavstand				85,7 cm
Egenvekt	363 kg	313 kg	410 kg	666 kg
Totalvekt	1 300 kg	1400 kg	2 000 kg	2 000 kg
Maks nyttelast	937 kg	987 kg	1 590 kg	1 334 kg
Maks aksellast foran	650 kg		1 000 kg	1 800 kg
Maks aksellast bak	650 kg		1 000 kg	1 800 kg
Dekk og felg				
Dekk foran	155R13	185/70R14	155R13	195/60R12C
Dekk bak	155R13	-	155R13	195/60R12C
Hastighetsindeks	N (140 km/t)		N (140 km/t)	J (100 km/t)
Lastindeks foran	84	86	84	104
Lastindeks bak	84	-	84	104



(a) = T1



(b) = T2



(c) = T3



(d) = T4

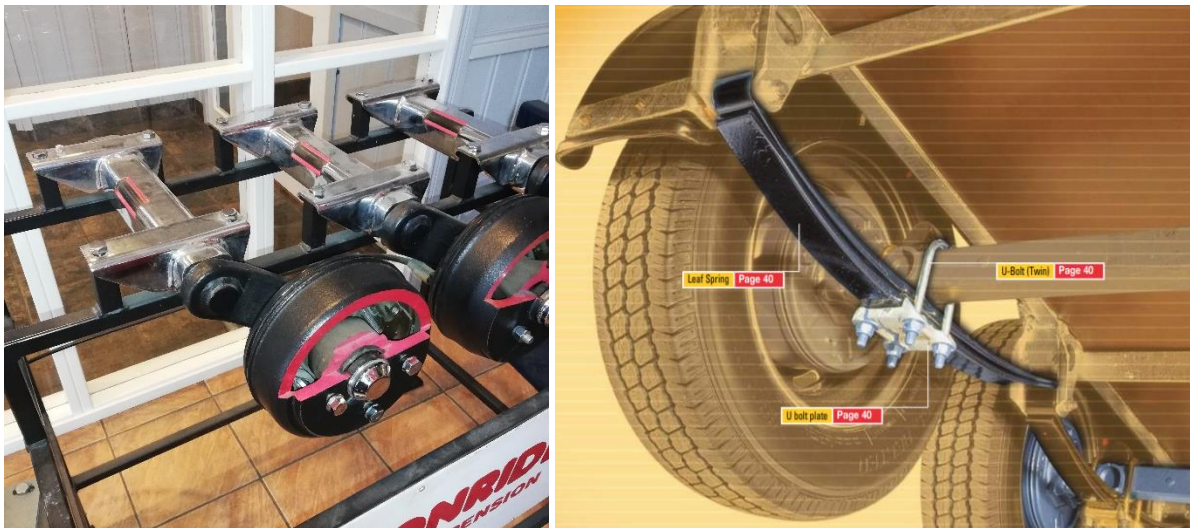
Bilde 7 De fire tilhengerne som er brukt under utprøvingene: Tysse 6207 (a), Tysse 6219 (b), Tysse 6303 (c) og IforWilliams LM125 (d)

6.1.3 Utfyllende kommentarer til tilhengerne

Når det gjelder fjæringssystem, så har tilhengerne fra Tysse torsjonsfjærer, mens tilhenger fra Ifor Williams har bladfjærer. Under utprøvingene ble alle tilhengerne lastet opp med tilnærmet maksimal vekt. Tilhengerne i samme vektclass hadde identisk last. Lasten på Tysse 6207 og 6219 var to betonglodd plassert slik at vekt på bilens tilhengerkule ble 80 kg når tilhengeren sto i plan. På tilhengerne Tysse 6303 og Ifor Williams LM125 ble det brukt en materialpakke veid til 1280 kg. Det vil si at Tysse 6303 hadde noe mer margin til maksimal nyttelast enn Ifor Williams. Det kan være en feilkilde i våre utprøvinger at IforWilliams er en nedregistrert tilhenger. Den har originalt en tillatt totalvekt på 2700 kg. Kuletrykket på bilens tilhengerfeste var det samme på alle utprøvingene.



Bilde 8 Dekk, felg og mønster på Tysse 6207 (foto: Kåre Robertsen)



Bilde 9 Illustrasjon av torsjonsfjær fra Tysse og bladfjær fra Ifor Williams

6.1.4 Utstyr for registrering av data

For å registrere bevegelsene og kreftene som virker på tilhengerne og bilene er det brukt en avansert elektronisk enhet som registrerer retning, bevegelse og krefter, og videokamera. Den integrerte bevegelsesregistrerende enheten (IMCU) som har blitt brukt i dette tilfellet er MTi-G 710 produsert av selskapet Xsens. Denne enheten er i stand til å gi høyfrekvent og detaljert posisjon, hastighet, akselerasjon og orienteringsdata på objektet den er koblet til. Dette takket være en rekke interne integrerte sensorer som f.eks. akselerometre, gyroskop, barometre, termometer og GNSS/GPS-antenne. Den innebygde algoritmen i IMCU'en kan enkelt integrere all informasjon fra alle sensorene og bruker en kalibrert ren utgang til brukeren. IMCU'en leveres med vanntett utførelse (Bilde 10a) og er klar til bruk når den er tilkoblet (via USB) til en PC hvor tilpasset programvare er installert (Bilde 10b). I tillegg til USB-kabel er det sørget for en ekstern GNSS/GPS antenne som må kobles til IMCU med en dedikert kabel. Mens IMCU er utstyrt med monteringshull på enheten er GNSS/GPS antennen verken magnetisk eller utstyrt med slike tilkoblinger og den er ikke vanntett, og det er heller ikke kabelkontaktene. Dette gjorde det nødvendig å utvikle et kobling/beskyttelses-system da sensorene skulle være fysisk tilkoblet til bil og/eller tilhenger under ulike værforhold (Bilde 10 c) og d). Et slikt system har blitt utviklet hos Nord universitet og består av en vanntett boks med gjennomsiktig lokk utstyrt med et vater og en sugeskopp-kobling. Det gjennomsiktige lokket gir mulighet til å se gjennom boksen for å kontrollere programvare kontinuerlig og IMCU'ens vater som er montert på innsiden.



(a)



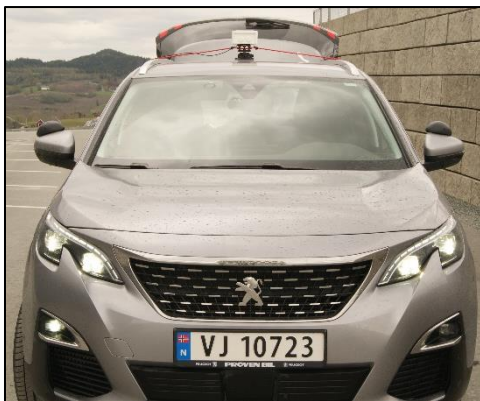
(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Bilde 10 Det elektroniske måleutstyret og festeanordningene: IMCU (a), tilhørende software (b), monteringsystemet (c), boks der utstyret er montert (d). Plassering for IMCU på bilen (e) og på tilhengeren (f).

Sugekoppkoblingen er sterk nok til å sikre et tett feste til bil i enhver situasjon og har blitt testet for feilkilder med tanke på bevegelsene og kreftene som virker på måleenheten i tillegg til feilkilder i forhold til mulige vibrasjoner. Med hensyn til det eksperimentelle og målingene i denne studien har utstyret vist seg å være tilstrekkelig med tanke på følsomhet. Det ble montert en enhet på taket på bilen (Bilde 10e) og en i senter på tilhengeren felt ned i lasten (Bilde 10f)

Når det kommer til videokamera ble alle utprøvinger filmet fra utsiden med et Canon Legria HF R806 HD videokamera som sto på stativ. Samtidig (Bilde 12b) ble det installert to innvendige dashcam på bilene, en som peker mot front av bilen og en som peker bakover (Bilde 11 a) og b)).



(a)



(b)

Bilde 11 The onboard video equipment: the dashcam mounted on the front windscreen (a) and on the rear window (b)

Disse kameraene gir fullt utsyn av bilens frontparti, men viktigst av alt, de filmer konstant posisjonen til tilhengeren ved å bruke referanse til bilen. Dette oppsettet, i tillegg til å være en effektiv metode å observere enhver bevegelse av tilhengeren sett i forhold til bilen, kan gi et interessant måleverktøy for posisjon ved spesielle behov (bruke automatisk bildegjenkjenning på video). Kameraet har også mulighet til å vise hastighet på bilen som var nyttig for ytterligere å validere hastigheten i de ulike utprøvingene.



(a)



(b)



(c)

Bilde 12 Eksempler på ulike stillbilder fra video: dachcam bak (a), eksternt videokamere (b) dashcam foran (c)

6.1.5 Test design and overview

Utprøvingene har blitt utført på et lukket område, Hell RX banen, også kjent som «Lånkebanen» (Bilde 13) Dette har gitt mulighet til å holde alle forhold til veibanen konstant, og under kontroll, for ikke å påvirke resultatene fra utprøvingene.



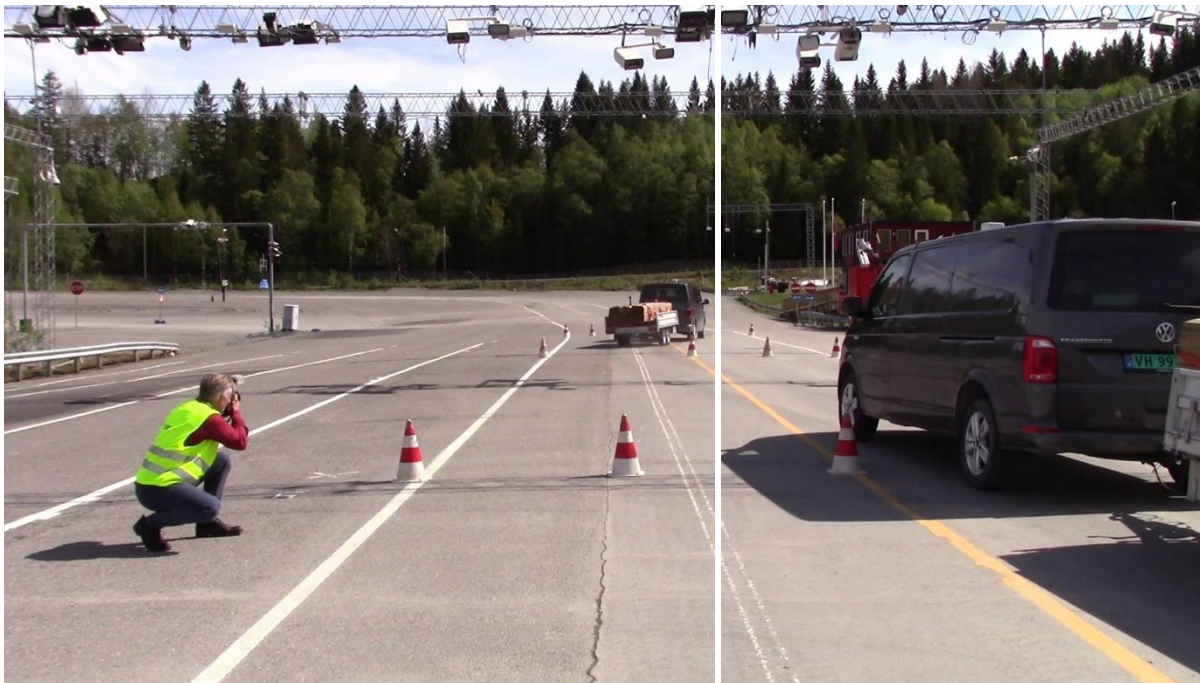
Bilde 13 Deler av Lånkebanen (foto: Hell RX)

Tre ulike utprøvinger har blitt utført:

- 1) Unnmanøver/ «Elg»-test
- 2) Kjøring i kurve glatt veibane
- 3) Kjøring i sirkel (Rundkjøringstest)

Unnmanøver/ «Elg»-test (Sway test)

I denne utprøvingen skal det utføres en unnmanøver/nødmanøver på en veistrekning som går rett frem (Bilde 14). Bilen må styre over til motgående kjørefelt for å unngå et hinder og umiddelbart etter dette, styre tilbake til sitt opprinnelige. Det som simuleres er at bilen må styre tilbake til riktig kjørefelt så raskt som mulig for å unngå front mot front kollisjon med et kjøretøy i motgående retning. Utprøvingen gjøres på asfalt med godt veigrep. Denne bevegelsen kan skape sterke krefter sideveis som igjen kan gi sterk ustabilitet i bil og tilhenger. Det er rimelig å tro at ustabiliteten kan være mer kritisk ved trekking av tilhenger enn kun med bil med elektronisk stabiliseringssystem (ESP). For å bekrefte eller avkrefte dette er det nyttig å identifisere hva som er virkningen av tilhengeren i en slik situasjon.



Bilde 14 Volkswagen Transporter gjennomfører Elg-testen med tilhenger

Kjøring i kurve glatt veibane (Curve test)

Denne testen har blitt utviklet for å analysere reaksjonen fra bilens tilhengersystem når den går inn i sving med begrenset friksjon (Bilde 15). Utprøvingen utføres ved at bil og tilhenger kjører gjennom en skarp høyresving, mens den forsøker å holde seg så nært høyre veiskulder som mulig. Radiusen av svingen er omtrent 35 meter. Hensikten med denne utprøvingen er å simulere den mulige situasjonen som oppstår når det kjøres inn i en kurve med for høy hastighet eller med et ugunstig sporvalg. Hva som er interesseområdet i denne utprøvingen er å finne om, eller i hvor stor grad, tilhengeren gjør kjøretøykombinasjonen bil og tilhenger mere ustabil. Disse situasjonene skal normalt kunne håndteres av bilens førerstøttesystemer når en kjører bil uten tilhenger. Utprøvingen har til hensikt å finne om, eller i hvor stor grad, tilhengeren bak på bilen påvirker bilens bevegelser og førerstøttesystem. Utprøvingen vil evaluere hvordan tilhengerens bevegelse kan være relevant for utfallet i en slik situasjon.



Bilde 15 The Peugeot 5008 while performing the Curve Test while towing a trailer

Kjøring i sirkel (Rundkjøringstesten)(Roundabout test)

Denne utprøvingen utføres for å undersøke stabiliteten på bil og tilhenger, under gradvis økende sideveis akselerasjon (økende sidekrefter) (Bilde 16) Utprøvingen gjøres på tørr asfalt noe som gir godt veigrep. Kjøring i sirkel krever de samme dynamiske betingelser som i en ordinær kurve. Men ved å gjøre denne utprøvingen i sirkel gir det den fordel at en kan utføre manøveren uten tidsbegrensninger og at det er mulig å justere situasjonen kontinuerlig. Sirkelen har en radius på omtrent 17,5m. Hastigheten ble økt gradvis, og de krefter som påvirker tilhengeren ble målt tilsvarende. Gjennom denne utprøvingen har det vært mulig til å nå de såkalte «grenseverdier» som er sentrale når enten tilhenger eller bil starter med å vise sterk ustabil dynamisk respons, som for eksempel vedvarende jevnt tap av grep på dekk (på bil) eller fullstendig overføring av vekt på ytre hjul og hjulløft på indre hjul på tilhengeren (tilhenger nær å velte). Med denne testen er det mulig å grovt estimere akselerasjon som trengs for å velte.



Bilde 16 The Peugeot 5008 performing the roundabout test while towing a trailer

Generelt om utprøvingene

Flere forskjellige utprøvinger og kombinasjoner av forskjellige parametere er testet ut, som vist i Tabell 10. Det er som tabellen viser blitt brukt to ulike biler og fire ulike tilhengere. Peugeot 5008 som brukte under utprøvingene tilhengerne i 1300 kg klassen, og VW Transporter brukte tilhengerne i 2000 kg klassen. I tillegg til det, har de elektriske koblingene mellom bil og tilhenger blitt undersøkt, siden det kan påvirke bilen til å aktivere assist-systemet. Ulike hastigheter er også blitt testet ut.

Ikke alle mulige parameterkombinasjoner har blitt undersøkt. Dette skyldes begrensninger på budsjett og tid på dette prosjektet. I tillegg har hensynet til sikkerhet hatt høy prioritet. Pre-testene avdekket hvilke hastigheter som gjorde at tilhengerne veltet, og dette ga grunnlaget for utprøvingene videre. Erfaringene fra pre-testene har ført til at utprøvingene kun ble utført i hastigheter, og ikke utført slik at de presset reell dynamisk grense på tilhenger og/eller bil, dette av den hensikt å garantere sikkerheten til førerne som utførte testene, men også for å bevare utstyret, som lett kan bli skadet ved en ulykke. Fartsgrensene har blitt bestemt for hver enkelt øvelse, basert på kvalitative visuelle observasjoner av dynamisk oppførsel av tilhenger og bil, men også basert på dedikerte tidligere pilot-tester, i stedet, ble disse grensene nådd og overskredet, som vist på Bilde 17.



Bilde 17 Some over-the-limit conditions reached in the pre-test

Tabell 10 og Tabell 11 gir en oversikt over utprøvingene som ble utført.

Tabell 10 Overview of performed field tests: swing, curve and emergency brake

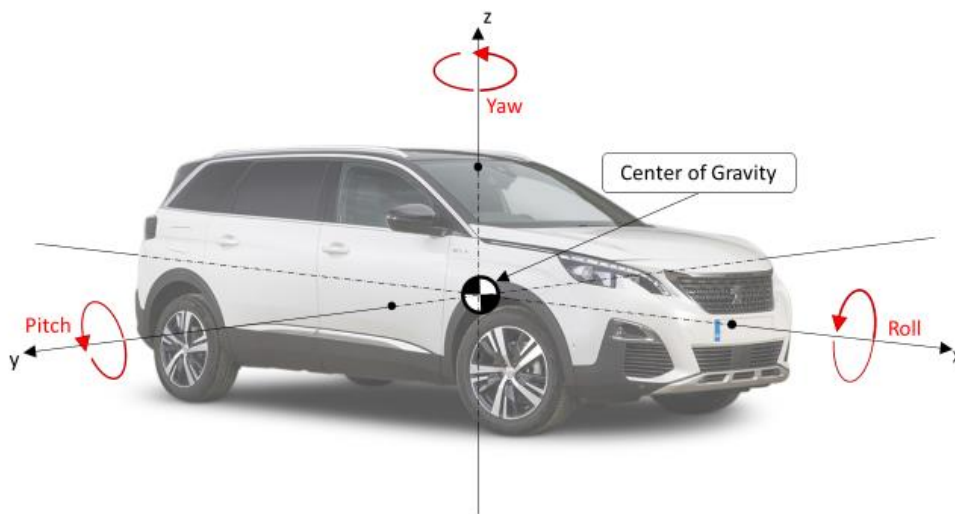
Test	Car	Trailer	Cable Connection	Testing Speed [km/h]										
				35	40	45	50	55	57	60	65	70	75	80
Swing	V1	NO		✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓
		T1	ON	✓	✓	✓	✓							
		T2	ON	✓	✓	✓	✓			✓				
	V2	NO		✓	✓	✓	✓			✓	✓			
		T3	ON	✓	✓	✓	✓	✓						
		T4	ON	✓	✓	✓	✓	✓						
	Curve	V1	NO		✓	✓	✓	✓						
			T1	ON	✓	✓	✓							
T2			OFF			✓	✓							
V2		T3	ON	✓	✓	✓								
		T4	ON		✓	✓								

Tabell 11 Roundabout tests: in this case, the speed is constantly increased in each test until the dynamic limit is reached

Test	Car	Trailer	Cable Connection	Speed (variable)
Roundabout	V1	T1	ON	✓
		T2	ON	✓
	V2	T3	ON	✓
		T4	ON	✓

6.1.6 Måleparametrene

Alle testene har blitt registrert både i film og data-filer, som frembrakte en mengde detaljerte data som måtte behandles og analyseres. For å forenkle analysene har en serie av «nøkkelindikatorer» blitt valgt ut av alle mulige alternativ som er tilgjengelig. Disse har blitt identifisert som de viktigste når det kommer til analyse av kjøreegenskapene til tilhenger og kombinasjon bil og tilhenger



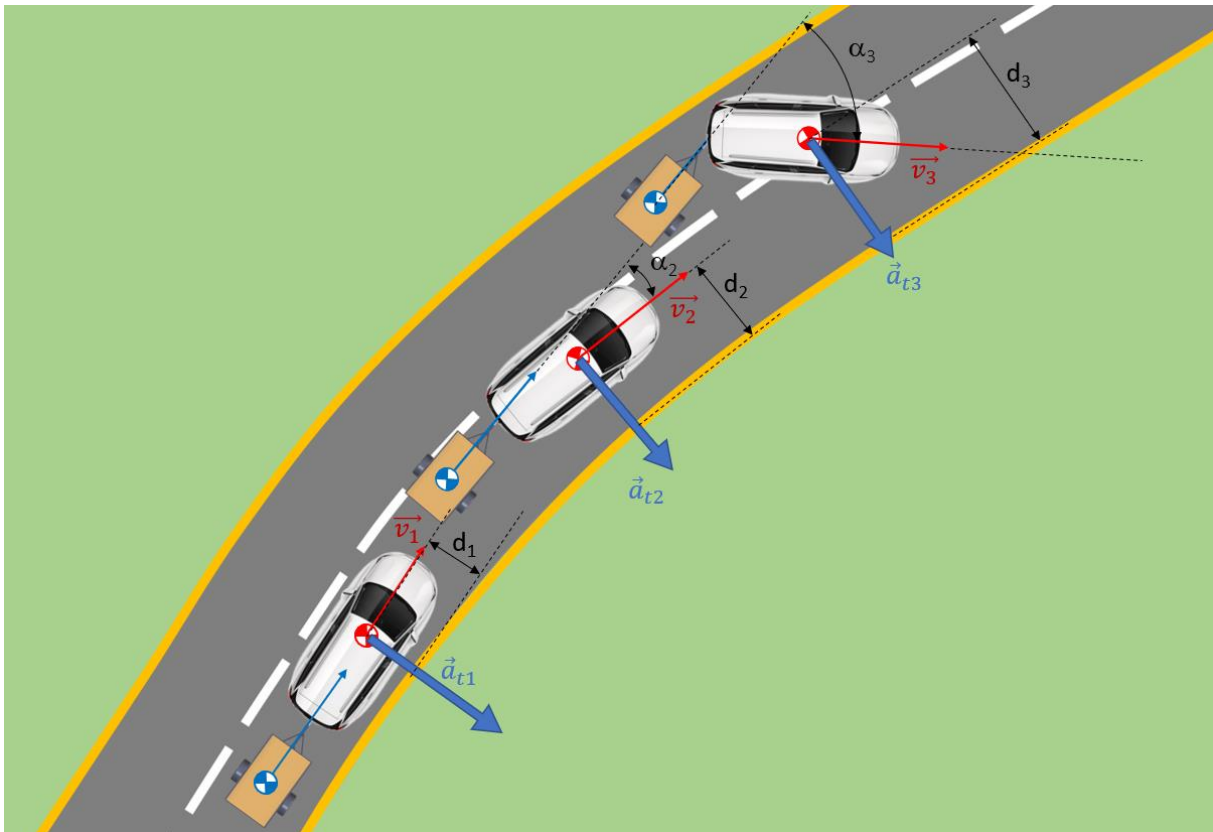
Figur 5 Skisse av de ulike vinkler som brukes som måleparametre

1) Roll angle

Denne vinkelen er en av hovedparameterne for å beskrive bilen sin posisjonen i horisontal planet (Figur 5). Den beskriver kjøretøyenes kregning med en referanse til aksene som passerer gjennom sentrum av tyngdepunktet. Nullpunktet er når de tverrgående koordinatene ligger i vater. Som figuren viser, vil vinkelen framkomme ut fra en målt rotasjon (kregning) rundt koordinaten i fartsretningen. Denne vinkelen er som nevnt hovedsakelig en beskrivelse av bilen kregning på bakgrunn av sideveis belastning, som ved kjøring gjennom sving, og er vanligvis hovedparameter for å hindre bilen mot å velte. Men tverrfall på veien vil også påvirke denne vinkelen. I de utførte utprøvingene, har denne vinkelen blitt analysert både på bil og tilhenger, og kjøretøyene i kombinasjon.

