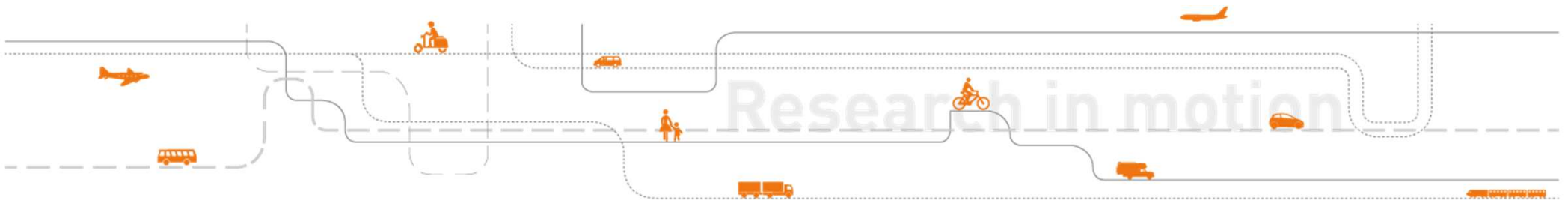


Kollisjonssikkerhet for busser: Analyse av europeiske data og forslag til forbedringer

PhD. Tor-Olav Nævestad, Transportøkonomisk institutt



Bussprosjekter og bakgrunn:

2019: Hvordan kan Ruter
arbeide med
Trafikksikkerhet?

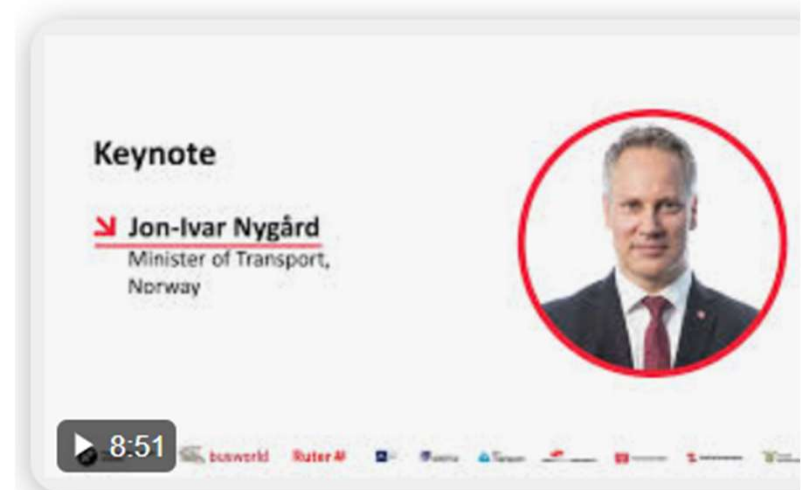
2020: Trafikksikkerhet i
busstransport: En analyse
av kravene som Ruter
stiller til bussoperatørene i
kontrakter.

2023: Sikkerhet og
sirkularitet: Sammenheng
mellom økonomi,
trafikksikkerhet,
kundetilfredshet, klima og
miljø i busstransport

Fire frokostseminarer med
presentasjon av resultater,
paneldebatt mellom
fagforeningene og NHO.

Bussprosjekter og bakgrunn:

- 2023: Safety in bus transport in Europe: Status of safety and discussion of measures benefitting drivers, passengers and other road users
- Rangering av tiltak, basert på relevans, effekt osv.



Kollektivtrafikkforeningen
Busworld Driver Safety Seminar ...



YouTube
Driver Safety Seminar (Busworld Euro...

Busworld 2025

SESSION

Safety and Security in Bus and Coach Opera...

SAFETY AND SECURITY IN BUS AND COACH OPERATIONS

Evaluation & Amendments on the General Safety Regulation II

This session is in collaboration with Public Transport Norway.
...

Safety And Security In Bus And Coach Operations

 Tuesday, 07 Oct 2025

 09:00 - 11:00

 Free of charge - Registration obliged

 Busworld Congress - ZEB Conference | B...

 English

SPEAKERS (9)



Graziella Jost
Programme...



Tor-Olav...
Researcher



Jon-Ivar...
Minister for...



Guy Van...
Chair of ET...



Manuel Laso
Project...



Mark Nicklas
Head of Uni...



Lisa...
Expert...



Michał...
CEO & Chie...

MODERATOR (1)



Olov...
CEO

Busworld 2025: Fem nye rapporter ble presentert.

busworld.
EUROPE BRUSSELS
4-9 OCT 2025

Exhibitor ▾



KOLLEKTIVTRAFIKK-
FORENINGEN

Økende internasjonalt fokus på sjåførsikkerhet

9. oktober 2025



Kort innledning:

- Studie finansiert av Statens vegvesen
- Fokus: kollisjonsbeskyttelse for bussjåfører.
- Fem rapporter er produsert; hovedrapporten presenteres nå.
- Norge innførte et nytt krav 01.10.2023
- Studie: Hva trengs for å beskytte bussjåfører? Med samfunnsøkonomisk analyse.



Crashworthiness of buses

Analysis of European data and suggestions for improvements

Tor-Olav Nævestad, Alena Katharina Høye, Rune Elvik, Ingeborg Hesjevoll, Øyvind Lothe Brunstad, Vibeke Milch, Jenny Blom, Manuel Laso, Daniel Ruben Pinchasik

WP.29/GRSP Working Party on Passive Safety, 7. May 2025



Arbeidsgruppen er ansvarlig for å utvikle og oppdatere FN-regelverk og globale tekniske forskrifter (GTR-er) som har som mål å styrke beskyttelsen av sjåfører og passasjerer i kjøretøy ved ulykker.