2) Yaw angle

Yaw angle måles i forhold til bilens rotasjon om sin egen akse Figur 5. Aksen passerer gjennom sentrum av tyngdepunktet, og peker oppover mot himmelen. Denne vinkelen er spesielt effektiv til å beskrive mulige kursavvik ved for eksempel lav friksjon mellom kjøretøy og veibanen. I nøytral posisjon er vinkelen og bevegelsesretningen er lik null, hvilket enkelt forklart betyr at «nesen» på kjøretøyet peker i den retning kjøretøyet beveger seg. I tilfellene hvor bilen «drifter» er denne antagelsen ikke gyldig lenger. Dette parametere har spesielt vært viktig for svingtesten.



Figur 6 Figur som viser måleparameteren Lane department

3) Lane department

Lane department er en beregnet parameter og uttrykker distansen mellom kjøretøyposisjon og sentrum av kjørefeltet, som er ment å være idealsporet. Denne parameteren er spesielt effektivt for å beskrive hvordan kjøretøyet klarer å holde det valgte sporet, og har vært spesielt relevant for svingtesten.

4) Yaw difference

Dette er en beregnet parameter og beskriver forskjellen mellom Yaw angle mellom tilhenger og bil sett i forhold til bevegelsesretningen. (Se Figur 5) Yaw angle måles separat både for bil som skissen viser, men også tilsvarende for tilhenger. Vanligvis, når både bil og tilhenger kjører rett fram har bil og tilhenger samme vinkel, men det varierer når bilen svinger. Forskjellen blir større når radiusen av den horisontale svingen minsker. Hvis det er ustabilitet i kjøretøykombinasjonen vil denne parameteren indikere dette, og størrelsen på differansen vil framkomme. Denne informasjonen er spesielt nyttig for å overvåke stabiliteten av tilhengeren i forhold til bilen.

5) Transversal acceleration

Dette hovedparameter er direkte målt med IMCU'en og er den direkte konsekvens av sidekreftenes påvirkning når bil og tilhenger endrer retning. Det er av interesse å finne om en finner ulik tverrgående akselerasjon mellom bil og tilhenger, og om det kan beregnes en grenseverdi knyttet til stabilitet og veltefare.

6) Speed

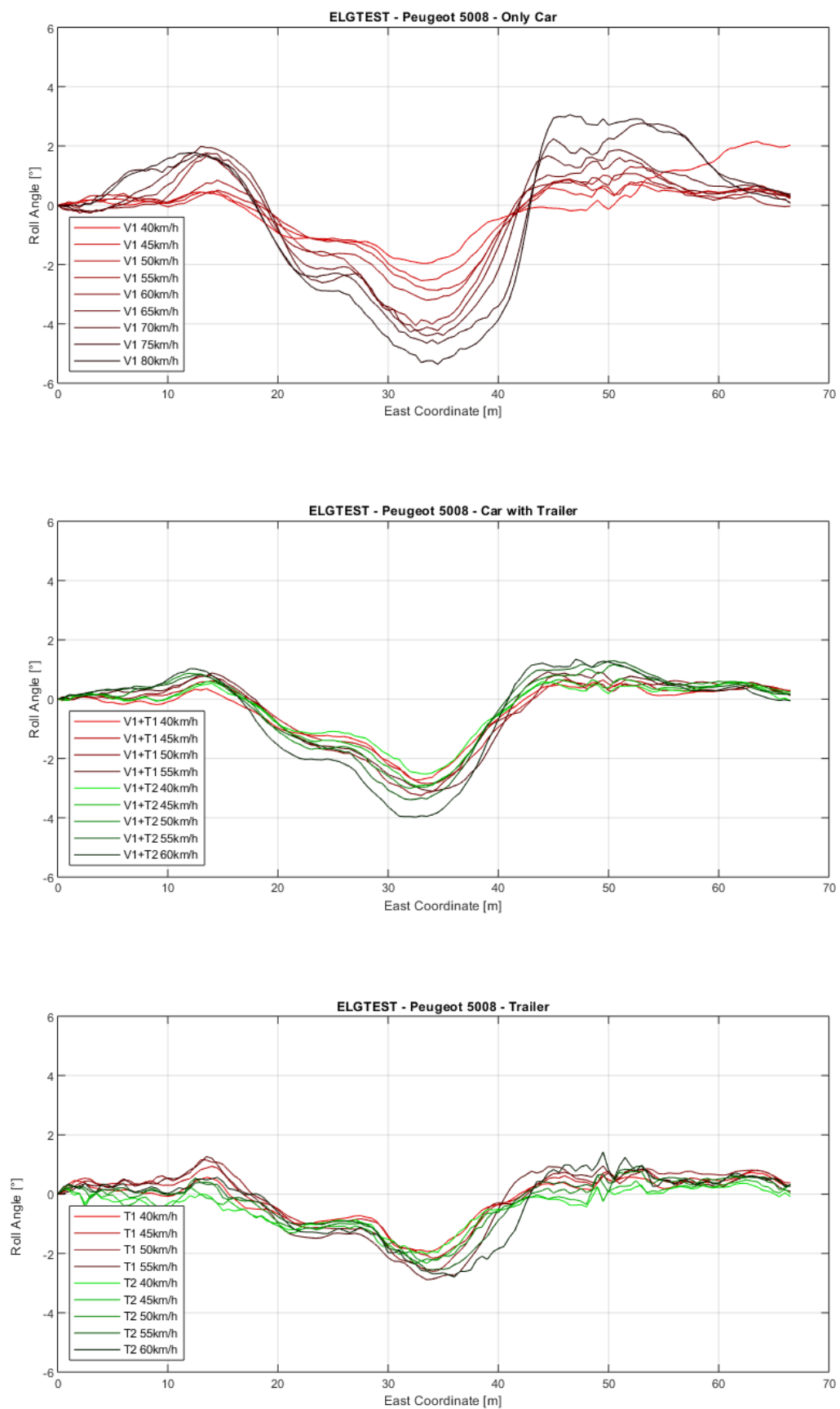
Dette parameter har blitt målt med IMCU'en og viser hvordan hastigheten påvirker gjennom de ulike utprøvingene.

6.2 Resultater

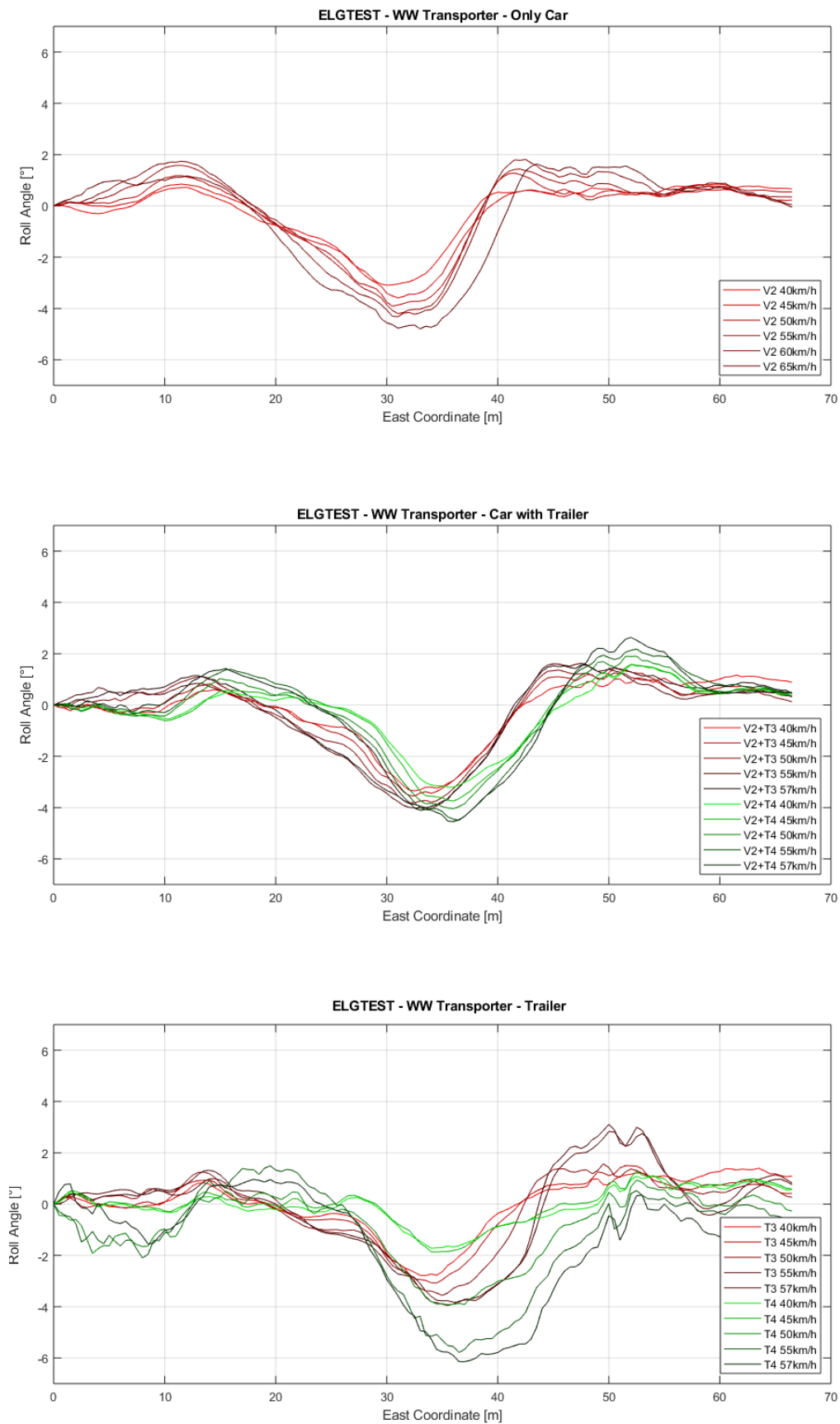
I dette kapittel vil de ulike resultatene presenteres.

6.2.1 Unnamanøver / "Elgtest"

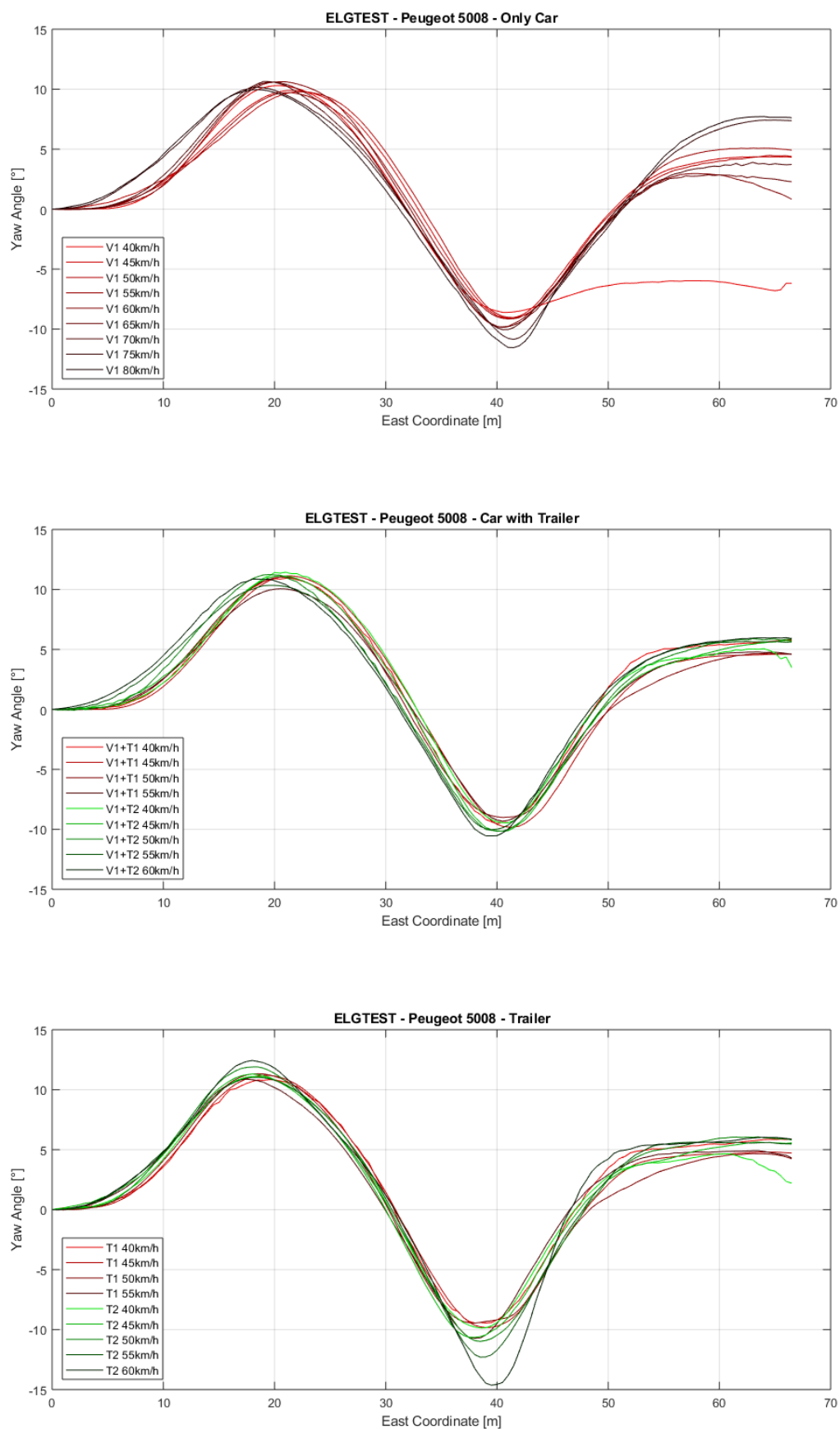
Hovedresultatet fra unnamanøver er vist med diagram (for begge kjøretøy alene og med tilhengerassist-system) knyttet til velt (Figur 7 og Figur 8), giringsrotasjon (Figur 9 og Figur 10) og sidekrefter (Figur 11 og Figur 12). Hver figur er utstyrt med tre grafer: bilen alene (uten tilhenger), bil med tilhenger og tilhengeren alene. Siden både bil og tilhenger har blitt utstyrt med IMCU, gir hver utprøving to dataopptak, som er registrert i andre og tredje grafdiagram, mens den første (referert til kun bil) fungerer som referanse. Y-aksen inneholder det analyserte parameter, nemlig krengevinkel, rotasjonsvinkel og sideveis akselerasjon, henholdsvis i grader (krenkning og rotasjon) og m/s^2 (sideveis akselerasjon). På x-aksen er det en romlig lineær referanse målt i meter (kjørt distanse). Hver graf består av ulike linjer, som representerer ulike utførte utprøvinger, som eksempel forskjellige hastigheter, ulike tilhengere og med/uten tilkoblet strømledning til tilhengeren. For å fremheve forskjellen bedre, er det tatt i bruk en fargekode: mens fargenes nyanse indikerer hastigheten (jo mørkere, desto raskere), kobles selve fargen sammen med den testede traileren (grønn den ene traileren, rød den andre).



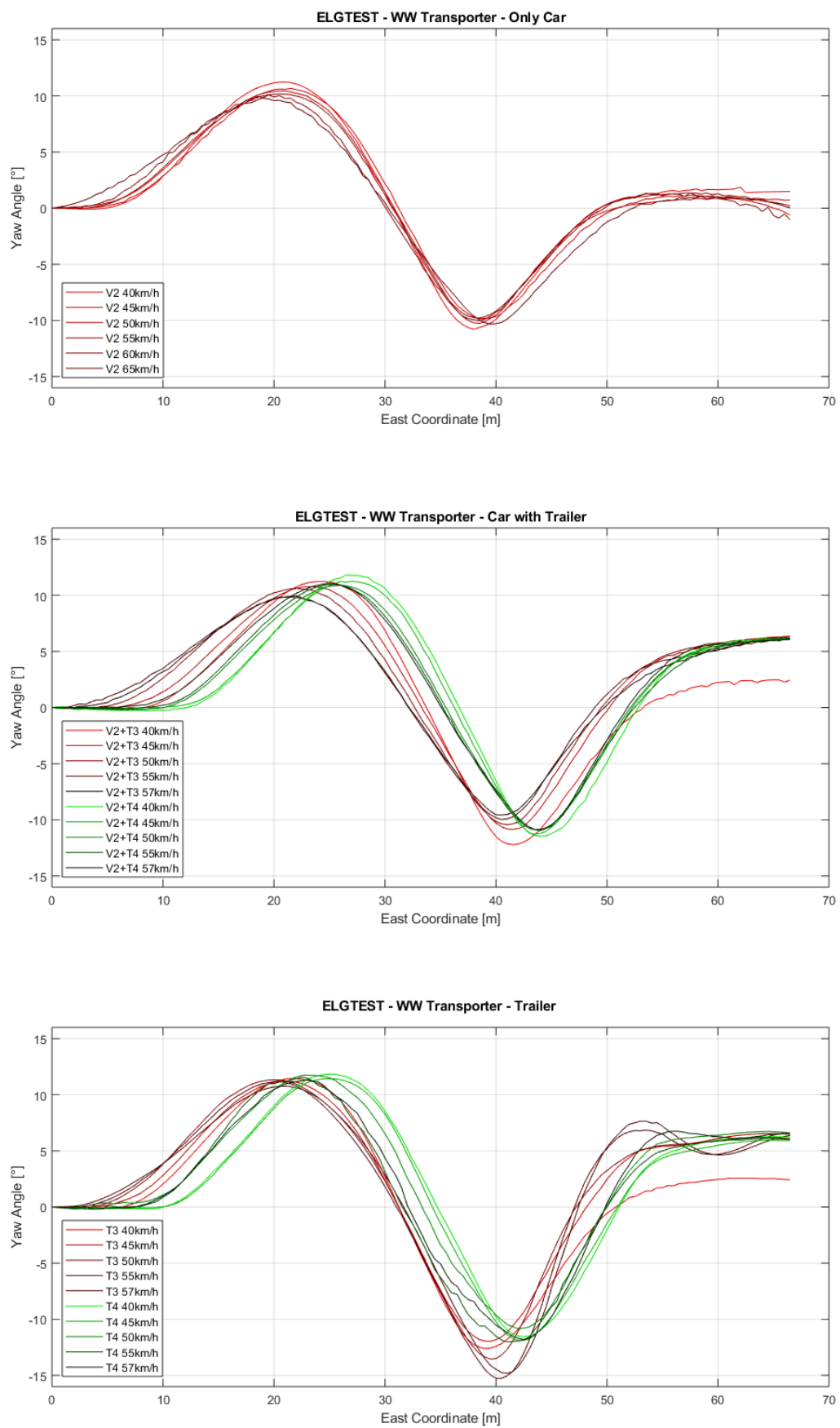
Figur 7 Peugeot 5008, Sway Test, Roll Angle



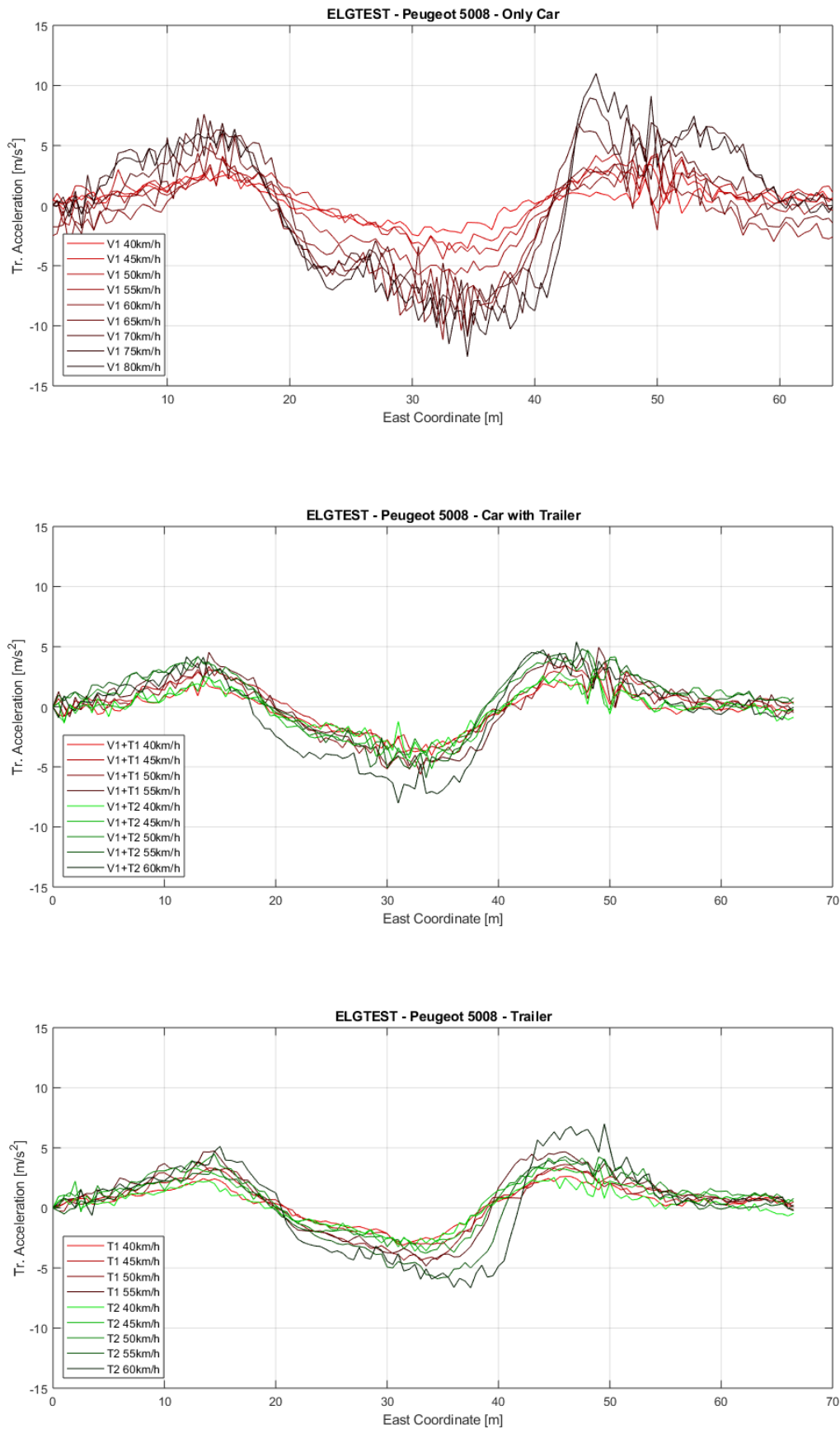
Figur 8 Volkswagen Transporter, Sway Test, Roll Angle



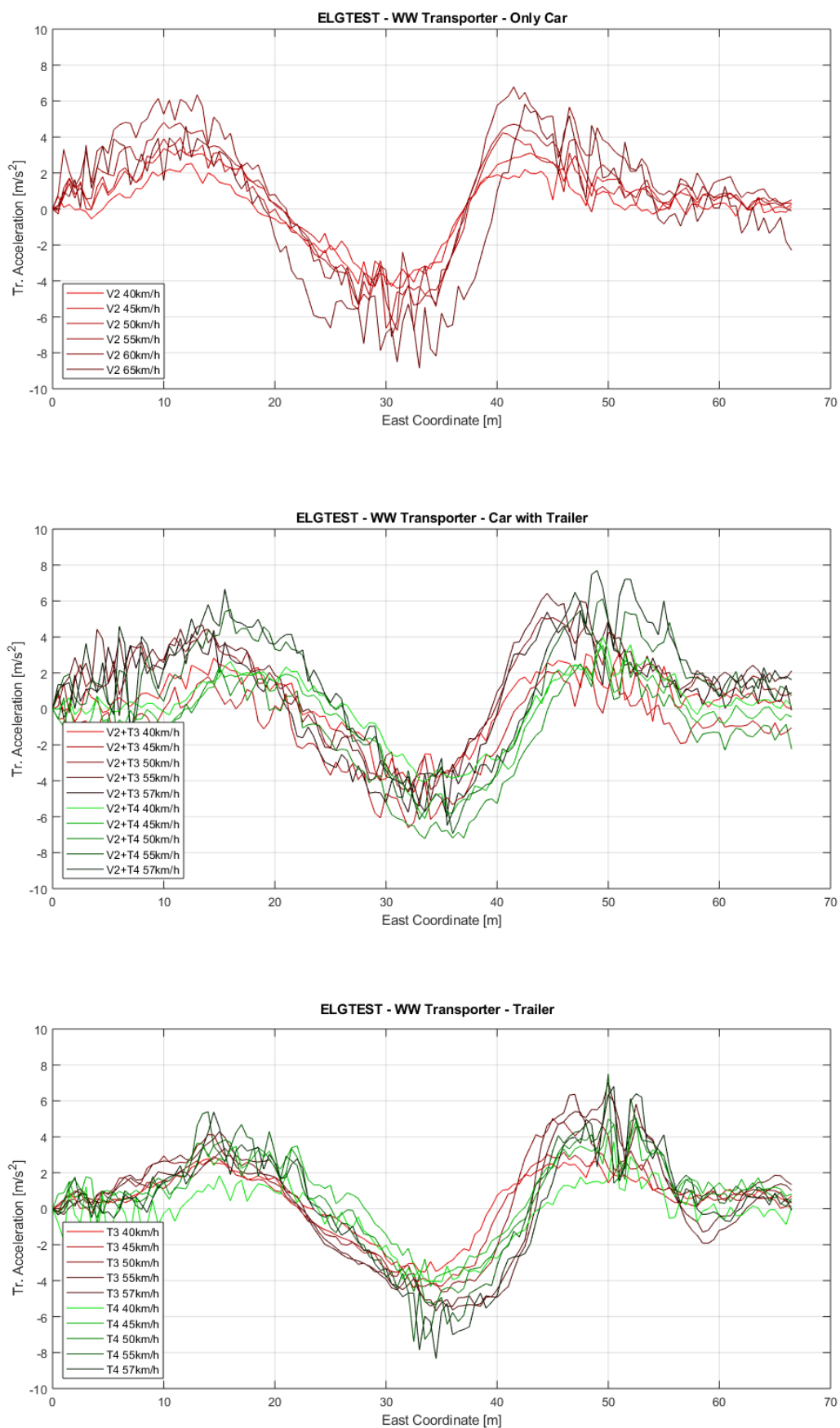
Figur 9 Peugeot 5008, Sway Test, Yaw Angle



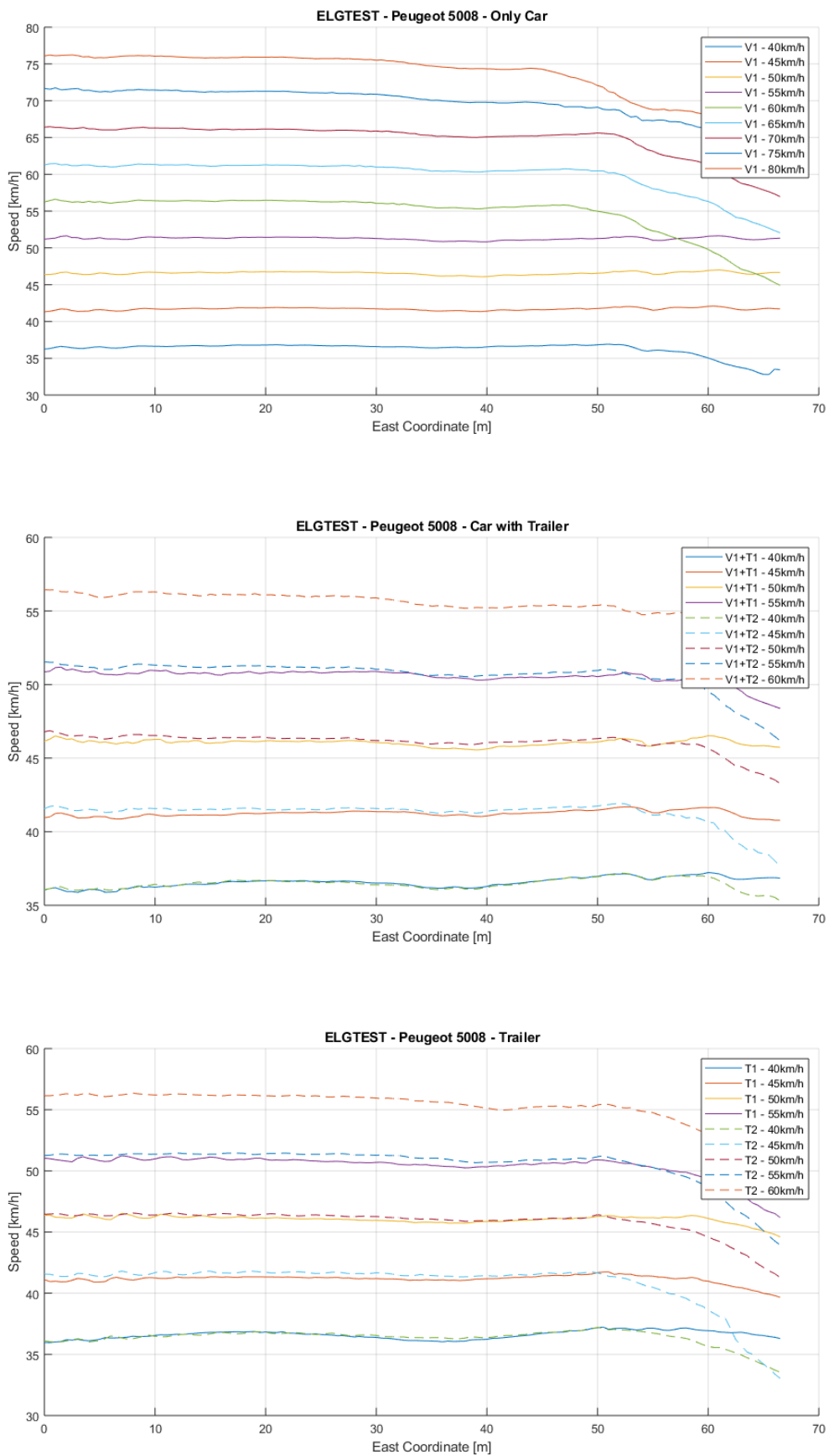
Figur 10 Volkswagen Transporter, Sway Test, Yaw Angle



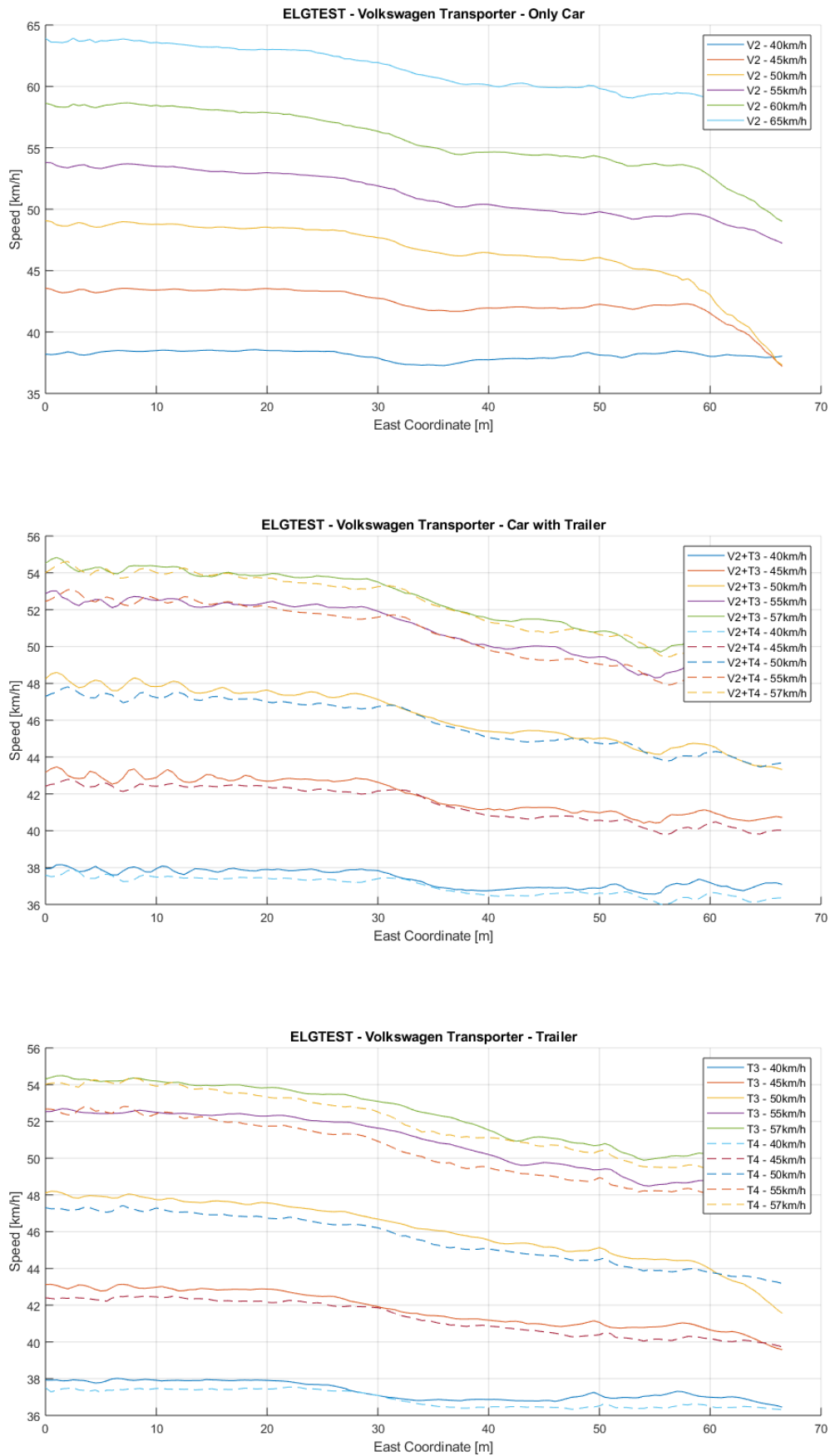
Figur 11 Peugeot 5008, Sway Test, Transversal Acceleration



Figur 12 Volkswagen Transporter, Sway Test, Transversal Acceleration



Figur 13 Peugeot 5008, Sway Test, Speed



Figur 14 Volkswagen Transporter, Sway Test, Speed

Basert på de viste resultatene i Figur 7, Figur 8, Figur 9, Figur 10, Figur 11, Figur 12, Figur 13 og Figur 14, kan det foretas noen generelle evalueringer. Se også Kapittel 8, Implikasjoner.

Målingene viser at den mest kritiske delen i manøveren er svingebevegelsen rett etter at bilen har passert hinderet, og prøver å komme seg tilbake til sitt kjørefelt. I denne delen av manøveren (som er lokalisert ved 30 og 40 meter) er det målt den største «roll angle» (krengevinkel), både på bilene og tilhengerne. Dette betyr, som en generell indikasjon, at jo raskere kjøretøyet trenger å komme seg tilbake til sin originale posisjon, jo sterkere vil belastningen som påføres kjøretøy-tilhengersystemet være.

Når en sammenligner grafene til de to ulike bilene (Figur 7, Figur 8) viser det seg at det ikke er noe vesentlig forskjell mellom dem når det gjelder «roll angle» (krengevinkel). Det gjelder også når det er påkoblet en tilhenger. Målt «roll angle» (krengevinkel) viser for det meste samme trend uansett om bilen trekker en tilhenger eller ikke. Denne påstanden er mindre gyldig for tilhengere. Mens T1, T2 og T3 ser ut til å oppføre seg veldig likt sammenlignet med hverandre ser det ut til at T4 avviker noe fra dem. Forskjellen er synlig i «roll angle» (krengevinkel), der det viser høyere verdi for denne tilhengeren enn hos de andre tilhengerne. Og grafene (Figur 8 nederste figur) viser at krengevinkelen øker veldig raskt mot de høyeste verdiene når hastigheten øker.

Samtidig viser grafen at bevegelsene til tilhengerne på slutten av manøveren er ganske forskjellige fra bilene. Bilene viser en rask stabilisering, spesielt med tanke på krengevinkelen (roll angle). Tilhengerne holder generelt en høy ustabilitet lenger. Dette skyldes etter all sannsynlighet de konstruksjonsmessige forholdene ved tilhengerne. Disse funn, fører til den generelle kommentaren at når man trekker en tilhenger i denne kategorien etter en brå manøver er det nødvendig å være ekstra forsiktig lenge etter at manøveren er ferdig, siden det er behov for mer tid og rom for tilhengeren å komme seg tilbake i en stabil dynamisk balanse.

Ved å ha et spesifikt søkelys på «yaw angle» (rotasjon i forhold til bevegelsesretningen) på Volkswagen Transporter (Figur 10), ser vi at bil og tilhenger trenger mer plass for å svinge tilbake til eget kjørefelt når det er tilkoblet en tilhenger. Og den påvirkes av økning av hastighet. Bortsett fra den lille kommentaren, er det ikke stor forskjell på bilene og tilhengere når det gjelder yaw angle.

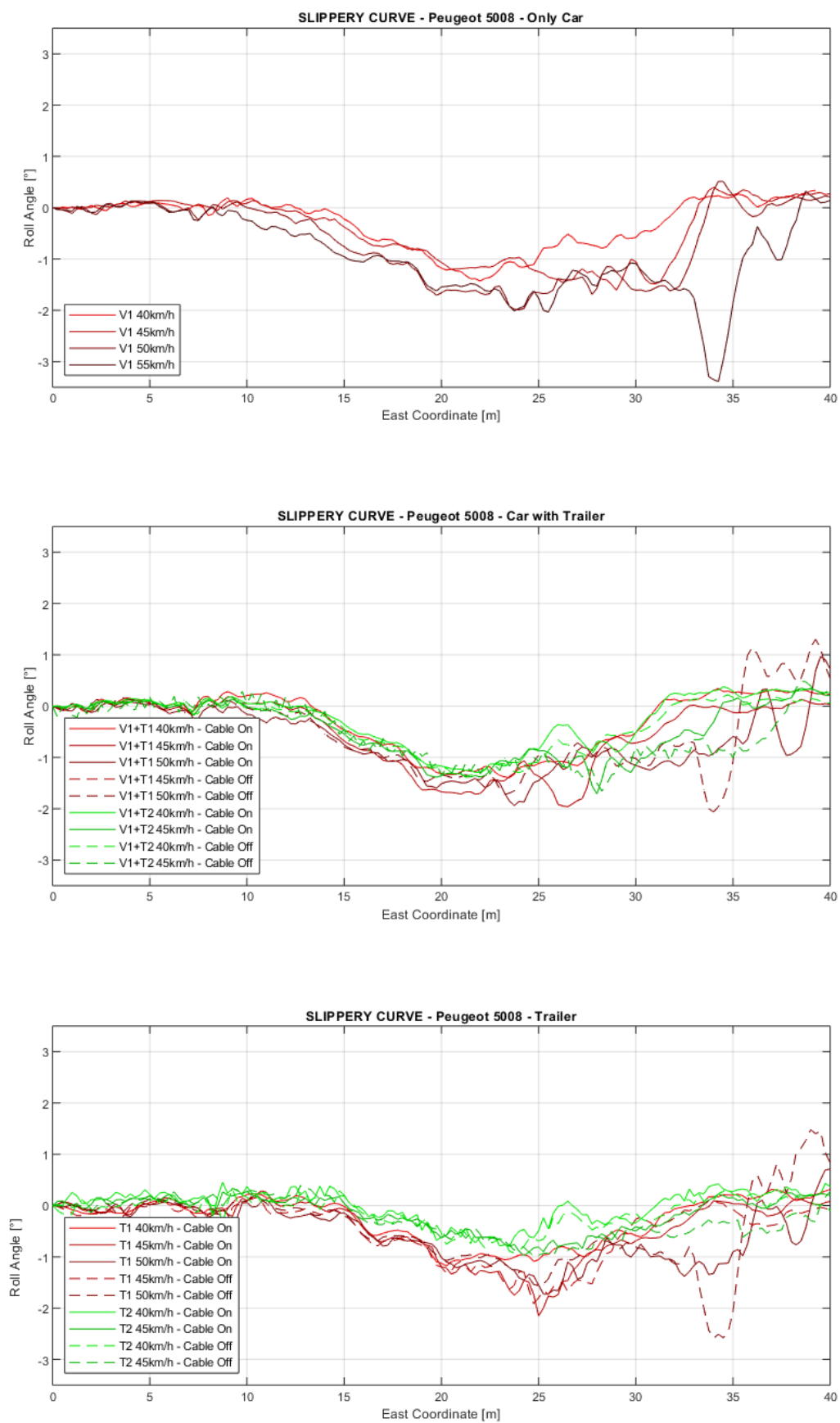
Transversal acceleration (sidekrefter) som er målt, selv om de påvirkes sterkt av støy, er preget av at de følger det samme mønster som de andre parameterne. Selv om det som forventet, at økningen i toppverdiene er relatert til hastighet, er det ikke klart om det er mulig å etablere en matematikkorrelasjon mellom de to på bakgrunn av disse målingene.