Bakgrunn: Nafstad 2017: Dødsulykke i frontkollisjon mellom to busser i 34 km/t

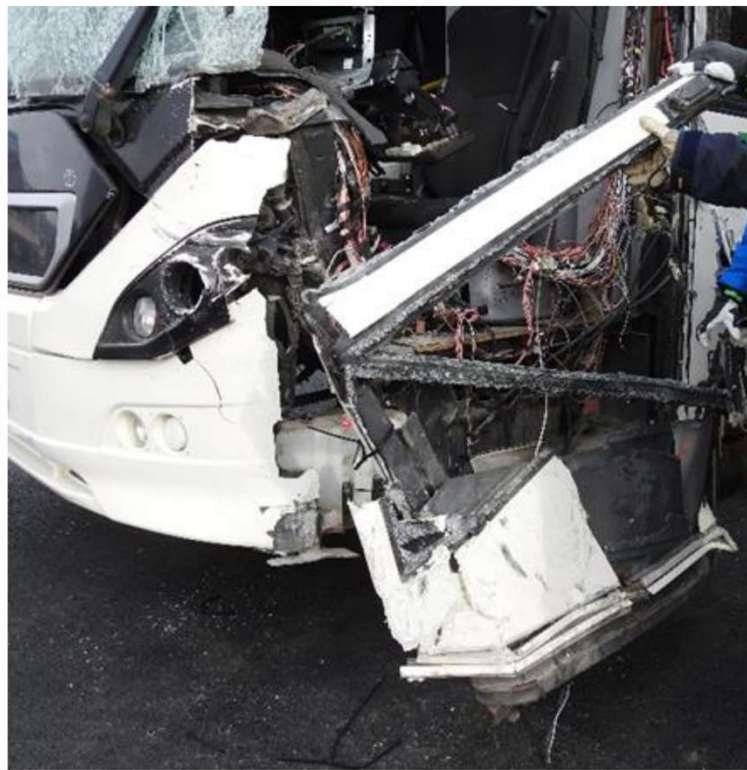


Figure 5: Damage to the front of the westbound bus. Photo: AIBN



Figure 6: Cross-beam severed on the left-hand side, seen from the side. Photo: AIBN

Tangen 2021: Dødsulykke i frontkollisjon mellom to busser, fart ca 35–50 km/t



Figur 11: Skader foran på enhet B. Foto: SHK

Fredrikstad 2023: Dødsulykke i frontkollisjon mellom to busser, fart 35 km/t



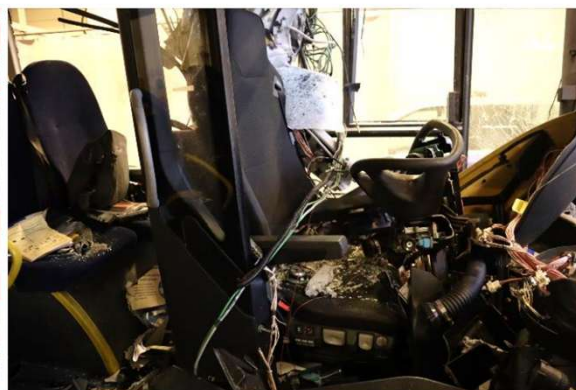
Figur 3: Buss 113 sett forfra. Foto: Politiet



Figur 4: Førerplass i Buss 113. Førerstol er presset bakover som følge av inntrengingen. Foto: SHK



Figur 5: Buss 5 sett fra siden. Foto: Politiet



Figur 6: Førerplass i Buss 5. Førerstol intakt. Foto: SHK

Oppsummering av bakgrunnen:

Bussjåfører har blitt drept i lavhastighetsulykker.

Hvis to personbiler hadde kollidert i tilsvarende hastigheter, er det lite sannsynlig at utfallet ville vært dødelig.

Bilindustrien har gjort fremskritt når det gjelder kjøretøysikkerhet, som følge av strengere regelverk.

Sikkerheten til tunge kjøretøy, spesielt busser, har derimot ikke holdt tritt.

Dermed utsettes bussførere for høyere skaderisiko ved kollisjoner.

Norge innførte UN R.29.03 for busser den 01.10.2023.
Denne standarden gjelder imidlertid opprinnelig for lastebiler.

Hovedmål:

- Å gjennomføre en analyse av kollisjonssikkerhet i busser, med særlig fokus på hvor godt føreren (og andre trafikanter) er beskyttet ved en kollisjon, og å vurdere mulige løsninger.