6.2.2 Kjøring i kurve glatt veibane

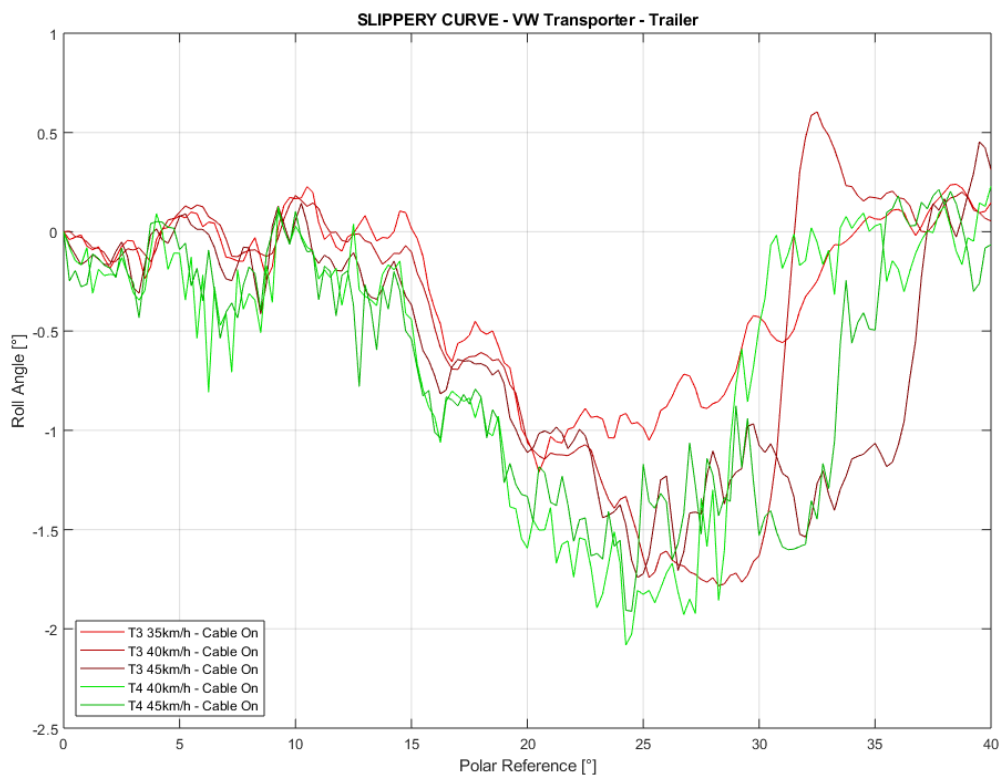
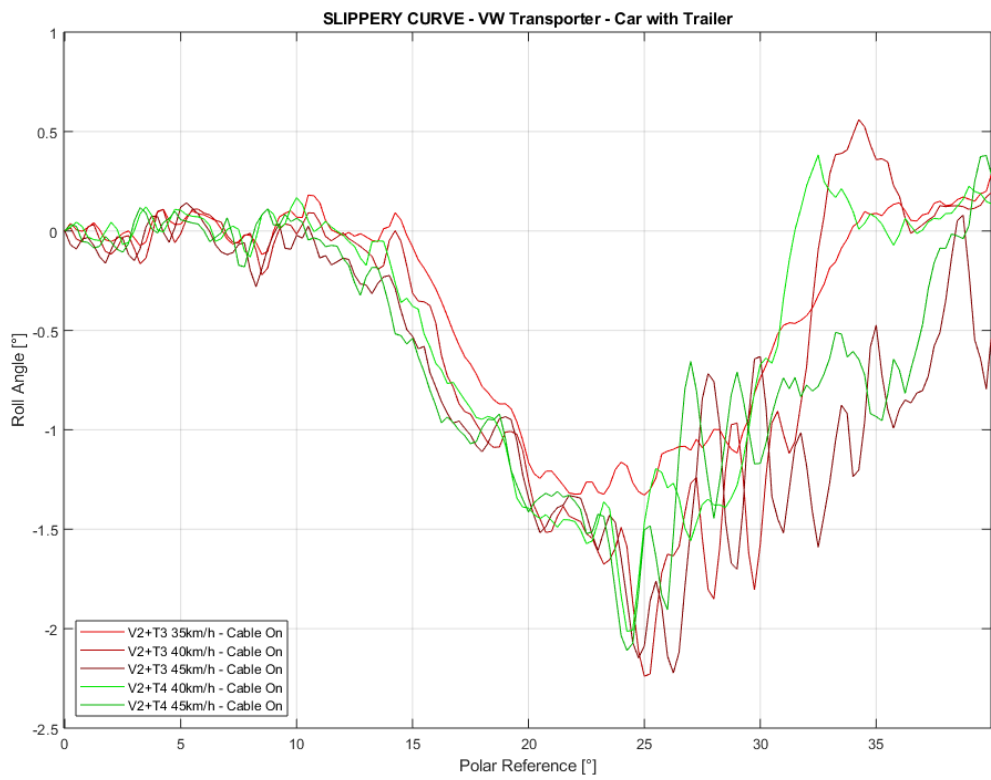
Hovedresultatene fra Kjøring I kurve glatt veibane er representert ved diagrammer Figur 15 og Figur 16 (roll angle) Figur 17 og Figur 18 (yaw angle), Figur 19 og Figur 20 (transversal acceleration) Figur 21 og Figur 22 (lane department) og til sist Figur 23 og Figur 24 (yaw difference).

Mønsteret til hver figur er den samme som for unnamanøver, med noen mindre forskjeller. Referanseenheten for Yaw difference er en vinkel uttrykt i grader, mens kjørefeltet er uttrykt i meter. Siden utprøvingen gjøres i kurve, er en lineær referanse ikke det beste lenger. Derfor er en polarreferanse blitt tatt i bruk. Denne referansen er uttrykt i grader. Likeledes er den samme polare referansen (uttrykt i grader) representert langs punkter langs kanten gjennom svingen som utprøvingen gjennomføres i.

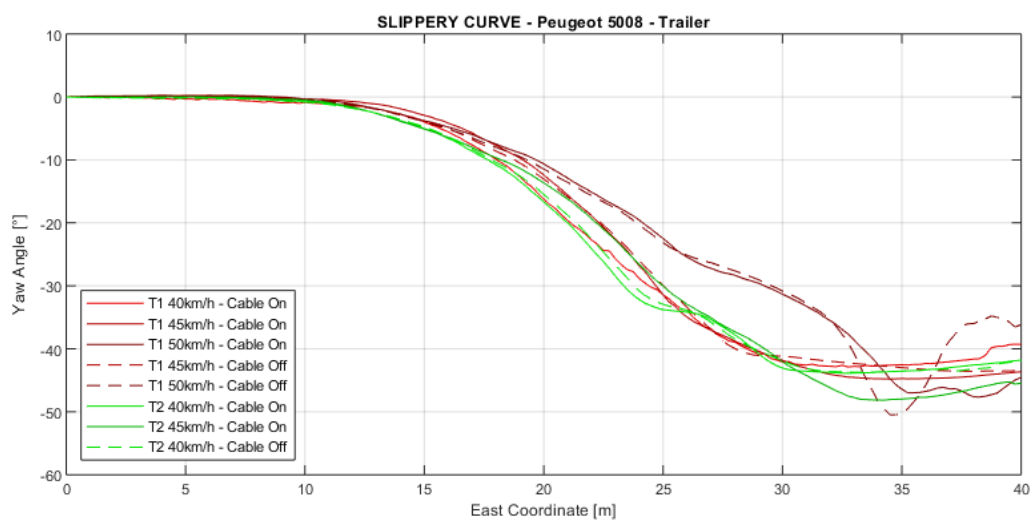
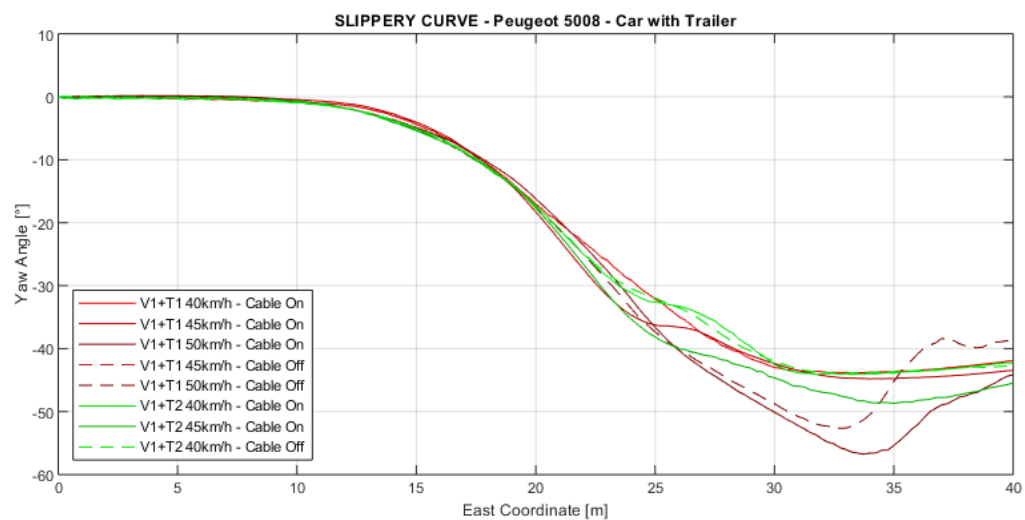
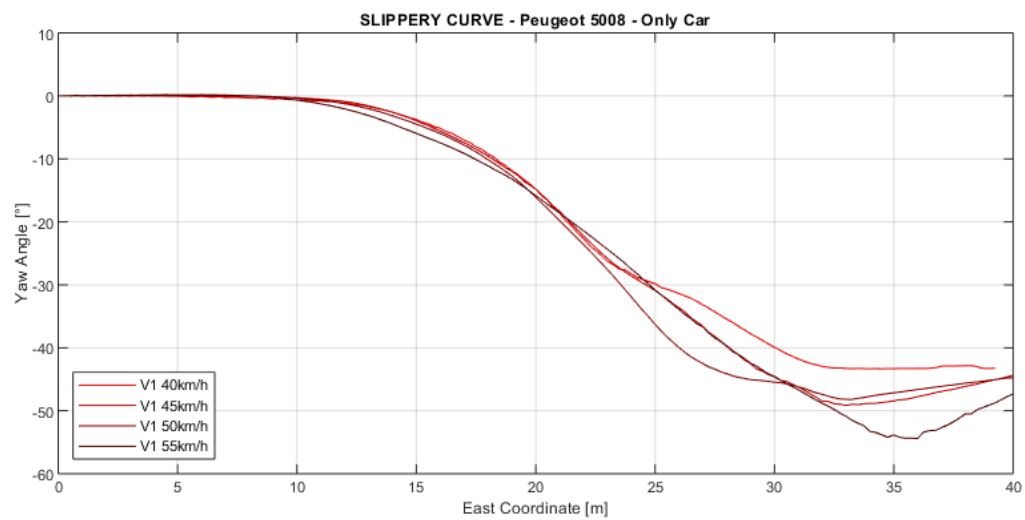
Videre er det innført en linjestilkode for å fremheve strømtilkobling/frakobling mellom tilhenger og bil (koblet til kontinuerlig linje, koblet fra med stiplet linje). Til slutt i noen av grafene er området for den faktiske kurven markert med en grå boks.



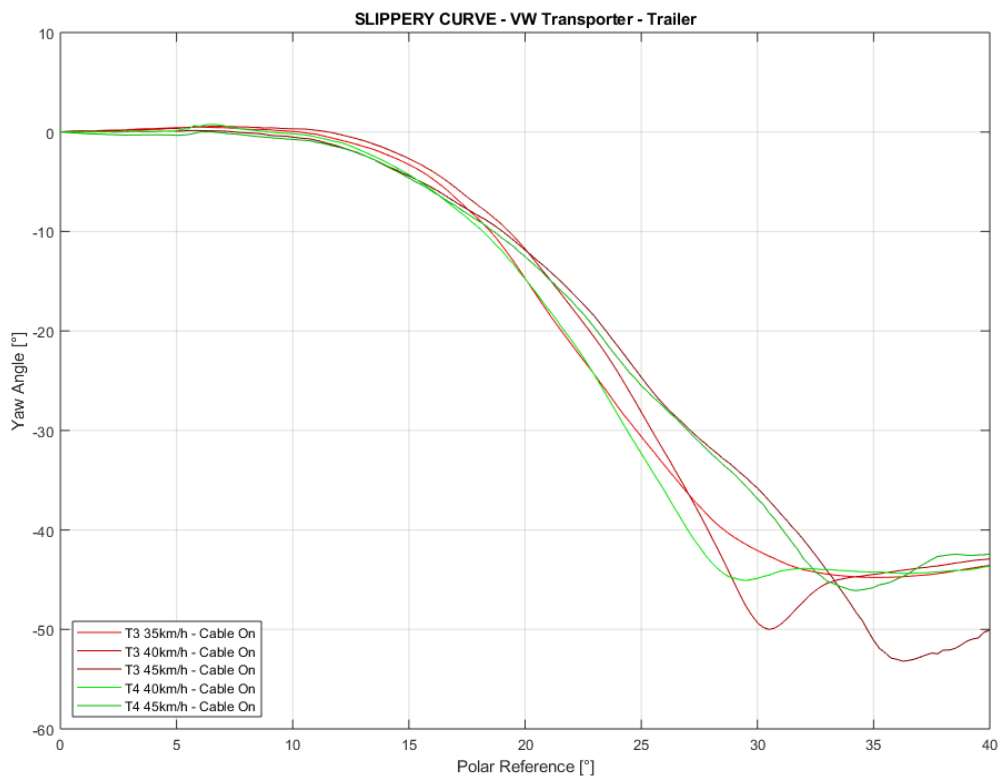
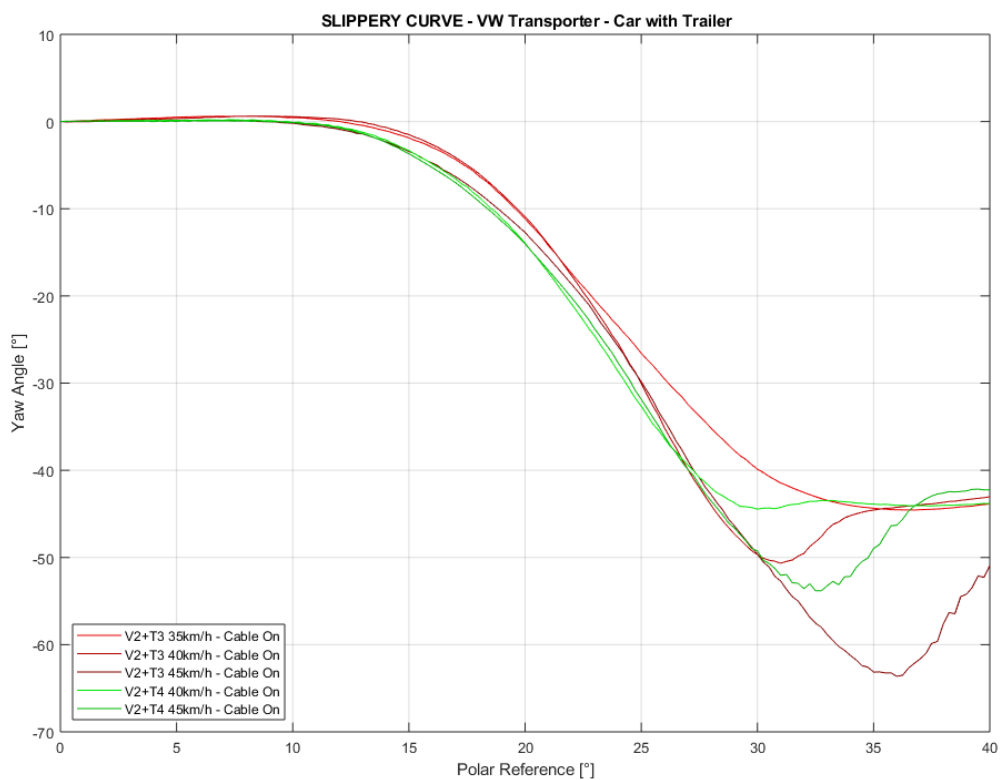
Figur 15 Peugeot 5008, Curve test, Roll Angle



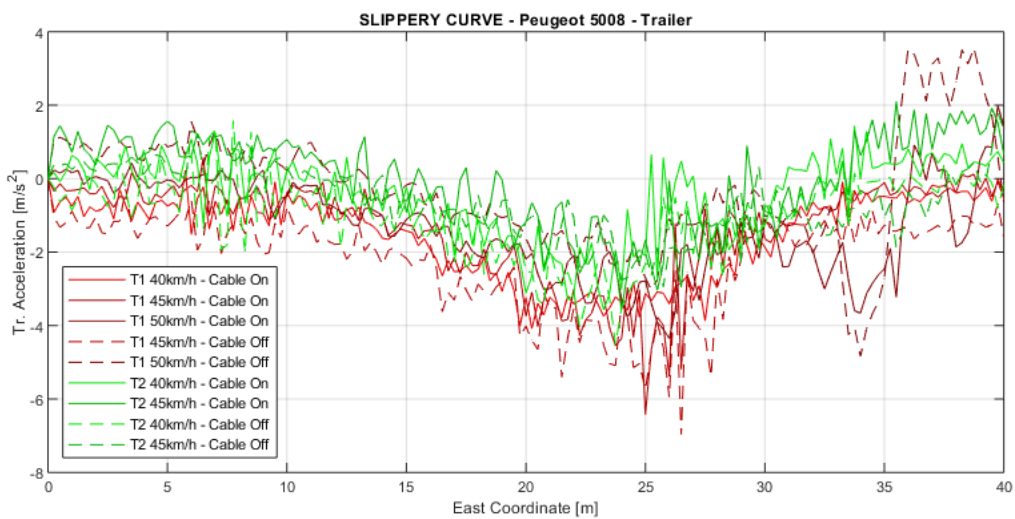
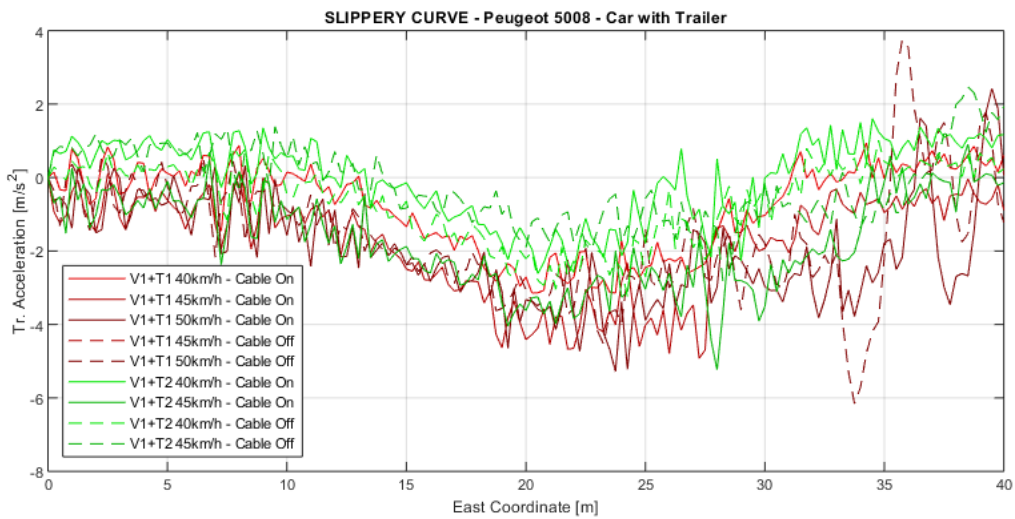
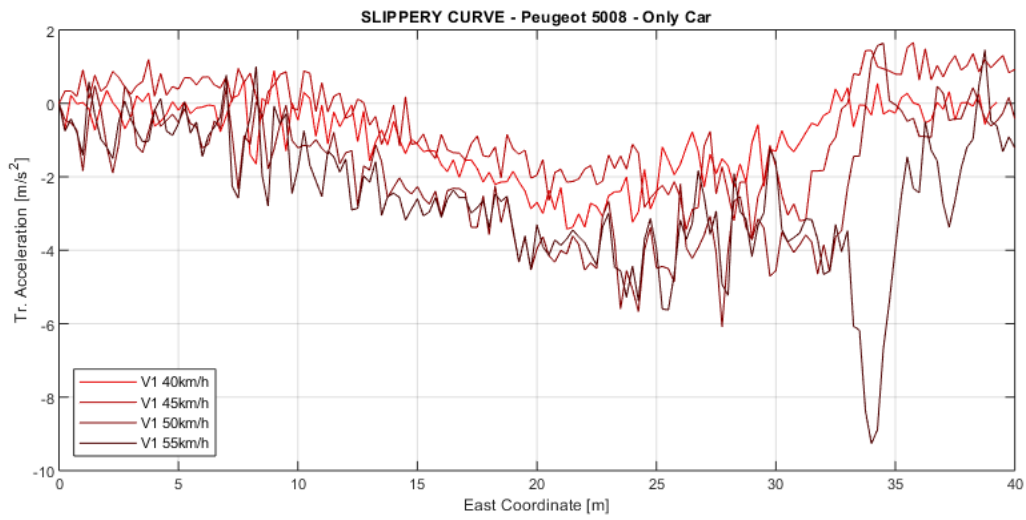
Figur 16 Volkswagen Transporter, Curve test, Roll Angle



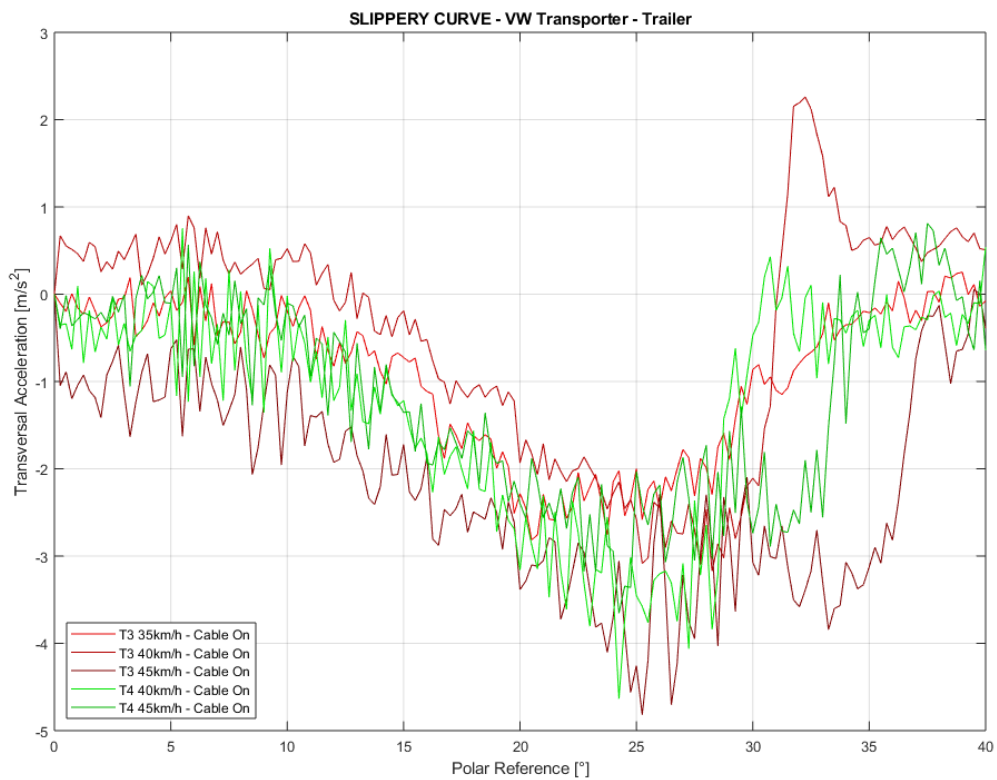
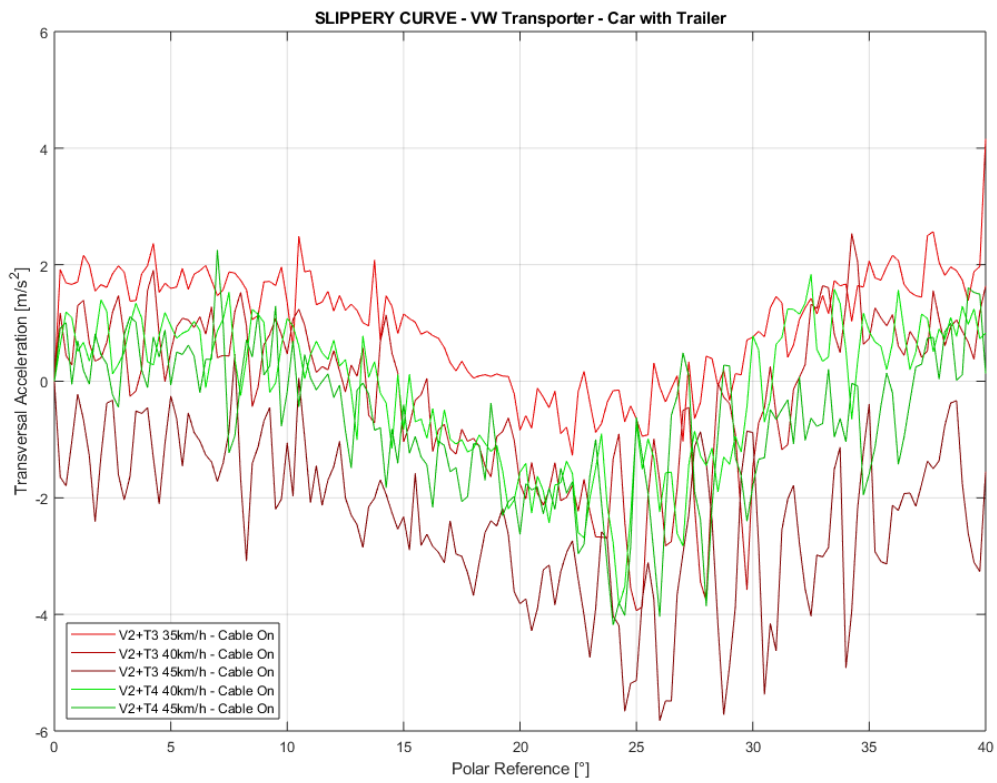
Figur 17 Peugeot 5008, Curve test, Yaw Angle



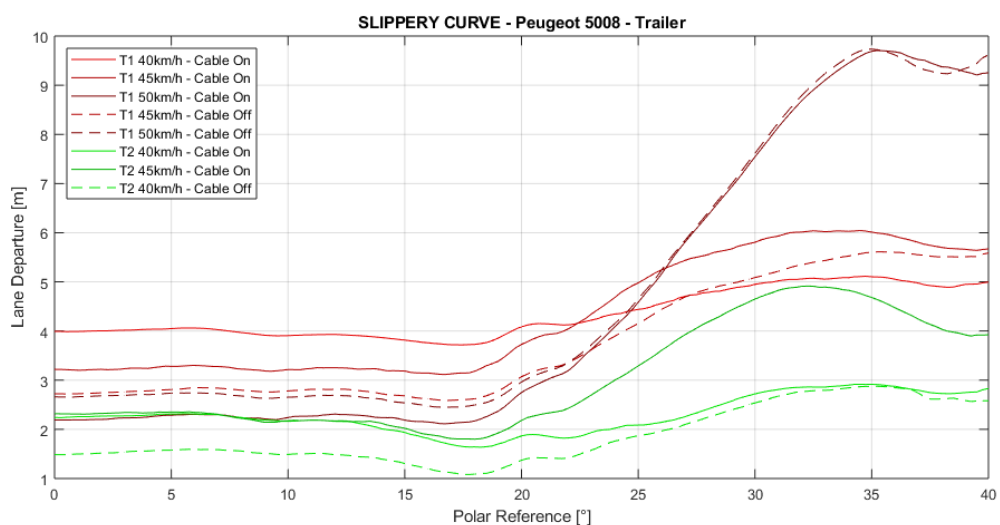
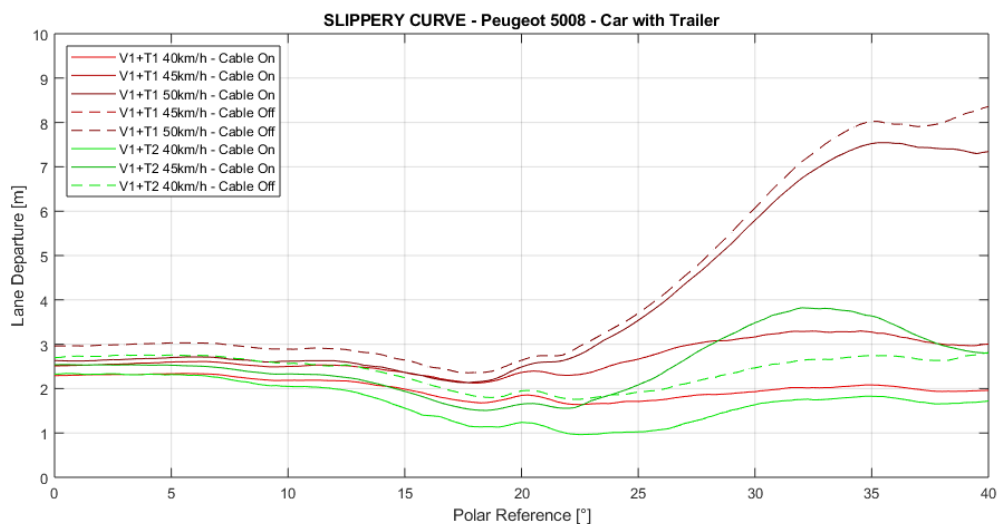
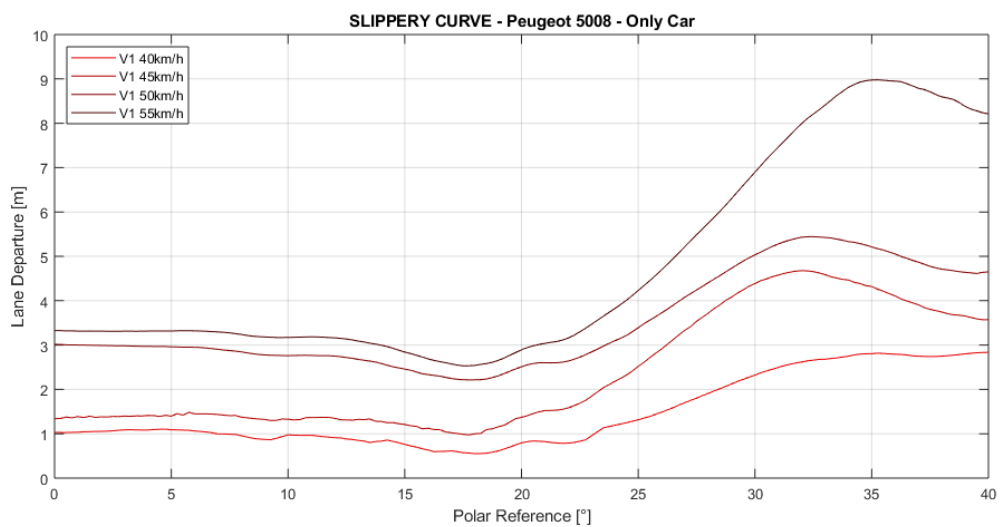
Figur 18 Volkswagen Transporter, Curve test, Yaw Angle



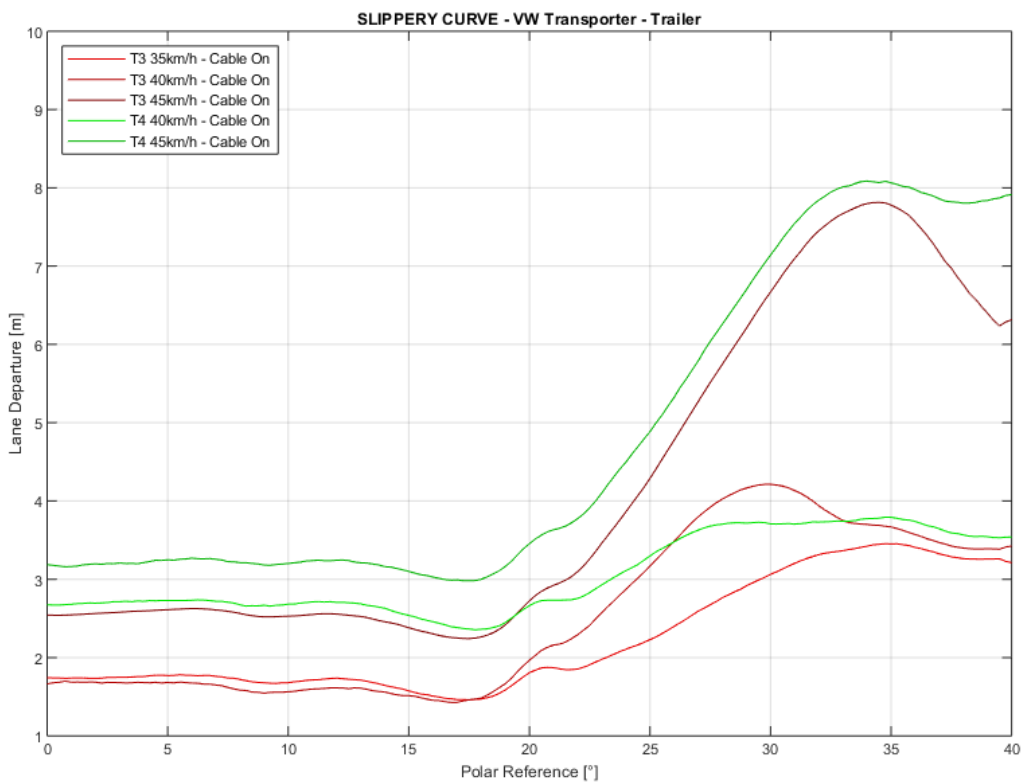
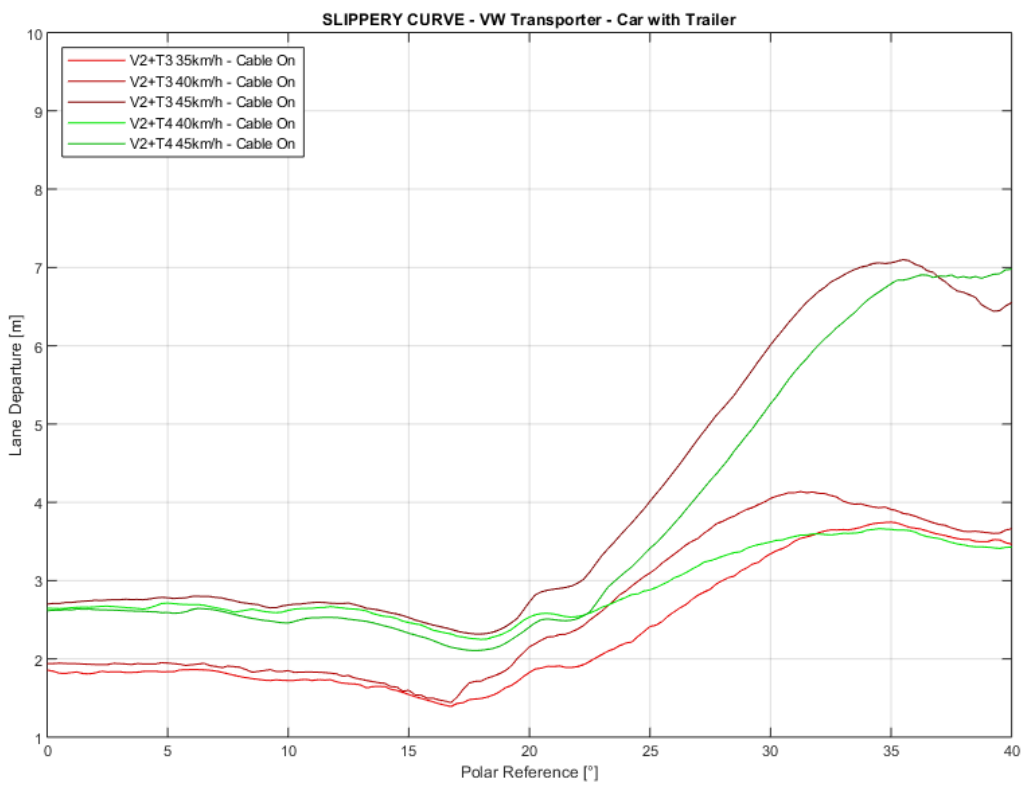
Figur 19 Peugeot 5008, Curve test, Transversal Acceleration



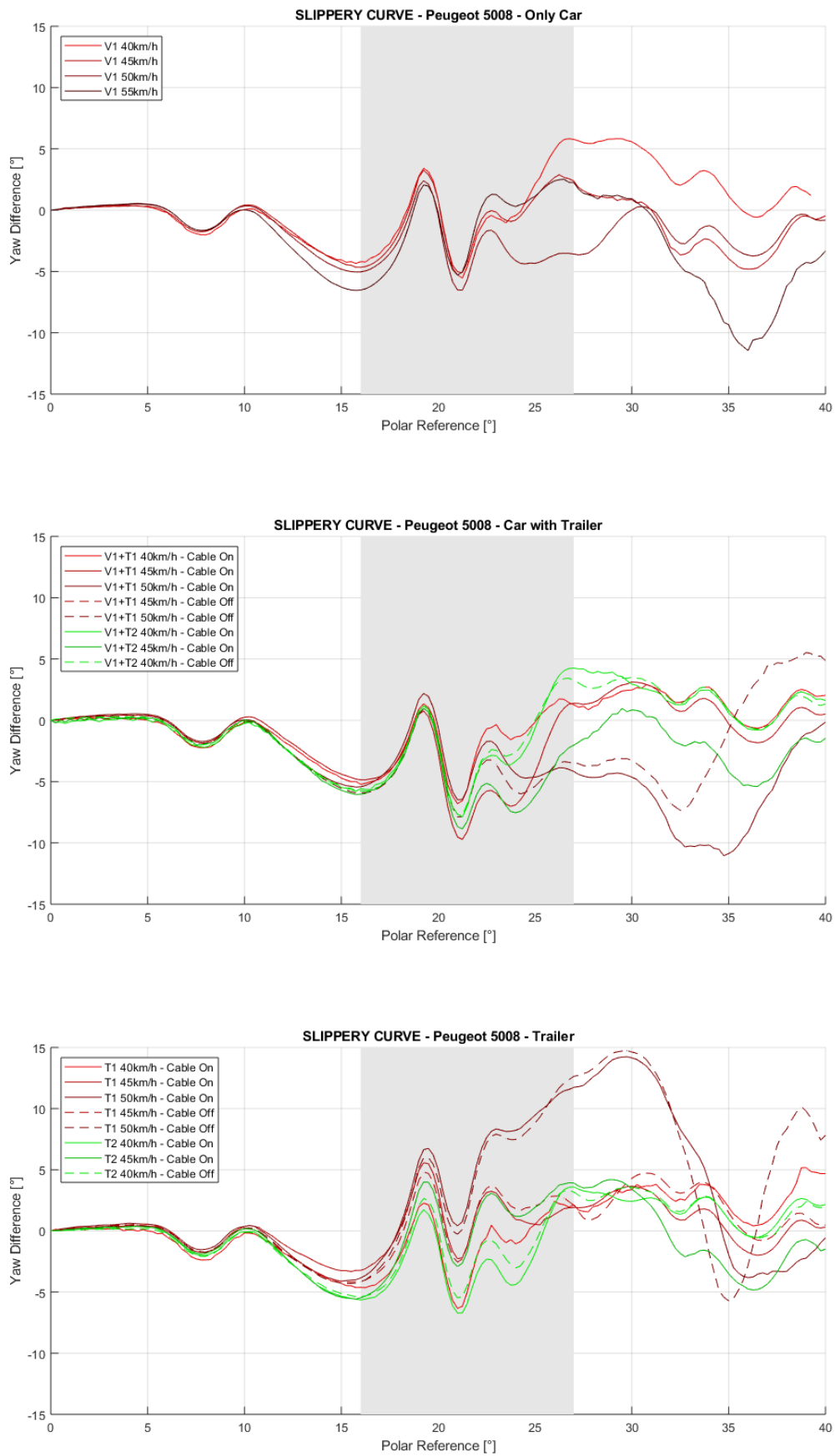
Figur 20 Volkswagen Transporter, Curve test, Transversal Acceleration



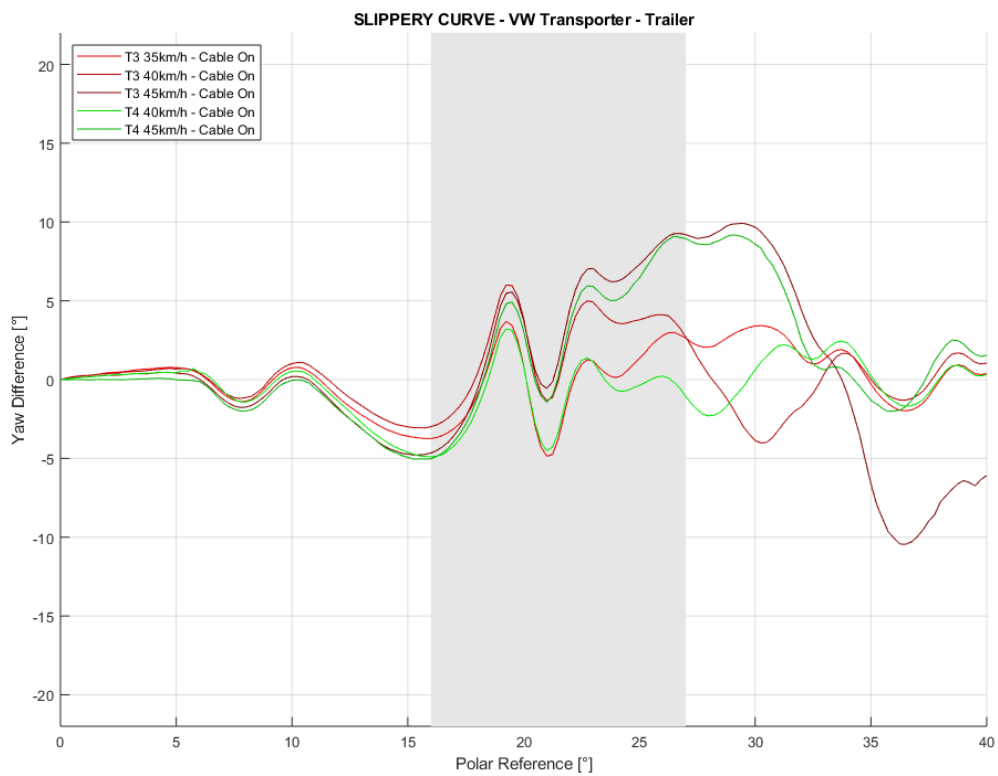
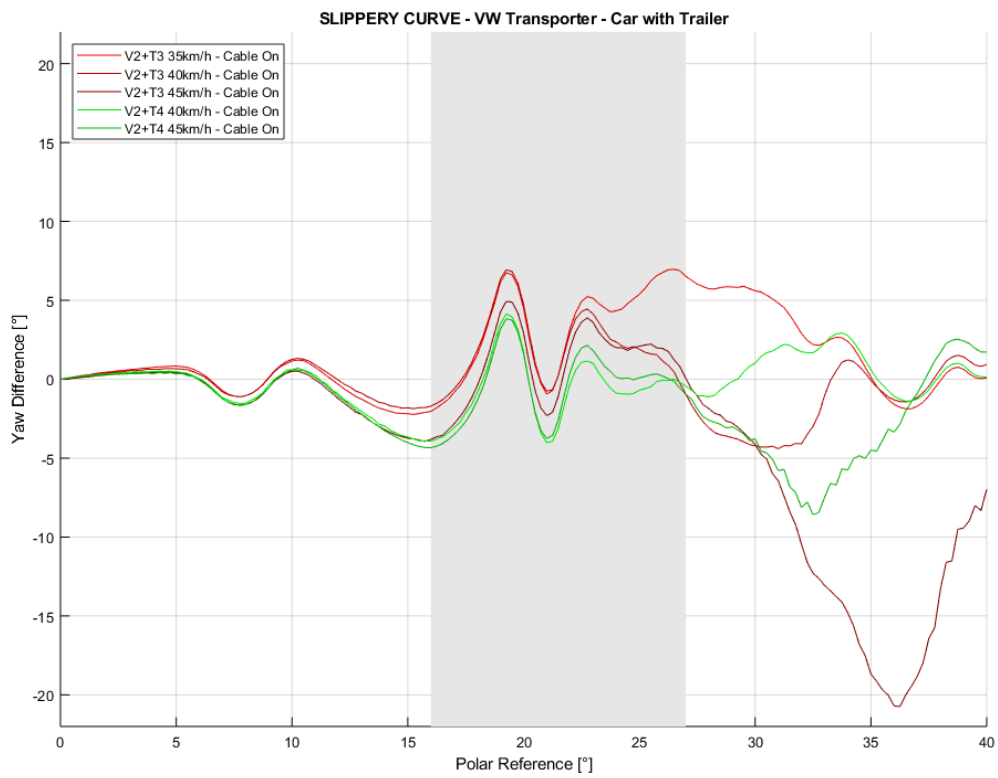
Figur 21 Peugeot 5008, Curve test, Lane Departure