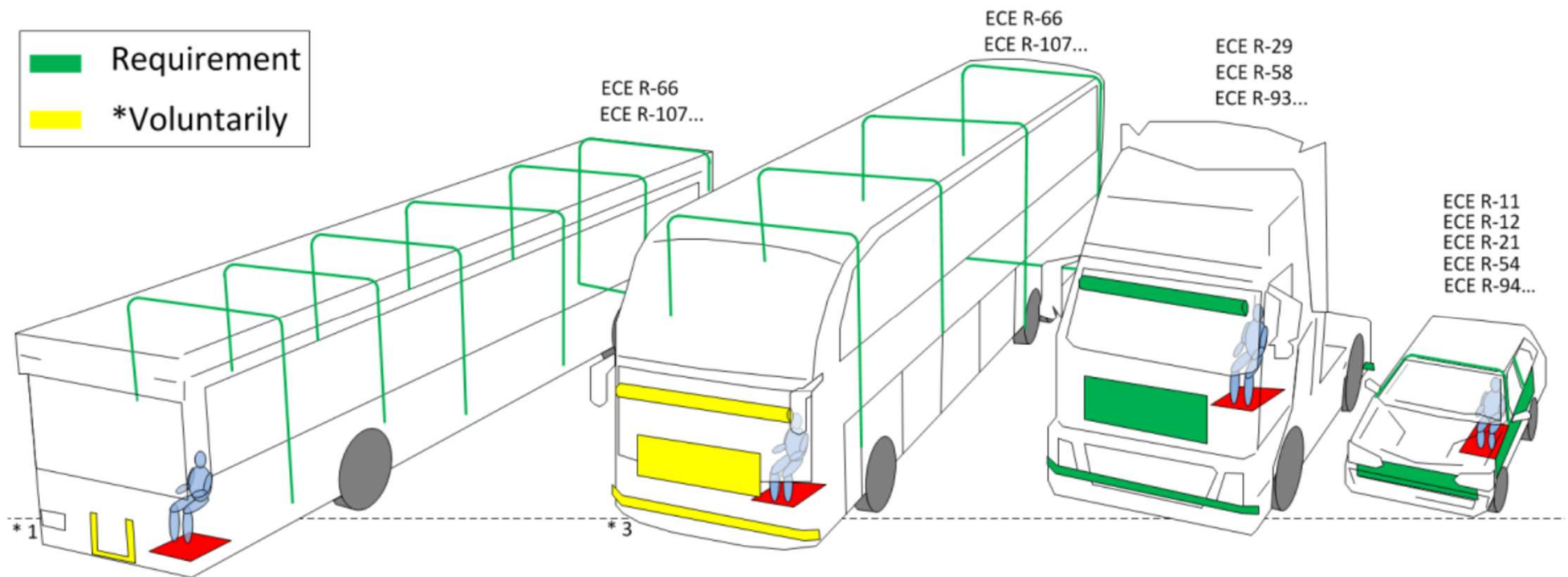


Figure 26: Collision protection requirements for various vehicle groups. Illustration: AIBN

Rapportens struktur:

Del A: Beskrivelse av omfanget av bussulykker i Europa, inkludert svakheter ved dagens bussfrontdesigns beskyttelse av føreren ved kollisjoner.

- 1) Analyse og sammenligning av bussulykker og faktorer som påvirker alvorlighetsgraden av bussulykker på tvers av land.
- 2) Beskrivelse av svakheter ved dagens bussfrontdesign.

Del B: Beskrivelse av mulige løsninger for å redusere bussulykker, inkludert en ny modell for bussfrontdesign som tar sikte på å øke kollisjonsbeskyttelsen for bussjåfører.

- 3) Presentasjon av tiltak for å forbedre kollisjonssikkerheten i busser.
- 4) Vurdering av kostnader og nytte av foreslåtte tiltak for å forbedre kollisjonssikkerheten i busser og de forventede utviklingene over tid.

Oversikt over bussulykker i Europa, basert på CARE-databasen 2013-22:

Trafikantgruppe	Skadegrad*	2013-2014	2015-2016	2017-2018	2019-2020	2021-2022	Alle år
Bussjåfører	Alle skadde	3 911	3 802	3 778	2 688	2 886	17 065
	Alvorlig skadde	266	290	307	192	193	1 248
	Døde	49	48	41	36	42	216
Busspassasjerer	Alle skadde	39 570	39 710	40 784	27 997	27 376	175 437
	Alvorlig skadde	2 924	2 822	3 004	2 087	1 935	12 772
	Døde	214	178	187	134	163	876
Andre trafikanter	Alle skadde	36 163	34 740	33 222	21 889	20 774	146 788
	Alvorlig skadde	4 628	4 856	4 504	2 841	2 458	19 287
	Døde	1 152	1 100	1 090	773	660	4 775

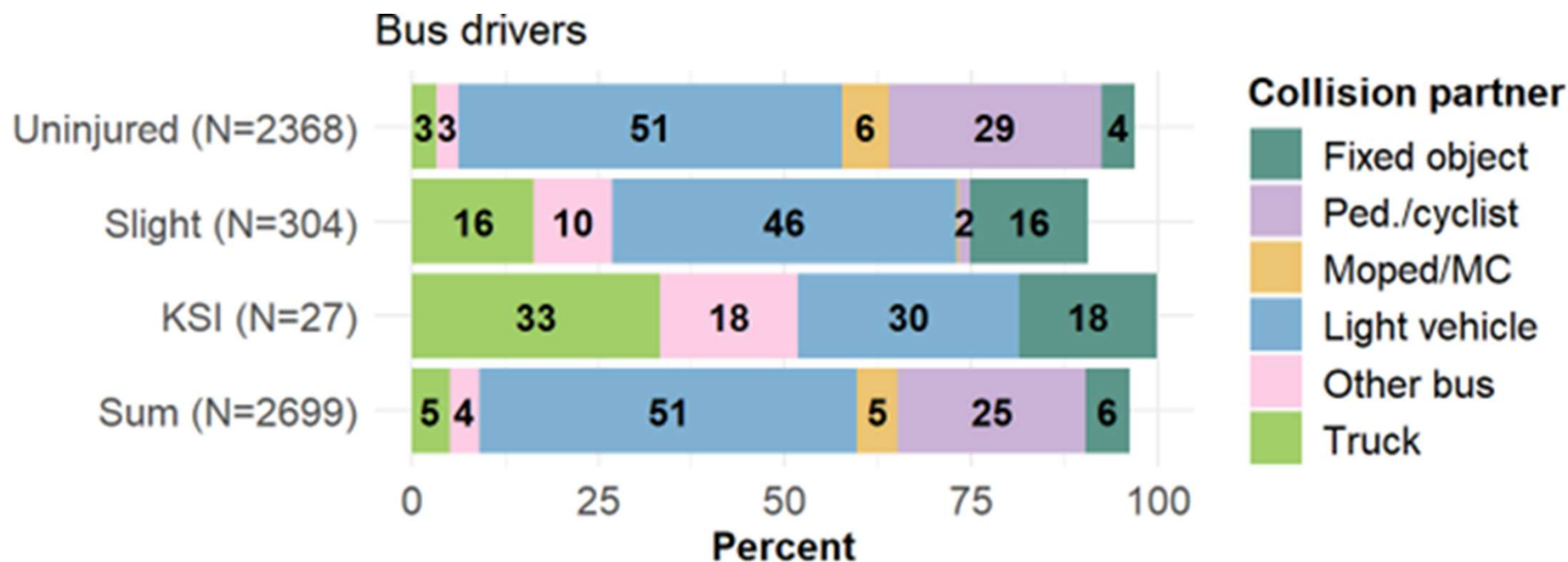
Busser utgjør 2% av alle trafikkdødsfallene i EU.