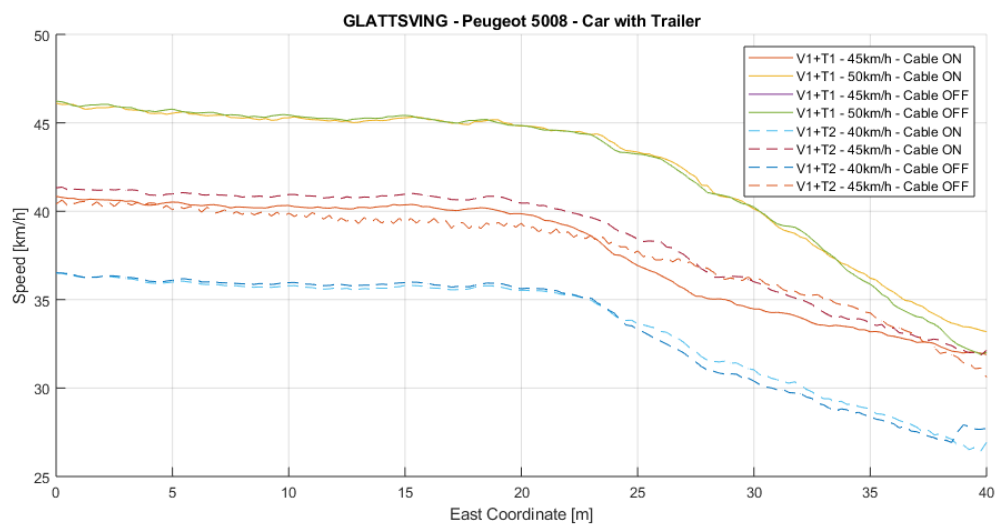
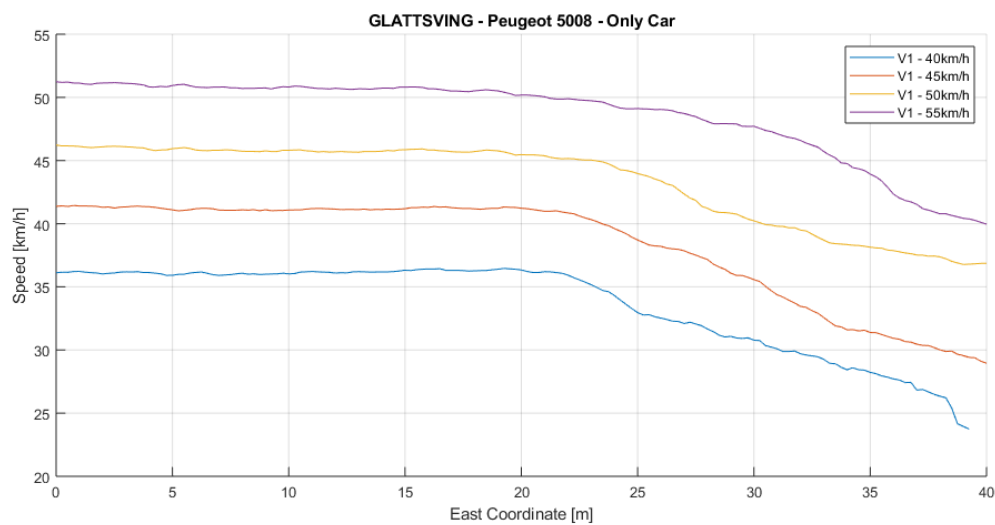
Figur 22 Volkswagen Transporter, Curve test, Lane Departure



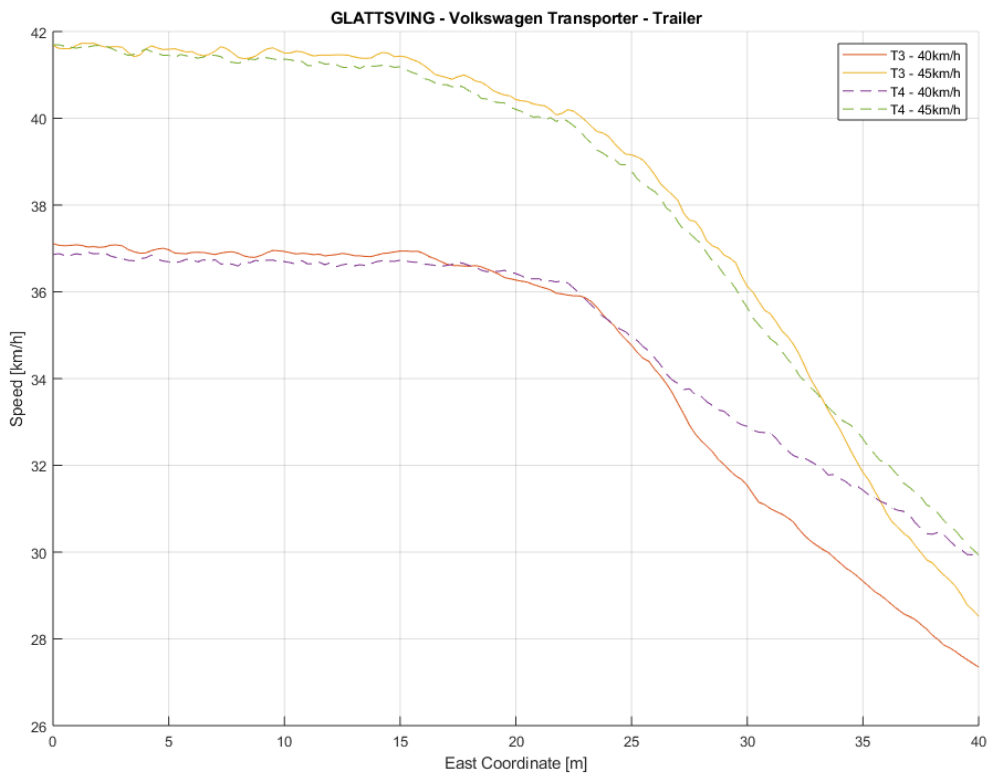
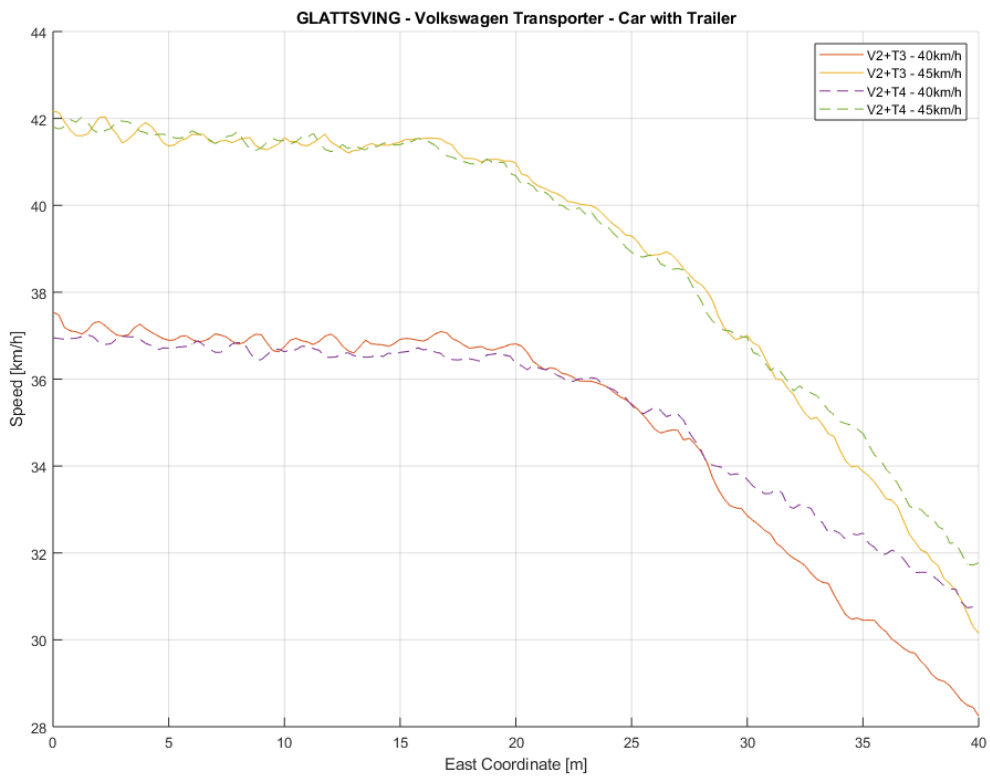
Figur 23 Peugeot 5008, Curve test, Yaw Difference



Figur 24 Volkswagen Transporter, Curve test, Yaw Difference



Figur 25 Peugeot 5008, Curve Test, Speed



Figur 26 Volkswagen Transporter, Curve Test, Speed

Det er mulig å komme med noen kommentarer til disse utprøvingene også (Se også Kapittel 8 Implikasjoner).

Når det gjelder «roll angle» (krengevinkel), og spesielt i Peugeot 5008-utprøvingene, er det mulig å merke en litt større ustabilitet både på bil og tilhenger når den elektriske tilkoblingen ikke er koblet til, spesielt når det gjelder tilhengeren. Denne forskjellen er mindre tydelig når hastigheten er lav, men den begynner å være betydelig i høyere hastigheter (50 km/t). Ved disse hastighetene ser det ut til at bil tilhenger-kombinasjonen er utsatt for høyere rullevibrasjoner når de er elektrisk tilkoblet enn når det ikke er tilkoblet.

Ved de testede hastighetene er det ingen tydelige eller vesentlige forskjeller i «roll angle» (krengeingstendens) med eller uten tilhenger. Det man i stedet merker er at det er en vesentlig forskjell i hvordan tilhengerne beveger seg mens de nærmer seg kurven. Tilhenger T1 ser ut til å være mer ustabil enn tilhenger T2 med samme hastighet, selv om denne ustabiliteten ligger innenfor en lav margin totalt sett. ($< 1^\circ$).

Med de hastighetene utprøvingene er utført i, er det heller ingen forskjeller mellom de to bilene, selv når det kjøres med tilhenger. Når det gjelder «transversal acceleration» (sidekreftene), er det ikke vesentlige forskjeller som tydelig kan hentes ut fra våre målinger. Ut fra en analyse av data er det faktisk verdt å merke seg at alle de målte sideveis kreftene er nesten av samme størrelse, uansett om det er bil eller tilhenger som er analysert.

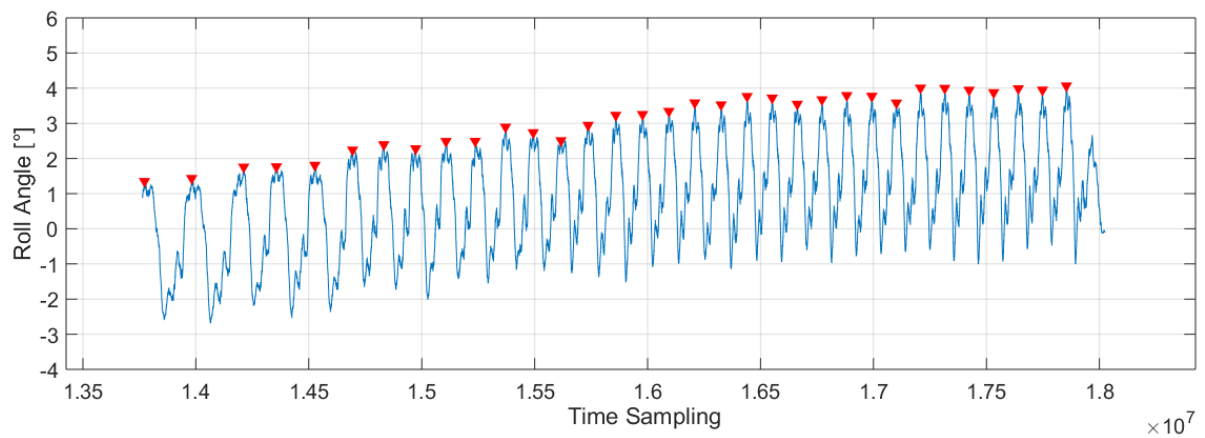
Sett i forhold til yaw angle (rotasjon i forhold til bevegelsesretningen) kan det anføres at det oppnås ustabilitet i ganske lave hastigheter. Et vesentlig element som det er verdt å trekke frem her, er at tilhengeren generelt viser ganske høyere stabilitet når en ser denne i forhold til bilen. Disse funn er hovedsakelig kommet gjennom å se på videoopptakene av utprøvingene, der det er ganske tydelig at i de fleste tilfeller av ustabilitet, er det i bilen denne skjer, som mange ganger ser ut til å bli «dyttet» av tilhengeren. Tilhengerne i seg selv viser seg å være ganske stabil. Når det gjelder grafene for hastighet er de bare vist for å validere de øvrige målinger under utprøvingene.

6.2.3 Kjøring i sirkel (Rundkjøringstesten)

Som forutsatt i 6.1.5 er denne utprøvingen utført for å kunne påføre en kontrollert og jevn dynamisk sidekraft på bil og tilhenger-kombinasjonen. Dette for å kunne beskrive om det er noen forskjell mellom de forskjellige bilene og tilhengere. Det som har vært hovedfokus å analysere i denne utprøvingen, er utviklingen av «roll angle» (krengevinkel) i forhold til økende hastighet. Sidekreftene er i denne utprøvingen ikke spesielt relevant fordi det er funksjonen mellom hastigheten (som alltid øker) og svingradiusen, som alltid er den samme i alle tester. Derfor er utviklingen av sidekreftene alltid lik på alle testene. Når det kommer til «yaw angle» (rotasjonen i forhold til bevegelsesretningen), endrer den seg over tid i henhold til bilens bane. Våre målinger viser at den ikke ble påvirket av noen konsistent ustabilitet. Dette fordi utprøvingen ble stoppet før tilhengeren (eller bilen) nådde grenseverdien for den ustabile dynamisk situasjon ut fra sikkerhetsmessige grunner.

Det direkte målepunktet av «roll angle» i denne utprøvingen gir en graf som vist i Figur 27. Denne grafen viser tydelig den periodiske trenden i «roll angle», mens bilen kjører rundt i sirkel. I tillegg til dette, siden de laveste hastighetene på de to motsatte toppene ikke er like, er det mulig å si at rundkjøringen som ble brukt for å kjøre i sirkel, ikke var perfekt jevn. Derfor, for å isolere så mye som mulig av geometriproblematikken, er bare toppene i hver runde blitt identifisert (røde trekkanter i Figur 27), og bare disse verdiene blir analysert. Dette betyr i utgangspunktet at analysen skjer bare på bakgrunn av det spesifikke «området» der «roll angle» når sine mest kritiske verdier (se Figur 28), Derfor er det de mest interessante punktene. Denne forenklingen er akseptabel siden det er blitt utført

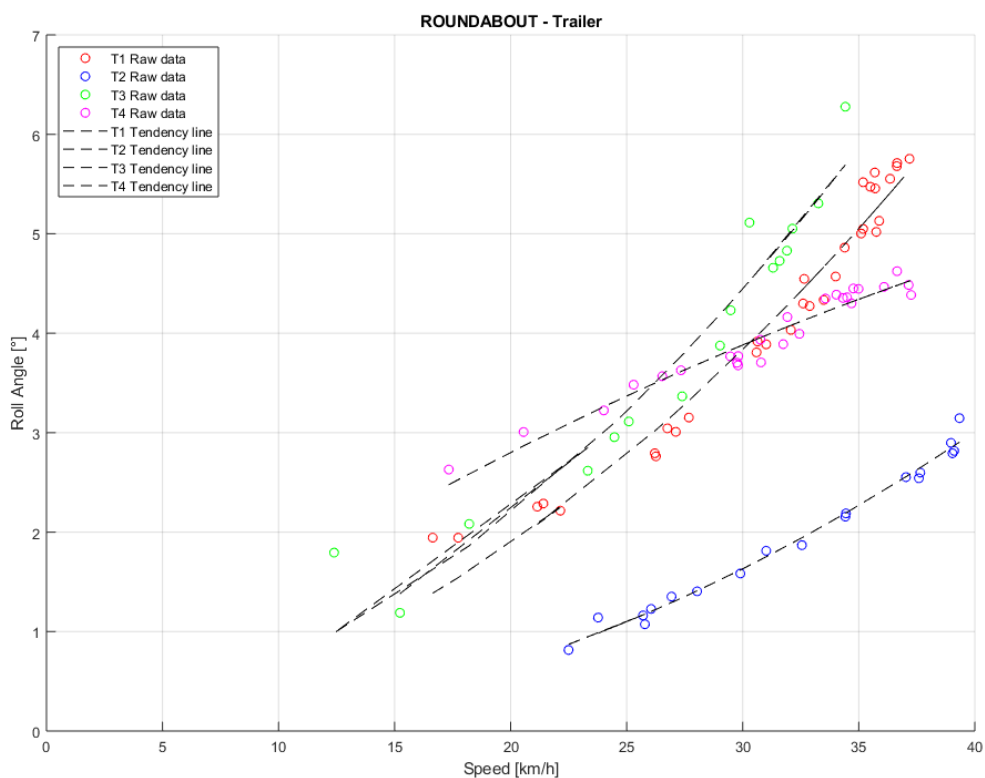
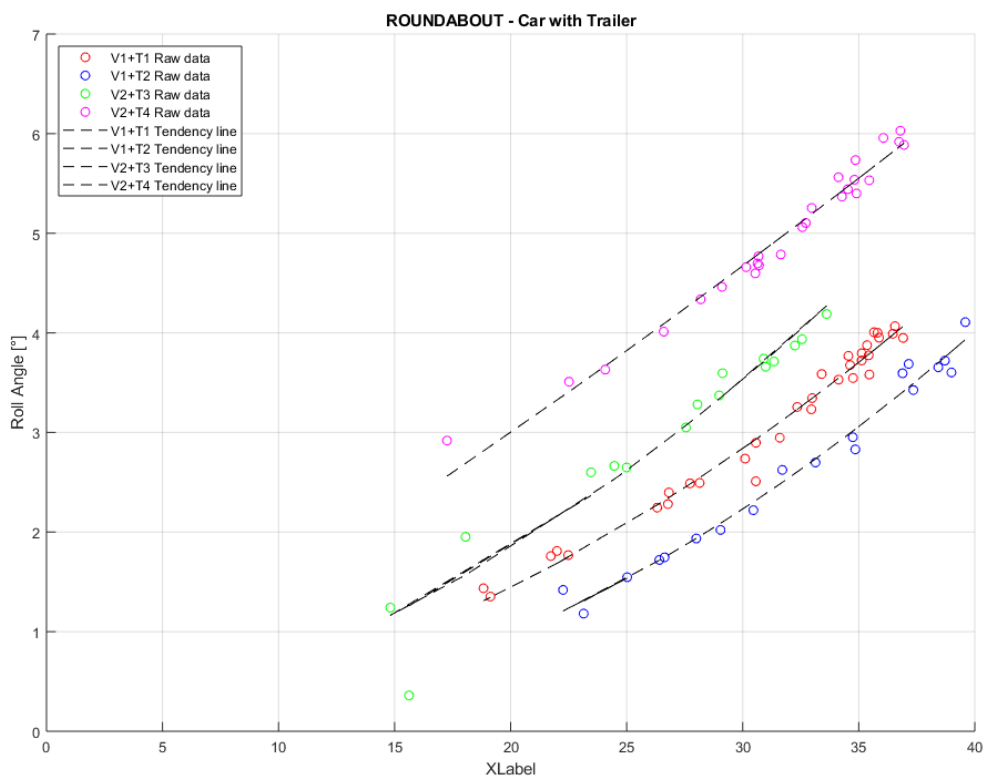
såpass mange runder. Denne filtreringen ble gjort for alle de fire utprøvingene på både tilhengere og bilene. Grafene som vist i Figur 29 bygger på disse forutsetningene og filtrering.



Figur 27 Volkswagen Transporter, Kjøring i sirkel. (Rundkjøringstesten)



Figur 28 «Roll angle» målepunktene sin posisjon i sirkelen for alle fire utprøvingene



Figur 29 Rolling angle for alle fire utprøvingene

De to grafene (Figur 29) viser «roll angle» (krengevinkel) målt på bilen (1.graf) og tilhengerne (2. graf), i fire ulike utprøvinger, som vist i oversikten i 6.1.5. På bakgrunn av disse resultatene kan det gjøres noen vurderinger. (Se også Kapittel 8, Implikasjoner)

De maksimale hastighetene som tåles av kjøretøykombinasjonene er rundt 35 – 40 km/t, gitt en radius på omtrent 18 meter. Denne hastigheten er definitivt høy sammenlignet med de gjennomsnittlige operative hastighetene som er målt på slike små/mellomstore rundkjøringer. Når man ser på den første grafen, ser vi en forskjell mellom veltevinklene som er målt på de to bilene, og mer interessant, en synlig forskjell på den samme bil når den trekker forskjellige tilhengere. Dette resultatet forteller oss at tilstedeværelsen av tilhengeren er i stand til å påvirke bilens dynamikk.

Når det gjelder grafen for bare tilhengeren vises et annet interessant bilde. Selv om tilhengerne parvis har ulik vekt, og ellers har forskjellige akselkombinasjoner og konstruksjon, oppfører de seg alle på samme måte, bortsett fra en, T4. Ettersom tilhenger T1, T2 og T3 er produsert av Tysse, mens T4 er den eneste produsert av Ifor Williams, er det en mulighet for at de to produsentene kan rettferdiggjøre en slik forskjell basert på at de har ulik konstruksjon. Tilhengeren T4 ser ut til å tåle litt høyere hastigheter, og viser betydelig lavere rullevinkler.

Som en oppsummering er det mulig å oppgi at alle de fire forskjellige tilhengerne som er testet tåler den samme maksimale hastigheten som vi prøvde tilhengerne i (derfor de samme sidekreftene), men de oppfører seg vesentlig forskjellig med tanke på rullerespons.

7 Juridisk perspektiv på fører sitt ansvar ved bruk av bil med tilhenger

7.1.1 Innledning

Bakgrunn for resultatet i dette kapittelet er juridisk vurdering av det regelverk som beskriver ansvar for bruk av tilhenger påkoblet bil. Analysen er gjort både av selve regelverket og av rettspraksis.

Lov om vegtrafikk av 18. juni 1965 nr. 4 (Vegtrafikkloven - heretter forkortet vtrl.) med tilhørende forskrifter og vedtak gitt med hjemmel i loven, utgjør statens viktigste virkemidler for regulering av trafikal atferd. Reguleringene har flere formål, blant annet å hindre ulykker, ivareta miljøet og lette trafikkavviklingen, og må nå sees i sammenheng med målsetningene i Nasjonal transportplan. For å sikre en effektiv etterfølgelse av reglene i veitrafikklovgivningen, er brudd på bestemmelsene gjort til gjenstand for straff og andre former for reaksjoner. Slike reaksjonsbestemmelser finnes i lovens kapittel V, og inneholder trusler om at regelbrudd kan medføre fengsel, bøter, oppreisningskrav, tap av førerrett, mv.

I liket med den alminnelige strafferettslæren slik den praktiseres etter straffeloven, må følgende fire vilkår være oppfylt for at straff skal kunne idømmes etter Veitrafikkloven:

1. Det objektive straffbarhetsvilkåret: Føreren må ha brutt straffebudets objektive gjerningsbeskrivelse.
2. Det subjektive straffbarhetsvilkåret: Gjerningspersonen må ha utvist subjektiv skyld, enten ved forsett eller uaktsomhet.
3. Det må ikke foreligge noen straffefrihetsgrunner (eksempelvis nødrett eller nødverge).
4. Gjerningspersonen må være tilregnelig (over kriminell lavalder og ikke psykotisk).

Hovedbestemmelsen som muliggjør straff ved brudd på veitrafikkloven eller bestemmelser gitt i medhold av denne, fremgår av vtrl. § 31, 1. ledd, 1. pkt., og lyder som følger:

«Den som forsettlig eller uaktsomt overtrer bestemmelser gitt i eller i medhold av denne lov, straffes med bøter eller med fengsel inntil ett år, dersom forholdet ikke går under strengere straffebud».