Ulykkesinvolverte bussjåfører i Norge 2004-2023 (N=2694)

Year	Total for period			Yearly average			Risk (pct. Injured)	Severity (pct. KSI)
	All	Injured	KSI	All drivers	Injured	KSI		
2004-2008	1051	109	6	263	27	1.5	10.4	5.5
2009-2013	770	102	9	192	26	2.2	13.2	8.8
2014-2018	494	64	7	99	13	1.4	13.0	10.9
2019-2023	379	56	5	76	11	1.0	14.8	8.9
Sum	2694	331	27	104	13	1.0	12.3	8.2

- Antall bussjåfører i ulykker har gått ned over tid.
- Men risikoen for å bli skadet når de er i en ulykke har ikke gått ned. Den har økt. (jf. Andel skadde i ulykker).

Motparter i ulykker som involverer bussjåfører:



Hvor mange drepte eller hardt skadde bussjåfører (KSI) kunne hypotetisk vært unngått, eller fått redusert skadeomfanget med bedre kollisjonsbeskyttelse?

Våre analyser av ulykker er basert på CARE, men også flere nasjonale databaser med mer detaljerte data, f.eks. om kollisjonspunkter.



Basert på seks land hvor kollisjonspunktet er kjent: 2/3 av bussjåfører drept eller hardt skadd (DHS) var involvert i ulykker med frontkollisjon.



I disse ulykkene – som tilsvarer 963 DHS bussjåfører (hvis tallene ekstrapoleres til alle land) – kunne skadeomfanget vært redusert med bedre kollisjonsbeskyttelse.

Svakheter ved dagens bussfront design:

Havarikommisjonens rapporter fra tre norske ulykker viser et mulig mønster.



Scenarioene som busser er konstruert for, stemmer i liten grad overens med de faktiske ulykkessituasjonene.



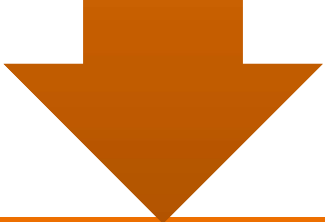
Spesielt gjelder dette frontens hjørner og A-stolpene, som ikke er utformet for frontkollisjoner med lite overlapp.



Til tross for innføringen av nye forskrifter i Norge som krever frontkollisjonstesting (dvs. R29.03), adresserer disse ikke de strukturelle svakhetene som er observert i de nevnte ulykkene.

Støtenergien i hver av de tre ulykkene ble estimert basert på informasjonen i ulykkesrapportene.

Energimengden som oppstod i de tre ulykkesscenarioene er omtrent 10 ganger høyere (ca. 550 kJ) enn energiverdiene som er angitt i regelverket UN R29.03 (55 kJ).



Beregninger av kollisjoner med personbiler (1333 kg) viser at energinivåene som absorberes av bussen varierer fra 1124 kJ (54 km/t), til 686 kJ (30 km/t), og 148 kJ (20 km/t).

Tiltak for å forbedre kollisjonssikkerhet i buss:



Tiltakene er basert på beregninger av ideelle energiabsorberende egenskaper for busser i kollisjonsscenarioer, samt analyser av ulykker,



Vi foreslår fem hovedendringer i bussens konstruksjon.

Modell for økt kollisjonsbeskyttelse:

1) Forbedring av kollisjonskompatibilitet

- a) **Forsterket strukturell integritet:** Det er avgjørende å utvikle sterkere forbindelser mellom bussens tverrprofil og sidepaneler.
 - b) **Energiabsorberende soner:** I bussens frontstruktur.
 - c) **Kollisjonstesting med lite overlapp:** Tilsvarende tester som i dag er vanlige for personbiler.
 - d) **Avanserte materialer:** Utforske bruk av avanserte, energiabsorberende materialer.
 - e) **Designstandarder for kompatibilitet:** Mellom busser og mindre kjøretøy.
 - f) **Obligatorisk implementering av R93.00:** underkjøringshinder. for å fordele støtkrefter jevnere og hindre at mindre kjøretøy kjører under bussen ved kollisjon.
 - g) **Integrering med regelverket for slepekroker:** Ved å kombinere kravene i R93.00 med gjeldende regelverk for slepekroker (EU R1005/2010), kan man sikre at bussens frontstruktur forsterkes uten å gå på bekostning av funksjonalitet og vedlikehold.
- Mål: å utvikle busskonstruksjoner som ikke bare beskytter egne passasjerer, men også reduserer skadeomfang og risiko for personer i andre kjøretøy ved kollisjoner.

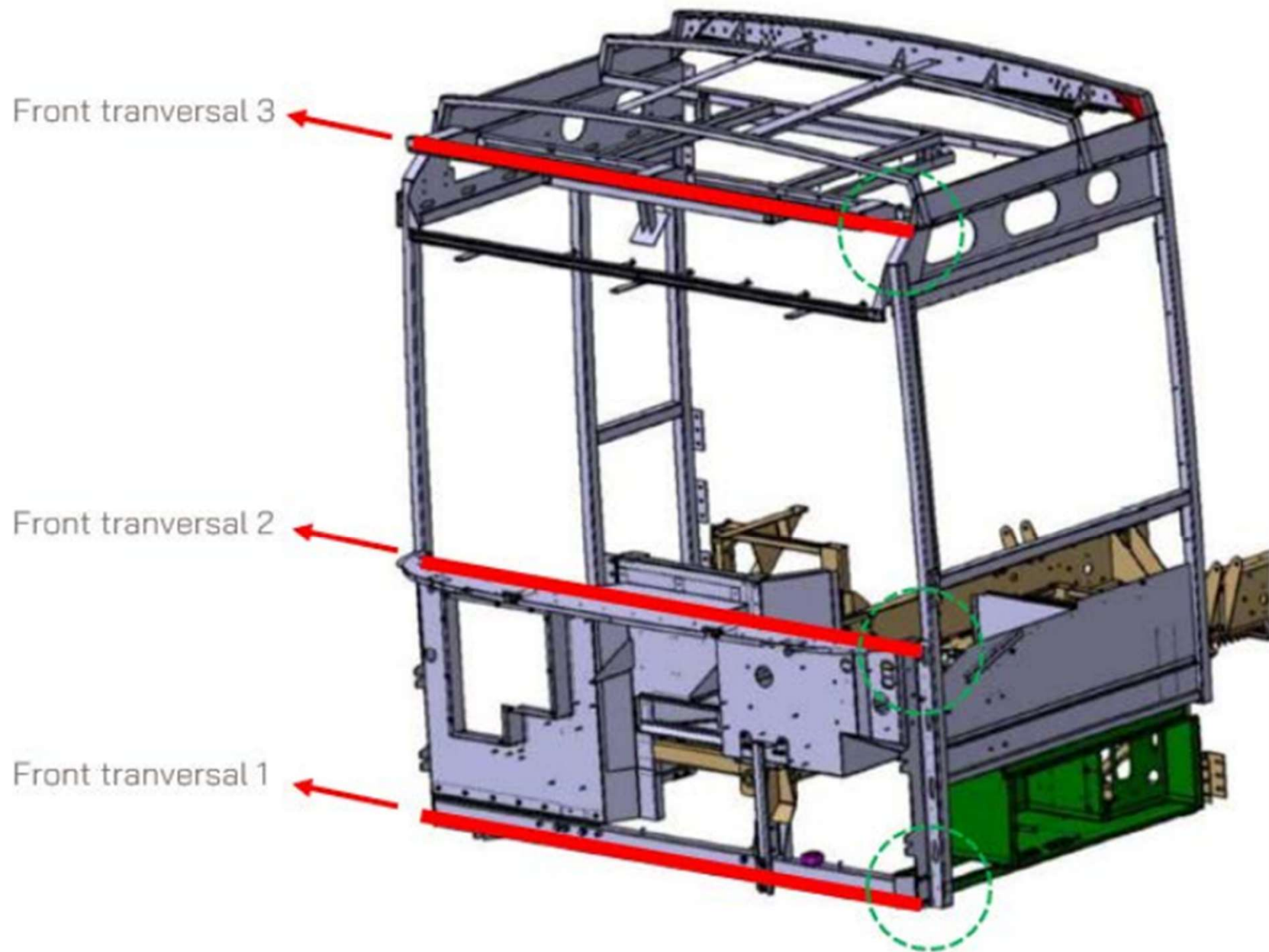


Figure 5.2: Reinforcement applied in the front transversal profiles (IDIADA).