Straffetrusselen i vtrl. § 31 har både en allmennpreventiv og en individualpreventiv funksjon. Dette innebærer at straffetrusselen både skal skremme allmennheten fra å begå brudd på veitrafikklovgivningen, og den skal forhindre at en som allerede er straffet for brudd på disse begår samme lovbrudd igjen. I lys av de viktige formål som veitrafikklovgivningen ivaretar, og for å styrke de her nevnte effekter, reageres det med høye bøtesatser og fengselsstraffer for brudd på veilovgivningen.

Fokus i det følgende vil være på skyldkravet (det subjektive straffbarhetsvilkåret), og se hvordan dette påvirkes av at motorvognen tilkobles en lett tilhenger. Jeg vil ta for meg uaktsomhetsbegrepet i vtrl. § 31, der jeg først knytter noen korte bemerkninger til hvordan dette uttrykket generelt er å forstå. Deretter vil jeg undersøke hvordan nivået for lovens krav om aktsomhet påvirkes av at ferdsele foregår med motorvogn tilkoblet tilhenger, til sammenlikning med normen slik den foreligger ved ferdsel med motorvogn uten tilhenger.

Redegjørelsen avgrenses mot forsettsbegrepet som skyldkrav i vegtrafikklovgivningen. Videre avgrenses redegjørelsen mot straffelovens bestemmelser om uaktsomhet. Vegtrafikklovens aktsomhetsregler tilknyttet sikring av last, og førerens ansvar for at kjøretøyet er i forsvarlig og forskriftsmessig stand, jf. vtrl. § 23 mv. vil også falle utenfor den videre redegjørelsen.

7.1.2 Hva er uaktsomhet i vegtrafikklovgivningens forstand?

Begrepet uaktsomhet benyttes som juridisk standard både på privatrettens og på offentligrettens område. Fra privatretten vises det særlig til erstatningsretten, der uaktsomhet ofte utgjør et erstatningsbetingende (økonomisk) ansvarsgrunnlag. På offentligrettslig side, brukes uaktsomhet unntaksvis som skyldkrav for enkelte typer straffbare handlinger. Innholdet i uaktsomhetsbegrepet på strafferettens område varierer etter hvilken type straffbar handling det er tale om, og er dessuten dynamisk slik at dets innhold endres over tid.

En naturlig språklig forståelse av uttrykket «uaktsomt» jf. vtrl. § 31, innebærer at det er utvist en form for atferd som avviker fra det som er aktsomt. Med andre ord forutsetter denne tolkningen at det finnes en juridisk standard for hva som skal anses som god/fornuftig/rasjonell atferd i trafikken. Uaktsomhet kan først konstateres dersom den utviste atferden avviker i så stor grad fra det aktsomme at gjerningspersonen blir å bebreide for sin handlemåte.

Den juridiske standarden for aktsom (god/fornuftig/rasjonell) handlemåte i trafikken fremgår av vtrl. § 3, der bestemmelsens første ledd lyder som følger:

«Enhver skal ferdes hensynsfullt og være aktpågivende og varsom så det ikke kan oppstå fare eller voldes skade og slik at annen trafikk ikke unødig blir hindret eller forstyrret».

De tre begrepene hensynsfull, aktpågivende og varsom, beskriver her de subjektive kravene til alle som ferdes i trafikken. Ferdsele må til enhver tid tilpasses disse, slik at det ikke kan oppstå fare osv. Farekriteriet, skadekriteriet og forstyrrelseskriteriet er derimot objektive vilkår, som sammen utgjør bestemmelsens objektive gjerningsbeskrivelse. Vtrl. § 3 må i sin helhet forstås slik at både de subjektive og objektive vilkårene sammen utgjør den totale aktsomhetsnormen. Straffbare brudd på bestemmelsen vil konstateres der førerens atferd avviker fra det hensynsfulle, aktpågivende og/eller varsomme, slik at det kan oppstå fare osv. Dette innebærer at årsakssammenheng mellom bruddet på bestemmelsens subjektive og objektive side er en forutsetning for å benytte den som grunnlag for straff.

For å kartlegge den subjektive siden av vtrl. § 3, må vi foreta en tolkning av de tre uttrykkene «hensynsfull», «aktpågivende» og «varsom». En naturlig språklig forståelse av uttrykket hensynsfull, hentyder til at man plikter å ta hensyn til andre trafikanters behov. I forlengelsen av denne ordlydsfortolkningen, fremgår det i juridisk litteratur at uttrykket innebærer man i enkelte situasjoner må gi avkall på egen rett, nettopp for å unngå fare, skade etc. En naturlig språklig forståelse av ordlyden i uttrykket «aktpågivende», hentyder til at man skal være oppmerksom. Vilkåret er nærmere utdypet i juridisk teori, der det blant annet fremgår at dette innebærer en plikt til å følge med så godt at man

blir klar over forhold av betydning for den videre kjøringen. En tolkning av ordlyden i begrepet «varsom», hentyder til man skal ferdes forsiktig. Det fremgår av juridisk teori at vilkåret innebærer en plikt til å innrette sin ferdsel etter den trafikkinformasjon som man har fått – altså at føreren må tilpasse kjøringen sin ut ifra de forhold som har betydning for kjøringen.

De tre nevnte uttrykkene (skyldkravet) fungerer sammen som en slags rettssikkerhetsgaranti, slik at føreren ikke vil kunne straffes i ethvert tilfelle der det er oppstått fare eller skade. Uaktsomhetsbegrepet forutsetter at føreren er å bebreide for måten han har handlet på. Graden av hensynsfullhet, aktpågivenhet, og varsomhet, må på denne måten tilpasses den risikoen som er påregnelig ved den aktuelle ferdselen. Derimot vil de upåregnelige skadene og farene ikke kunne tjene som gjenstand for straff.

7.1.3 Hvordan påvirkes aktsomhetsnormen når motorvognen tilkobles en tilhenger?

Motorvogner har i seg selv et stort farepotensial. Gjennom sin fart og tyngde vil en motorvogn ha lett for å volde skade, og omfanget av skaden som voldes vil lett kunne bli betydelig og fatal. Dette taler i retning av at aktsomhetsnormen for motorvogner må være streng, hvilket innebærer at det kreves høy grad av hensynsfullhet, aktpågivenhet og varsomhet av bilførere. På den annen side må ikke normen være urimelig streng, da straff for en uønsket hendelse i trafikken ville være urimelig og uforholdsmessig dersom føreren ikke kan bebreides for hendelsen. Det nærmere innholdet i aktsomhetsnormen må fastlegges på bakgrunn av den konkrete situasjonen i hvert enkelt tilfelle. Her vil eksempelvis forhold som sikt, veigrep, fart, lokalkunnskap, og passering av punkter som påkaller særlig grad av aktsomhet ha betydning for normens nærmere innhold.

En motorvogn som har påkoblet en tilhenger vil etter sin natur utgjøre et større farepotensial enn motorvognen har alene (uten tilhengeren). Dette først og fremst fordi motorvognen og tilhengeren sammen veier mer enn motorvognen alene, og at de derfor sammen vil kunne utgjøre større skade ved sammenstøt, enn motorvognen gjør alene. Videre vil tilhengere etter sin natur være dårligere egnet for hastighet enn en motorvogn, ettersom disse ikke selv har et eget drivkraftsystem, og dermed har lavere kvalitet i kjøreegenskaper enn motorvogner generelt. Dette tilsier i seg selv at graden av aktsomhet skjerpes i det øyeblikket en tilhenger kobles til en motorvogn.

Domstolene har i flere avgjørelser konstatert at det gjelder et skjerpet aktsomhetskrav for tunge kjøretøyer som har påkoblet tilhengere. Dessverre har ikke undertegnede lyktes i å finne rettspraksis for lette tilhengere som fastslår dette på samme måte, men prinsippet antas å gjelde også her. Som eksempel vises det til dom i Eidsivating lagmannsrett i juni 2004 - RG 2004 1420:

«Aktsomhetsnormen må imidlertid også fastlegges konkret, med utgangspunkt i det reelle skadepotensiale den aktuelle kjøringen innebar. Her kjørte tiltalte lastebil med en relativt lang tilhenger (biltralle) fullt lastet. Hvis en slik henger kommer ut av kontroll og over i motsatt kjørefelt, oppstår det lett svært farlige situasjoner. Dette tilsier at kravet til aktsomhet skjerpes tilsvarende.»

Det samme fastslås også av Høyesterett i Rt. 1999 s. 1985:

«Det er imidlertid ubestridt at et vogntog har et stort farepotensial, og at det må kreves en meget høy grad av aktsomhet av føreren av vogntoget, bl.a at farten avpasses etter kjøreforholdene. Det oppstår en uhyre farlig situasjon dersom en tilhenger kommer ut av kontroll og over i motsatt kjørefelt.»

Videre kan førerens særlige kompetanse og erfaring med tilhengere ytterligere skjerpe kravet til aktsom ferdsel i trafikken. Spesielt vil dette gjelde i slike tilfeller der føreren har tilegnet seg særskilt førerkort for den aktuelle bil/tilhengerkombinasjonen, herunder eksempelvis for klasse BE. Dette fremgår blant annet av en dom i Borgarting lagmannsrett av juni 2012 - LB-2011-151941:

«Det som da gjenstår av forhold som siktede kan bebreides for - og som blir grunnlaget for bedømmelsen av hans aktsomhet - er det forhold at han benyttet sin gamle og relativt lille bil til å trekke en så vidt stor tilhenger, samt det forhold at den totale vekt i noen grad oversteg den totale tillatte vekt selv om tilhengeren alene var godkjent for langt høyere vekt. Siktede som sjåfør må være ansvarlig for dette i

forhold til vegtrafikklovens bestemmelser. Som innehaver av førerkort for kjøring med tilhenger var han etter gjennomgått kurs godt kjent med de krav som stilles med hensyn til vekt, sikring o.a.».

Uttrykkene «aktpågivende» og «varsom» i vtrl. § 3, 1. ledd pålegger føreren en plikt til å følge med på og å innrette kjøringen etter tilhengerens atferd i vegbanen. Dette innebærer at føreren må være oppmerksom på eventuell slingring, og tilpasse farten slik at dette ikke forekommer. Særlig vil føreren ha en streng aktsomhetsplikt dersom vedkommende får et forvarsel om at tilhengeren står i fare for å miste veigrepet. Dette fremgår blant annet i Sør-Trøndelag Tingretts dom av mars 2015 – ref.nr 14-189318MED-STOR:

«Ved vurderingen tar retten utgangspunkt i at tiltalte på ulykkestidspunktet kjørte over 70 kilometer i timen, men at han aldri kjørte over den absolutte fartsgrensen på 80 kilometer i timen. Dette er imidlertid ikke nødvendigvis avgjørende.

Som nevnt legger retten til grunn at tiltalte, før rundkjøringen ut av Røros merket at det var «en del bevegelse i tilhengeren», slik han har forklart, og at han derfor ikke kunne ligge i mer enn 70 kilometer i timen. Retten mener tiltalte da fikk en særlig oppfordring om å kjøre forsiktig.»

Sammenfatning:

Ferdse med motorvogn tilkoblet tilhenger utgjør et enda større farepotensial enn ferdsel med motorvogn uten tilhenger. På denne bakgrunn stilles det et strengere krav til aktsomhet ved ferdsel med tilhenger. Rettspraksis viser at terskelen for den straffbare uaktsomhet ved bruk at tilhenger er svært lav. Føreren må med andre ord være særlig aktpågivende, hensynsfull og varsom når ferdselen foregår med tilhenger.

8 Implikasjoner

8.1 Rapportens hensikt

Denne undersøkelsen som helhet er definert som en kvalifiseringsstudie. Den har som hensikt å finne om det er grunnlag for å gå videre med ny forskning på området, og om det kan være grunnlag for at dette problemområdet kan inngå i større forskningsprosjekter innen innovasjon og trafiksikkerhet. Våre undersøkelser har avdekket store kunnskapshull innen temaet kjøreegenskaper for bil og tilhenger, og forskerteamet har på bakgrunn av de spørsmål som fortløpende framkommer under prosessen, avdekket at tilgjengelig kunnskap heller ikke vil framkomme uten at mer forskning innen ulike avgrensede områder innen forholdet bil og tilhenger utføres, og at tilhengerne i seg selv kan fremstå som svært lunefulle. Våre undersøkelser på bane har funnet at det er nyanseforskjeller på kjøreegenskapene til kjøretøyene. Men siden vi hadde både ulike biler, ulike tilhenger konstruksjoner med blant annet ulik last, dekkutrustning og fjæringssystem ble det ikke innen rammen for dette prosjektet mulig å avdekke årsakene bak funnene. Men de danner grunnlag for videre undersøkelser og forskning.

8.2 Statistisk materiale

Statistisk materiale knyttet til ulykker og trafiksikkerhet er vanskelig tilgjengelig. Statistikk som føres av Statens Vegvesen under tekniske kontroller, eller av forsikringsselskaper knyttet til ulykker eller uhell har ingen egen kategori for tilhenger. Tilhenger i denne kategorien er definert som et kjøretøy, og antall feil knyttet til kontroll, eller antall skader som skyldes tilhenger kommer i statistikkene i samme kategori som "lette kjøretøy". Gjennom intervju med representanter fra Statens Vegvesen, samt et grundig og tidkrevende arbeid med å kontakte ulike forsikringsselskap og Statistisk Sentralbyrå, har det lyktes å få en viss oversikt over skade omfang og potensial. Men det vil være en stor fordel at tilhenger til bil kan være en mer framtrædende kategori i framtiden.

8.3 Kunnskapsnivå brukere og forhandlere

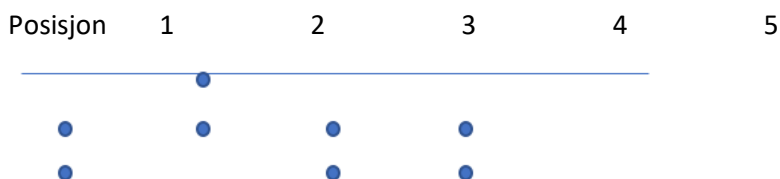
Kunnskapsmangelen hos bruker er i tidligere forskning avdekket ((Robertsen, Sandvik, Skårdalsmo, & Taarnes, 2018), noe som opplæringsinstitusjoner ble oppfordret til å se nærmere på. Den kategori tilhengere som er omtalt har ingen krav til opplæring, da de ikke inngår i kategorien for førerkortklasse BE. Undersøkelsene i denne omgang har sett på kunnskapsnivået til bilforhandlere når det gjelder førerstøttesystemer for tilhengere. (kap 4.5.2) Undersøkelsen avdekket varierende kunnskapsnivå også til bilforhandlerne, og det var også varierende hva gjelder informasjonsmaterieell om dette. Våre funn indikerer at det må skilles mellom tilhengerstabilisator systemer og tilhengerassistanse systemer. I de manøverene som vi gjennomførte, var det ingen signifikante forskjeller hvorvidt vi hadde gitt bilen signal om at tilhenger var påkoblet eller ikke. (Tilhengerens strømkontakt kap 6.2). Gjennom dialogmøter med ekspertise på område (Møllergruppen, 2019) (Tysse, 2019) fikk vi avdekket at førerstøttesystemene for tilhenger ikke hadde den hensikt å være til støtte i de manøverene vi hadde lagt opp til å prøve ut. (Elgtest, sving dårlig veigrep eller sving godt veigrep. Når kunden får opplyst at bilen har tilhengerassistanse systemer kan denne lett forledes til å tro at en vil kunne få mer hjelp av førerstøttesystemet enn hva som er tilfelle. Våre funn tyder på at det er kun tilhengerstabilitetssystem som vil gi noen effekt på kjøreegenskaper på bil og tilhenger. Dette har til hensikt å «bremse» pendlingsbevegelse som kan oppstå mellom bil og tilhenger under kjøring. Undersøkelsen som denne rapporten bygger på hadde ikke rammer og ressurser til å undersøke virkningsgraden av dette systemet, men tester og videopresentasjoner vi finner på ulike steder på internett, viser at dette systemet høyst sannsynlig har effekt. Vi anbefaler allikevel at det gjøres videre utprøvinger på dette. Dette for å kunne gi riktig informasjon til brukere av tilhengere. Hvorvidt det er slik at fører skal

forholde seg passiv når førerstøttesystemet slår inn, eller om fører skal bremse, gi gass eller på annen måte styre er ubesvarte spørsmål.

8.4 Veltefare

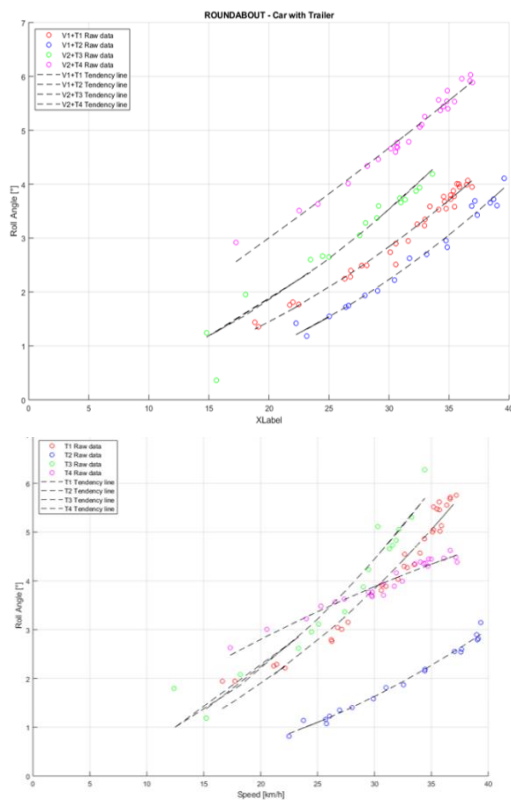
Under pre-testene på bane ble det gjort svært klare funn knyttet til en tilhenger sin veltefare. (Kap 5.3) Begge kjøretøykombinasjoner viste at velt med lastet tilhenger i en unnamanøver skjer ved 60 – 65 km/t. Det i en manøver der «bare bil» med god margin kjører 80 km/t. I drøftingen om hvorvidt det skal tillates å kjøre bil og tilhenger i denne kategorien i 100 km/t i motsetning til 80 km/t slik reglene er i dag ber vi besluttende myndigheter om å ta dette sterkt i betraktning. Selv om også 80 km/t også i prinsippet er høyere enn grensen for velt, er det svært betenkelig at en skal tillate høyere hastighetsgrense for denne type kjøretøy. Til sammenligning kan det bemerkes at det for noen år siden ble avdekket at også enkelte bilmodeller veltet i tilsvarende test / manøver. Dette førte til at det straks ble iverksatt konstruksjonsmessige tiltak på kjøretøyet fra bilprodusenten sin side. Tilsvarende tiltak bør også sterkt vurderes fra tilhengerprodusentene sin side. Det bør vurderes om det skal være et dokumentert krav at kjøretøyet ikke velter i de hastigheter de lovlig kan kjøre i. Det er selvfølgelig også andre kjøretøygrupper som har veltefare innenfor lovlige hastigheter, men forskjellen ligger i at det er krav til særskilt opplæring i disse kjøretøygruppene. En av kjøretøykombinasjonene som veltet som ble brukt i denne undersøkelsen har ikke noen krav til særskilt opplæring.

Basert på resultatene vist i grafene i «Elgtest» (6.2.1), kan også andre spørsmål stilles. Målingene viser at den mest kritiske situasjonen med tanke på kjøreegenskapene, er den brå manøveren som oppstår umiddelbart når kjøretøyet skal svinge seg tilbake mot sitt eget kjørefelt igjen. Ved denne del av manøveren måles den høyeste krenningsvinkelen (Roll angle Figur 7) og høyeste sidekreftene (Transversal Acceleration Figur 11 og Figur 12), både på de to kjøretøyene og tilhengerne. Dette betyr at, som en generell indikasjon, at det er i denne posisjonen at det vil være størst belastning som påføres hele kjøretøy-tilhenger-systemet. Hva som derimot er en mer uklar sammenheng er at det er ikke i den posisjon av manøveren der det måles mest krefter, eller der det er høyest krenningsvinkel, at velten oppstår, men et sted mellom posisjon 3 og 4 (se figur under)



Ref Kap 5.3

Hva som er årsaken til dette, kommer ikke fram i målingene fra utprøvingene. Det er heller ingen forklaring å finne i de fysiske lovene beskrevet i kapittel 4.2. Grunnen til at det ikke framkommer noen årsakssammenheng fra våre resultater kan være at utprøvingene ikke ble utført nær nok grenseverdiene for velt. Når det ble bestemt i hvilke hastigheter utprøvingene skulle gjennomføres i, ble det tatt utgangspunkt i hastighetene som ble brukt i pre-testene. For å unngå nye skader, ble det lagt inn en sikkerhetsmargin på fart, men det er mulig at denne ble litt for stor til at det framkom resultater som kunne forklare tendensen om at tilhengerne velter i kurskorrigering 3. De ubesvarte spørsmål viser at det er behov for videre forskning på dette.



En av våre målinger gir klare indikasjoner med tanke på den dynamiske stabilitet under sideveis kraftpåvirkning. I utprøvingen Kjøring i sirkel (rundkjøringstesten) som hadde som formål å måle kreftene ved økende fart, viser grafene i figur 27 (kopi av disse til venstre) klare tendenser. Grenseverdien for hastighetene som kjøretøykombinasjonene tåler er rundt 35 - 40 km / t. Radiusen på rundkjøringen som brukes for utprøving av de sideveis kreftene med økende fart er omtrent 18m. Rød og blå graf er samme bil, og grønn og lilla er samme bil, og grafene viser at de endrer karakteristikk avhengig av hvilken tilhenger de har påkoblet. Dette resultatet forteller oss at tilstedeværelsen av tilhengeren er i stand til å påvirke slepekjøretøyets dynamikk.

De nederste grafene i figur 27 (se kopi av disse til venstre) viser tilhengerne sin karakteristikk. Tilhengerne tilknyttet rød og blå graf er begge lastet likt, men den ene (rød) har underliggende hjul og

den andre (blå) har utenpåliggende. Vi ser av disse grafene at det er mindre krengetendens på tilhengeren som har utenpåliggende hjul enn den med underliggende. Vi kan anta at dette vil gi redusert veltefare, men dette er ikke noe det ble gjort utprøving på. Tilhengerne tilknyttet grønn og lilla graf har lik last, men ulikt fjæringssystem. Den ene (grønn) har torsjonsfjærer og den andre (lilla) har bladfjærer. Grafene (rød g lilla) viser at de to ulike tilhengerne har to ulike karakteristikker. Det kan se ut som at tilhengeren med bladfjær system motvirker progressivt krenkning ved økende sideveis kraft. Hvorvidt dette påvirker tilhengeren sin veltetendens i positiv eller negativ retning, kan resultatet ikke vise. Videre forskning med tanke på disse parameterne er nødvendig for å avklare det.