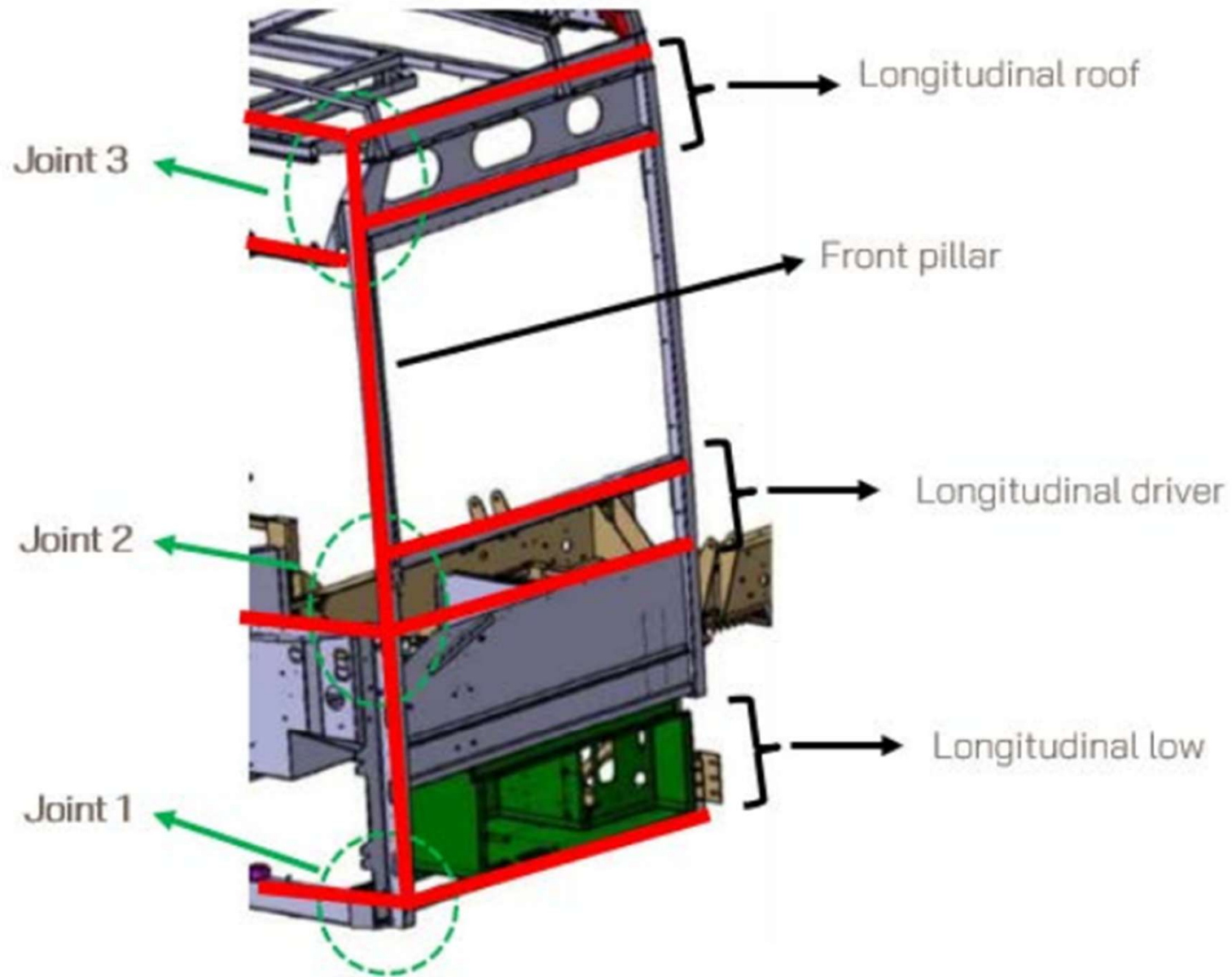


Figure 5.3: Reinforcements applied in the joint connections (IDIADA).

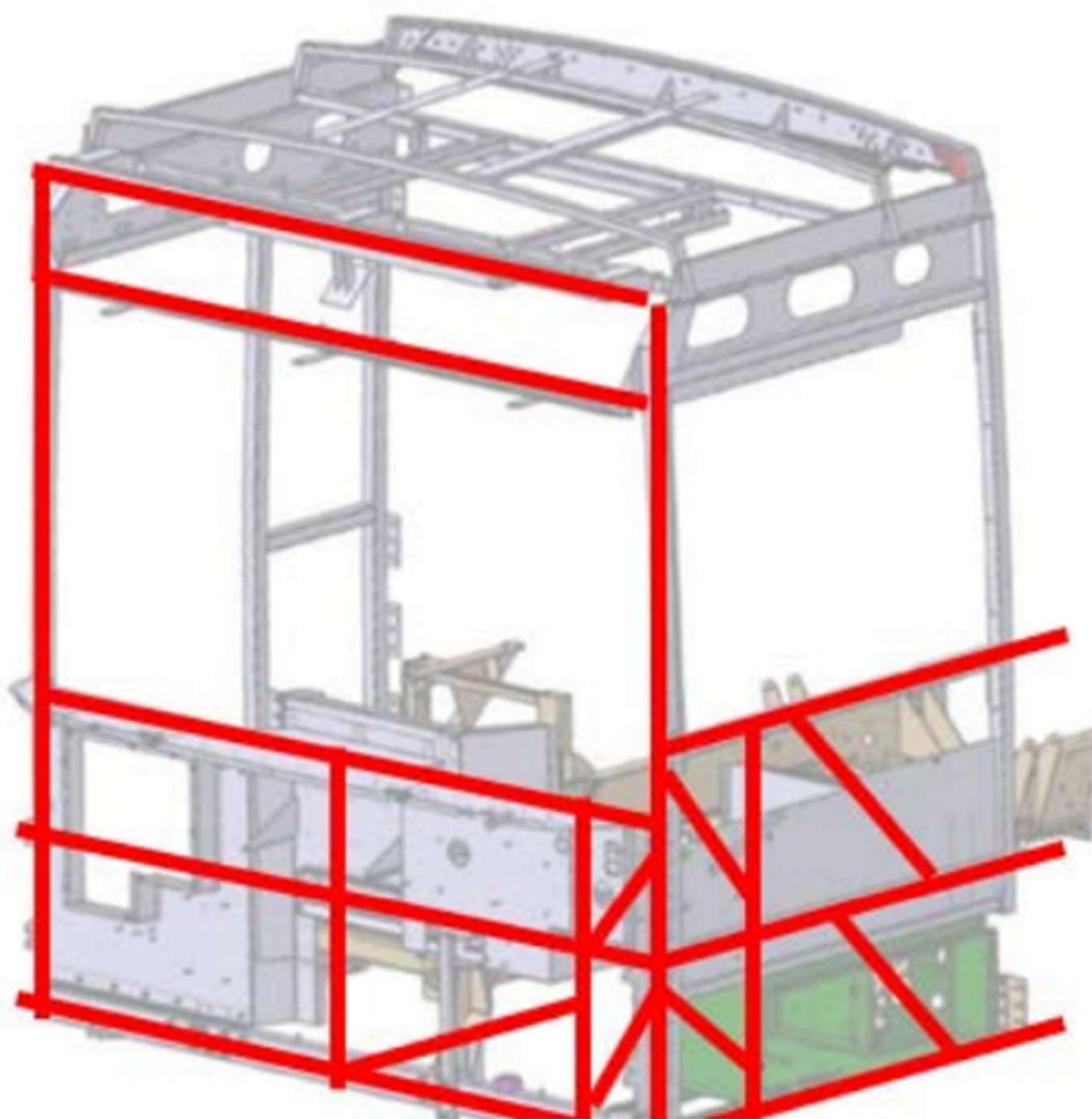


Figure 5.4: Reinforcement proposed in lower front-lateral connection (IDIADA).

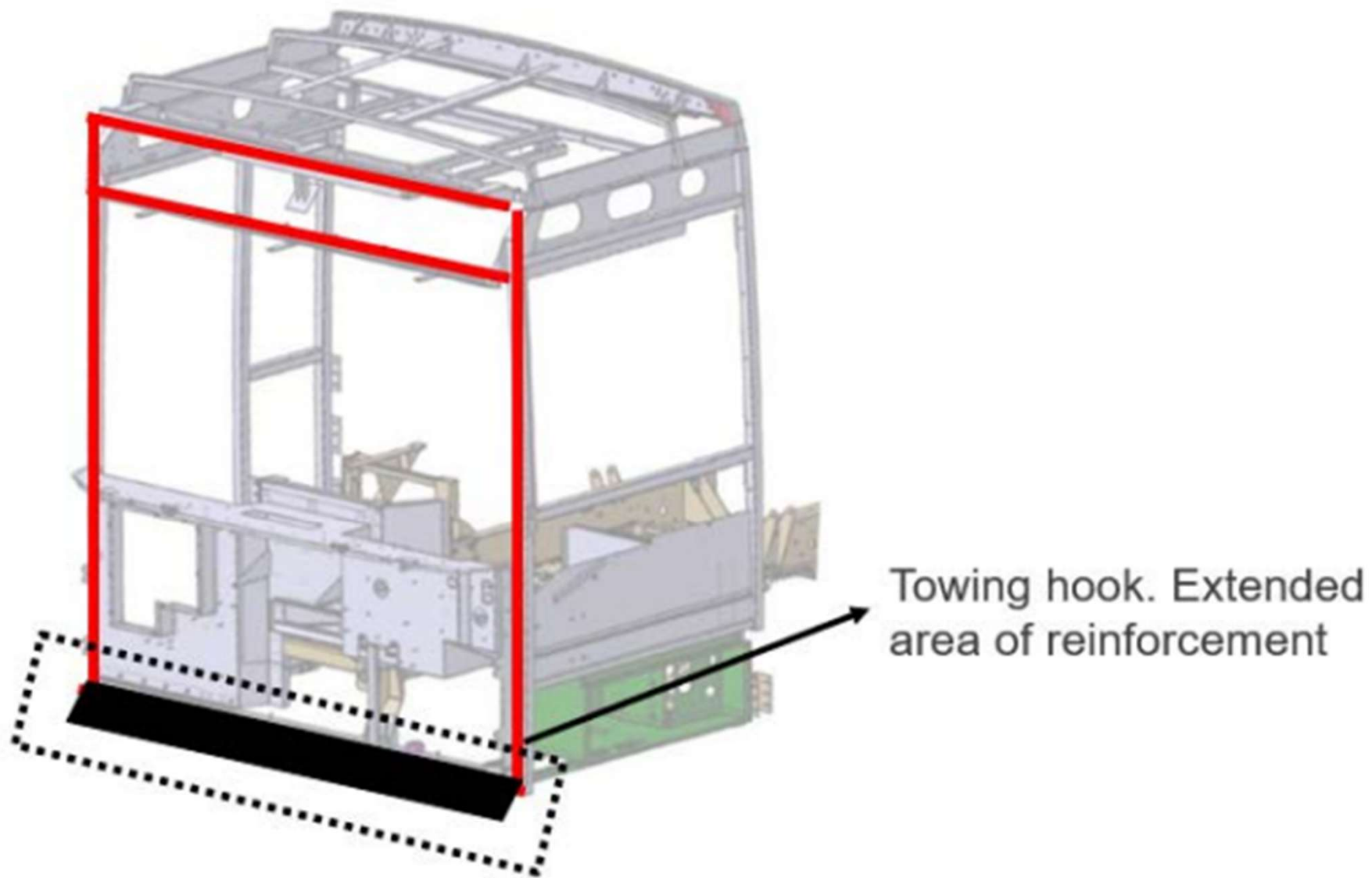


Figure 5.5: Schematic example of reinforcement in lower front (IDIADA).