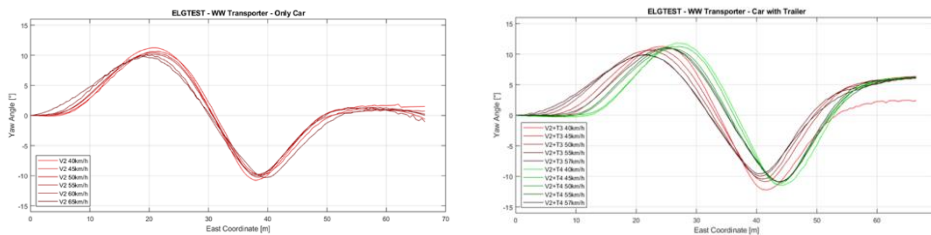
8.5 Lastens tyngdepunkt

I forlengelsen av betraktningene vedrørende veltefare er det også sentralt å nevne lastens tyngdepunkt, som påvirkes av hvor lasten plasseres på tilhengeren. Under pre-testene, og under utprøvingene på bane generelt ble lasten plassert svært nøye, og vekt ble brukt under støtthjulet foran for å være sikker på at lasten var riktig plassert. Bare få cm forskyvning i lengderetningen påvirket lastens tyngdepunkt i lengderetningen vesentlig, og lasten måtte flyttes flere ganger for å få dette riktig. Vi vet av eksempler vist på ulike steder på internett, for eksempel <https://www.youtube.com/watch?v=ayqQ1SMWBLg> at lastens tyngdepunkt påvirker kjøreegenskaper vesentlig. Den alminnelige bruker av bil med tilhenger vil ikke ha den samme mulighet til å finjustere lastens tyngdepunkt slik det ble gjort i utprøvingene for denne rapporten. Dette genererer to nye forskerspørsmål som bør undersøkes videre. I hvor stor grad påvirker lastens tyngdepunkt de ulike typer tilhengere (en akslet, to akslet, bladfjær, torsjonsfjær) kjøreegenskapene? Videre bør det undersøkes om det bør det legges inn større sikkerhetsmargin for feillasting på tilhengere, spesielt der opplæring gjennom førerkortforskriftene i bruk av tilhengeren ikke er påkrevet.

8.6 Tilhengerens påvirkning på bilens førerstøttesystemer

Utprøvingene som er gjort som grunnlag for denne rapporten gir ingen klare indikasjoner på at bilenes førersystemer ikke håndterer de ulike tilhengerne i de manøver som dette forskerprosjektet har lagt

til grunn. I våre utprøvinger der vi først kjører singel bil, deretter gjentar de samme manøvrene med påkoblet tilhenger, ser vi at kjøretøyenes krenningsvinkel (roll angel), retningsvinkel (yaw angel) og evne til å holde kurven (lane departure) ikke endres. Når det gjelder evne til å holde kurven (lane departure figur 18) er det ikke grunnlag for denne påstanden, da en teknisk feil har gjort at det ikke forefinnes data for singel bil i den vektclassen. Figur 10 (Elgtest) viser allikevel en interessant tendens. Den viser at tilhenger 4 (T4) trenger mere plass for å komme gjennom manøvrene. Denne tilhengeren har annet fjæringssystem enn de andre og har en annen dekkutrustning enn de andre.



Kopi figur 8 Retningsvinkel (yaw angel) under Elgtesten

Figuren viser at bil og tilhenger kommer ut av svingene senere enn de øvrige kjøretøy / kjøretøykombinasjonene. Tilhengeren gjør at kjøretøykombinasjonen gir et etterslep i svingen, og at den kommer senere på plass. Føreropplevelse med denne tilhenger forteller at denne tilhengeren er svært retningsstabil og stødig. (Subjektive vurderinger gjort av førerne under utprøvingene) Hvis det stemmer at denne tilhengeren er mer retningsstabil enn de øvrige, kan denne målingen vise at dette kan være en ulempe under en unnamanøver, da den i større grad enn de andre tilhengerne påvirker bilens styreegenskaper. Da de subjektive vurderingene i disse utprøvingene ikke ble etterprøvd, kan det ikke med sikkerhet sies at denne tendensen er korrekt. Men det vil være interessant å etterprøve om denne påstanden er valid.

8.7 Testenes gyldighet på bakgrunn av fart

Det som kan sees fra figur 11, 12, 23 og 24 vedrørende fart (Speed), er at cruisekontrollens evne til å holde ønsket hastighet under manøveren er forskjellig, basert på manøvreringstype og kjøretøymerke. Hastigheten holdes konstant for alle Elgtestmanøvrene som er utført med Peugeot 5008, selv om det ved høyere hastigheter (mer enn 65 km / t) og uten tilhenger registreres et lite fall i hastighet (figur 11). Tilstedeværelsen av tilhengeren, i Elgtesten med Peugeot, endrer ikke denne uttalelsen, og gitt hastighetene som skulle brukes i utprøvingene med tilhenger (ikke mer enn 55 km / t), blir hastigheten alltid holdt konstant. Volkswagen Transporter (Figur 12) klarer ikke å holde hastigheten konstant, og under alle testene (hvis de er med lave hastigheter), faller hastigheten sakte ned. Tilstedeværelsen av tilhenger ser ikke ut til å påvirke dette, fordi nedgangen i hastighet med / uten tilhenger (med samme hastighet) er stort sett den samme.

I utprøving i kurve er hverken Peugeot og Volkswagen i stand til å opprettholde en konstant hastighet, i noen av testene, heller ikke ved lavere hastigheter (Figur 23 og 24). Også i disse tilfellene ser ikke tilstedeværelsen av tilhengerne ut til å påvirke funksjonen til cruisekontrollen.

I alle testene er det registrert forskjell mellom ønsket hastighet fra føreren (satt hastighet på cruisekontroll) og den faktiske hastigheten målt av sensorene. Denne forskjellen endres basert på kjøretøyets merke. Peugeot 5008 ser differansen ut til å være 4 km / t, mens den er rundt 2 til 3 km / t på Volkswagen Transporter. Oppsummert kan det anføres at den utførte manøveren, har påvirket cruisekontrollens evne til å holde ønsket hastighet. Dette skyldes som ventet at bilens førerstøtte inntreer som funksjon og bremser ned kjøretøyene. Tilstedeværelsen av tilhengeren ser ikke ut til å forringe eller generelt modifisere cruisekontrollens ytelse med tanke på å garantere en konstant

hastighet. Utover det dokumenterer grafene at de ulike utprøvingene er gjennomført med like hastigheter.

8.8 Dataene sin relevans for opplæring og VR simulering

Når det gjelder forskerspørsmål tre, utrede hvordan en kan sikre at førere får en forsvarlig opplæring i å kjøre med tilhenger, og om VR brukt i opplæringsammenheng kan være et bidrag til mer trafiksikker bruk av tilhenger, gir våre forundersøkelser og utprøvinger ikke nok holdbare og relevante data. Når det gjelder forsvarlig opplæring kan det på generelt grunnlag sees på i to ulike perspektiv. Hvis tilhengeren har en tillatt totalvekt på over 750 kg, og kjøretøykombinasjonen bil og tilhenger overskrider 3500 kg, kreves det at bruker har dokumentasjon på gjennomført opplæring gjennom å ha førerkort klasse BE eller Bkode96. Den som har autorisasjon til å gjennomføre denne opplæringen for de som ønsker å erverve denne førerkortklassen, har ingen andre formelle krav enn at han eller hun selv må hatt samme førerrett i tre år. Riktignok er det krav til gjennomført tilleggsutdanning i sikring av last, men denne berører ikke forhold som angår kjøreegenskaper. Når det gjelder kjøretøykombinasjon av bil og tilhenger som ikke overstiger 3500 kg i tillatt totalvekt stilles det ingen formelle krav til kompetanse for undervisningspersonell som skal gjennomføre opplæringen som er aktuell vedrørende bruk av tilhenger. Kjøretøykombinasjonen kan kjøres på ordinært førerkort klasse B. I Læreplan for klasse B (Statens Vegvesen, 2020) står det i trinn 2 pkt 4, samt i tilhørende forskrift, at det skal gjøres rede for kjøring med tilhenger, herunder kjøreegenskaper. Våre forundersøkelser og utprøvinger viser at det er en del forhold knyttet til bruk av tilhenger som ikke er allment kjent. Det kan på bakgrunn av dette vurderes om en i større grad bør sikre at opplæringspersonalet har den nødvendige kompetanse til å gi den nødvendige opplæring. Dette kan for det første sikre at denne opplæringen blir gitt. I dag er det ingen kompetansekrav om tilhenger til førerprøven klasse B, noe som fører til at opplæringsinstitusjonene ikke vektlegger dette punktet i gjeldende læreplan. En annen løsning kan være å utelate muligheten til å kjøre den nevnte kjøretøykombinasjonen. Bestemmelsen om å få kjøre bil og tilhenger som samlet veier opp til 3500 kg er en særnorsk bestemmelse, og i uformelle samtaler med bransjefolk om temaet tar flere til orde for at denne bør fjernes.

De juridiske betraktninger (Kap 7) kommer fram til den konklusjon at ferdsel med motorvogn tilkoblet tilhenger utgjør et enda større farepotensial enn ferdsel med motorvogn uten tilhenger. På denne bakgrunn stilles det et strengere krav til aktsomhet ved ferdsel med tilhenger. Rettspraksis viser at terskelen for den straffbare uaktsomhet ved bruk av tilhenger er svært lav. Føreren må med andre ord være særlig aktpågivende, hensynsfull og varsom når ferdselen foregår med tilhenger. Dette skulle indikere at en bør vurdere om den opplæring som blir gitt på dette området er tilfredsstillende.

Når det gjelder om data fra våre utprøvinger kan nyttes til simulering innen VR teknologi som kan nyttes i opplæringsammenheng, blir disse for mangelfulle. Erfaringer fra våre utprøvinger viser at å finne et svar på en konkret problemstilling, skaper flere spørsmål som må besvares med nye utprøvinger. Det må utføres mere forskning på de problemområder som denne forundersøkelsen reiser. Samtidig har våre utprøvinger og tilhørende analyser hatt den utfordring at tilhengerne sitt tyngdepunkt i vertikal og horisontal retning ikke har vært kjent, eller innenfor våre rammer vært mulig å beregne.

8.9 Konklusjon implikasjoner

Våre undersøkelser har avdekket store kunnskapshull innen temaet kjøreegenskaper for bil og tilhenger, og forskerteamet har på bakgrunn av de spørsmål som fortløpende framkommer under prosessen, avdekket at tilgjengelig kunnskap heller ikke vil framkomme uten at mer forskning på forholdet bil og tilhenger utføres. Våre forundersøkelser og utprøvinger på bane har generert svært mange nye spørsmål. Denne rapporten avdekker at det er forskjeller i de ulike karakteristika på bil og

tilhenger. Disse fyller ulike kunnskapshull i seg selv, men det har ikke vært mulig å besvare alle årsakssammenhengene i våre funn. Det det trengs mere forskning innenfor temaet.

9 Referanser

- ADAC. (2019). *ADAC Test: Anhänger bis 750 kg*. Hentet fra adac.de: <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/tests/technik/anhaengertest-750kg/>
- AL-KO. (2018). *Comprehensive catalogue trailer components*. Hentet fra https://www.alko-tech.com/sites/default/files/uploaded_files/EN/Kataloge/al-ko_hauptkatalog_04-2018_en.pdf
- Alt om camping. (2020). *Regler for brug af vinterdæk*. Hentet fra altomcamping.dk: <https://www.altomcamping.dk/Regler-for-brug-af-vinterdak.html>
- Bæra, T. (2010). *Piggdekk på tilhenger?* Hentet fra BilNorge.no: <http://www.bilnorge.no/artikkel.php?aid=36747>
- Bilforskriften. (2012). *Forskrift om godkjenning av bil og tilhenger til bil (Bilforskriften)*. Hentet fra Lovdata: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2012-07-05-817>
- FDM. (2020). *Regler for vinterdæk i Danmark og andre lande*. Hentet fra <https://fdm.dk/alt-om-biler/test-udstyr/daek/regler-vinterdaek-danmark-andre-lande>
- Gaupen. (2019). Dialogmøte.
- Ifor Williams Norge AS. (2020). *Brukermanual: Tilhengere*. Hentet fra https://iwt.no/wp-content/uploads/2018/12/145822-Ifor-Williams-Brukermanual_A5_WEB.pdf
- Kjøretøyforskriften. (1994). *Forskrift om tekniske krav og godkjenning av kjøretøy, deler og utstyr (kjøretøyforskriften)*. Hentet fra Lovdata: https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/1994-10-04-918/KAPITTEL_13#KAPITTEL_13
- Kommisjonen for de europeiske fellesskap. (2000). *Kommisjonsdirektiv 98/12/EF*. Hentet fra Lovdata: <https://lovdata.no/static/NLX3/31998I0012.pdf>
- Møllerguppen. (2019). Dialogmøte.
- Retsinformation. (2020). *Bekendtgørelse om detailforskrifter for kjøretøyers indretning og utstyr*. Hentet fra [retsinformation.dk: https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=210703](https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=210703)
- Robertsen, K., Sandvik, H. O., Skårdalsmo, K., & Taarnes, E. (2018). *Sikring av last i varerom og på tilhengere for kjøretøy under 3500 kg*. Nord universitet. Hentet fra www.oria.no: https://bibsys-almaprimo.hosted.exlibrisgroup.com/primo-explore/fulldisplay?docid=BRAGE11250%2F2503971&context=L&vid=UBIN&lang=no_NO&search_scope=default_scope&adaptor=Local%20Search%20Engine&tab=default_tab&query=any,contains,k%C3%A5re%20robertsen&offset
- Samferdselsdepartementet. (1990). *Forskrift om bruk av kjøretøy*. Hentet fra Lovdata: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/1990-01-25-92>
- Samferdselsdepartementet. (2015 - 2016). *Trafikksikkerhetsarbeidet en samordning (Meld. st. nr. 40 (2015 - 2016))*. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/contentassets/97fc669d943c4bdb873250f3e41860e1/no/pdfs/stm201520160040000dddpdfs.pdf>
- Statens Vegvesen. (2018). *Dybdeanalyser av dødsulykker i vegtrafikken 2017*. Hentet fra https://www.vegvesen.no/_attachment/2346577/binary/1267249?fast_title=Dybdeanalyser+av+d%C3%B8dsulykker+i+vegtrafikken+2017.pdf
- Statens Vegvesen. (2020). *Statens Vegvesen*. Hentet fra Håndbok V851 - Læreplan for førerkortklasse B, B kode 96 og BE: https://www.vegvesen.no/_attachment/61490/binary/1151272
- Statistisk sentralbyrå. (2019). *Statistisk sentralbyrå Bilparken*. Hentet fra <https://www.ssb.no/bilreg>
- Statistisk sentralbyrå. (2019). *Trafikkulykker med personskade*. Hentet fra Statistisk sentralbyrå: <https://www.ssb.no/transport-og-reiseliv/statistikker/vtu/aar>

- Transport Styrelsen. (2019). *Vinterdäck*. Hentet fra [transportstyrelsen.se: https://www.transportstyrelsen.se/vinterdack](https://www.transportstyrelsen.se/vinterdack)
- Transportøkonomisk institutt. (2018). *Færre trafikkdrepte med bedre sikkerhetsrutiner*. Hentet fra <https://www.toi.no/system-og-kultur/farre-trafikkdrepte-med-bedre-sikkerhetsrutiner-article34886-1643.html>
- Tredal. (2020). Dialogmøte.
- Tredal. (2020). *Instruksjonshefte biltilhengere*. Hentet fra <https://tredal.no/wp-content/uploads/2019/11/instruksjonshefte-2019.pdf>
- Tysse. (2019). Dialogmøte.
- UAG Statens Vegvesen. (2019). *Dybdeanalyser av dødsulykker, UAG*. Hentet fra <https://www.vegvesen.no/fag/fokusomrader/trafikksikkerhet/ulykkesdata/analyse+av+dodsulykker+uag>
- Utekontrollen, S. (2019). Dialogmøte.
- Vegtrafikkloven. (1965). *Lov om vegtrafikk (vegtrafikkloven)*. Hentet fra Lovdata: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1965-06-18-4>

Liste over rettspraksis

LB-2011-151941

RG 2004 1420

Sandefjord tingrett (2018). Saksnr: 18-092655MED-SAFO

Sør-Trøndelag Tingrett (2015) – ref.nr 14-189318MED-STOR

10 Figurliste

Figur 1 Oversikt over krefter og momenter som påvirker sannsynligheten for velt i sving (Knut Skårdalsmo)	15
Figur 2 Illustrasjon av et påløpsbremsesystem fra AL-KO. (Utarbeidet fra katalog (AL-KO, 2018)).....	19
Figur 3 Opprinnelsessertifikat for kjøretøy	20
Figur 4 Styremanøver rett vei. Senere kalt Elgtesten eller Swing test (Kåre Robertsen).....	29
Figur 5 Skisse av de ulike vinkler som brukes som måleparametre	45
Figur 6 Figur som viser måleparameteren Lane department.....	46
Figur 7 Peugeot 5008, Sway Test, Roll Angle	48
Figur 8 Volkswagen Transporter, Sway Test, Roll Angle	49
Figur 9 Peugeot 5008, Sway Test, Yaw Angle.....	50
Figur 10 Volkswagen Transporter, Sway Test, Yaw Angle.....	51
Figur 11 Peugeot 5008, Sway Test, Transversal Acceleration.....	52
Figur 12 Volkswagen Transporter, Sway Test, Transversal Acceleration.....	53
Figur 13 Peugeot 5008, Sway Test, Speed.....	54
Figur 14 Volkswagen Transporter, Sway Test, Speed.....	55
Figur 15 Peugeot 5008, Curve test, Roll Angle	58
Figur 16 Volkswagen Transporter, Curve test, Roll Angle	59
Figur 17 Peugeot 5008, Curve test, Yaw Angle	60
Figur 18 Volkswagen Transporter, Curve test, Yaw Angle	61
Figur 19 Peugeot 5008, Curve test, Transversal Acceleration.....	62
Figur 20 Volkswagen Transporter, Curve test, Transversal Acceleration.....	63
Figur 21 Peugeot 5008, Curve test, Lane Departure.....	64
Figur 22 Volkswagen Transporter, Curve test, Lane Departure	65
Figur 23 Peugeot 5008, Curve test, Yaw Difference.....	66
Figur 24 Volkswagen Transporter, Curve test, Yaw Difference.....	67
Figur 25 Peugeot 5008, Curve Test, Speed.....	68
Figur 26 Volkswagen Transporter, Curve Test, Speed.....	69
Figur 27 Volkswagen Transporter, Kjøring i sirkel. (Rundkjøringstesten)	71
Figur 28 «Roll angle» målepunktene sin posisjon i sirkelen for alle fire utprøvingene	71
Figur 29 Rolling angle for alle fire utprøvingene	72

11 Tabelloversikt

Tabell 1 Antall registrerte kjøretøy i Norge i 2018 opplyst fra SSB (Statistisk sentralbyrå, 2019) (representant fra SSB har begrenset «tilhengere» til de tilhengere under 3500 kg)	11
Tabell 2 SSB ulykkesstatistikk (Tabellen er utformet av forfatterne basert på (Statistisk sentralbyrå, 2019))	12
Tabell 3 SSV - ulykkesstatistikk (Tabellen er utformet av en representant fra Statens vegvesen)	12
Tabell 4 Tilhengerens tilbøyelighet til å velte eller skrense når den kritiske hastigheten blir overskredet (Knut Skårdalsmo)	16
Tabell 5 Fordelingsoversikt over spørreundersøkelsens besvarelser	24
Tabell 6 Eksempel hentet fra brukerhåndbok (Ifor Williams Norge AS, 2020)	27
Tabell 7 Eksempel på en lufttrykkstabell (Tredal, 2020)	28
Tabell 8 Technical Specifications of the vehicles.....	33

Tabell 9 Technical Specifications of the trailers	34
Tabell 10 Overview of performed field tests: swing, curve and emergency brake.....	44
Tabell 11 Roundabout tests: in this case, the speed is constantly increased in each test until the dynamic limit is reached.....	44

12 Bildeliste

Bilde 1 Kjøring i kurve. Kurves vises til venstre, grått felt (foto: Forskergruppen)	30
Bilde 2 Bilde av rundkjøringen på Lånkebanen (foto: Hell RX).....	30
Bilde 3 Bildeserie fra pre-utprøvingen av styremanøver rett fram, Peugeot 5008 (foto: forskergruppen)	31
Bilde 4 Bildeserie fra pre-utprøvingen av styremanøver rett fram, WV Transporter (foto: forskergruppen).....	31
Bilde 5 Fartsmålingen med radar da tilhengeren veltet (foto: forskergruppen)	31
Bilde 6 The two vehicles adopted in the study: a Peugeot 5008 (a) and a Volkswagen Transporter (b)	32
Bilde 7 The four trailers adopted in the study: Tysse 6207 (a), Tysse 6219 (b), Tysse 6303 (c) and IforWilliams LM125 (d).....	35
Bilde 8 Dekk, felg og mønster på Tysse 6207 (foto: Kåre Robertsen)	35
Bilde 9 Illustrasjon av torsjonsfjær fra Tysse og bladfjær fra Ifor Williams.....	36
Bilde 10 The motion test norsk sensing equipment: the IMCU (a), the dedicated software (b), the connection system (c), the transparent lid (d). Placement of the IMCU on the vehicle (e) and on the trailer (d).....	37
Bilde 11 The onboard video equipment: the dashcam mounted on the front windscreen (a) and on the rear window (b).....	38
Bilde 12 Examples of different footages of the tests: rear dashcam (a), external fix camera (b) and frontal dashcam (c).....	39
Bilde 13 Hell RX Circuit aerial view (foto: Hell RX)	39
Bilde 14 The Volkswagen Transporter performing the swing test when towing a trailer	40
Bilde 15 The Peugeot 5008 while performing the Curve Test while towing a trailer	41
Bilde 16 The Peugeot 5008 performing the roundabout test while towing a trailer.....	42
Bilde 17 Some over-the-limit conditions reached in the pre-test.....	43