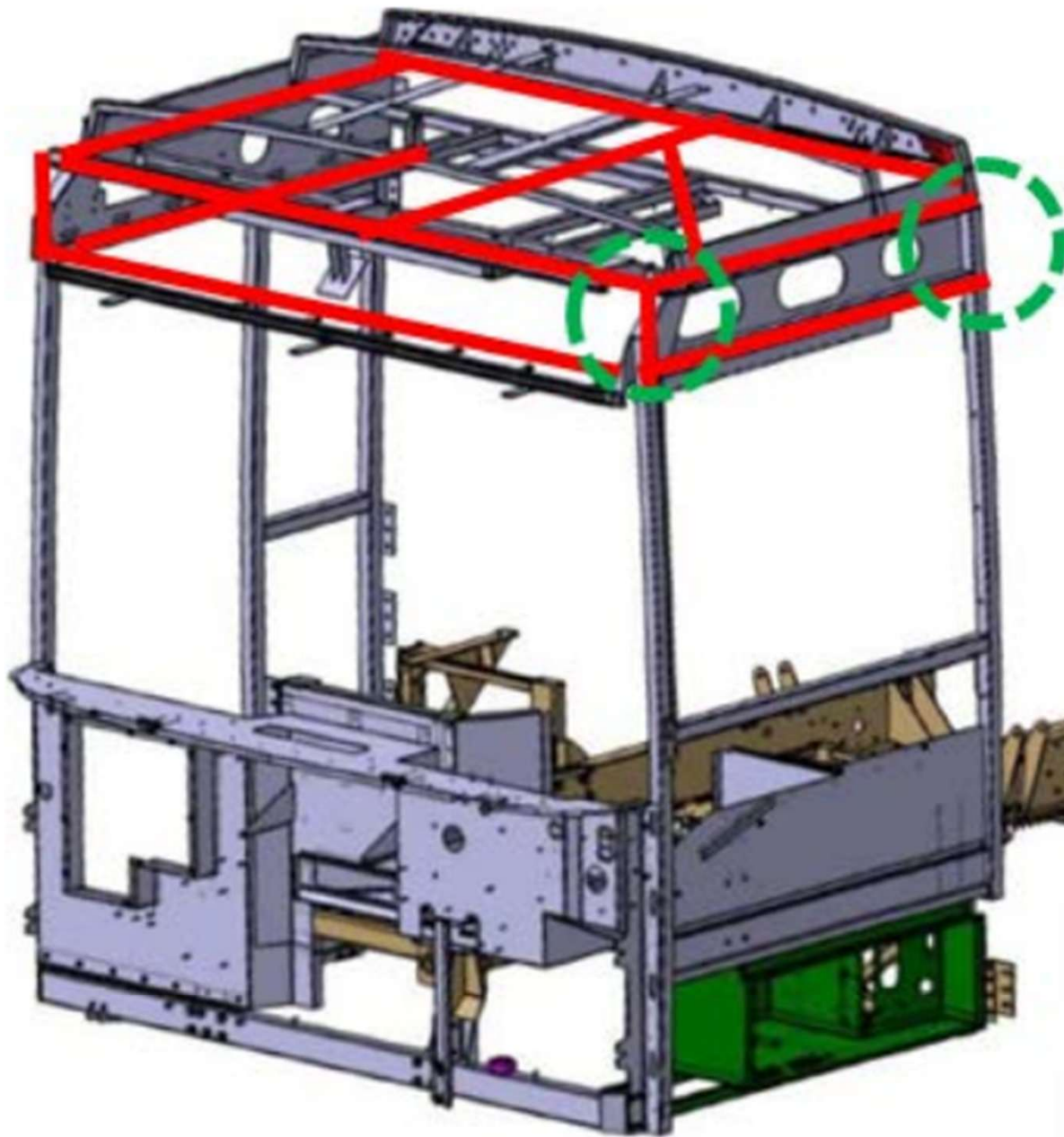


Figure 5.6: View of reinforcement proposal for roof (IDIADA).

Modell for økt kollisjonsbeskyttelse:

- 2) **Førerens plassering:** For bybusser kan det være mulig å heve førerens posisjon noe.
- 3) **Forsterkninger i konstruksjonen:** Strukturelle forsterkninger på førersiden. Bruk av en «halvbur»-struktur – åpen, men som beskytter nedre del og gir bedre tilkobling til taket på kjøretøyet. Det vil være nødvendig å definere én eller flere spesifikke tester for å vurdere bussikkerhet under mer realistiske forhold.
- 4) **Forsterkning av nedre front og gulv.** Forsterkninger i grill- og gulvområdet kan redusere risikoen for at fronten blir en farlig "lanse" ved kollisjoner.. Festepunktet for slepekroken kan benyttes som utgangspunkt for å forlenge frontens strukturelle forsterkning og knyttes til R93.
- 5) **Forsterkning av taket:** SHK-rapportene viser at i alle de analyserte ulykkene løsnet øvre takforbindelse fra sidestolpene.

Vurdering av nytte og kostnader:



Forutsetninger: Modellen reduserer dødelige skader med 30 %, alvorlige skader med 20 % og lettere skader med 10 % i kollisjoner hvor treffpunktet ligger mellom klokken 10 og 12.



Under disse forutsetningene vil nåverdien av nytten være 377 euro per buss, mens systemkostnadene antas å ligge mellom 8 500 og 12 000 euro per buss.



Kostnadene ser derfor ut til å overstige nytten.

Nullvisjon og Safe System I:



Fra et «Safe System»-perspektiv og et arbeidsmiljøperspektiv kan det argumenteres for at bussjåfører bør ha samme beskyttelse som førere av person- og lastebiler ved kollisjoner.



Safe System: Transportsystemet må utformes slik at ytre krefter i ulykker ikke overstiger menneskekroppens biomekaniske tåleevne.



For bussjåfører finnes det fortsatt et betydelig forbedringspotensial når det gjelder implementering av Safe System.

Nullvisjon og Safe System II:

Vår studie viser at bussens frontstruktur også kan utgjøre en fare for andre kjøretøy i kollisjoner.

Dette er et annet eksempel på hvordan frontdesign av busser kan være i konflikt med Safe System-prinsippene.

Den foreslåtte modellen vår søker også å redusere denne risikoen, og kan dermed også redusere skaderisikoen for motparter i bussulykker.

Personer i lette biler utgjør 22 % av de drepte og hardt skadde i bussulykker.

Rapporter i prosjektet:

- Crashworthiness of buses: Analysis of European data and suggestions for improvements:
<https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=79142>
- Nævestad, T.-O., A. K. Høye, R. Elvik, I. Hesjevoll, Ø. L. Brunstad, V. Milch, J. Blom (2025) Literature review of active and passive measures to improve bus safety, TØI report. Institute of Transport Economics
<https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=79304>
- Høye, A.K., I. Hesjevoll, T.-O. Nævestad, R. Elvik, Ø. L. Brunstad, V. Milch, J. Blom (2025) Analysis of bus accidents in Europe, TØI report. Institute of Transport Economics.
- Elvik R. (2025) Expected developments in bus accidents, TØI Working document. Institute of Transport Economics.
- Laso, M., T.-O. Nævestad (2025) Technical Study of collision protection for bus drivers: Development of a new solution trends for collision protection, TØI report. Institute of Transport Economics.
<https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=79316>

Ny simuleringsstudie:

Finansiert av
Ruter.

Gjennomføres av
IDIADA,
administreres av
TØI.

Fire aktiviteter.

Behov for
referansegruppe.

Presenteres på
Busworld.

Fire aktiviteter i simuleringsstudie:

Del 1: *"Bygge en bussfrontmodell"*, som kan brukes i simuleringer.



Del 2: Sensitivitetsanalyser med ulike ulykkeskonfigurasjoner (buss-mot-buss). Identifisere "verst tenkelige" kollisjon for bussjåfører og årsakene til dette.



Del 3: Definisjon av den mest representative testen (impaktor-mot-buss). Identifisere de mest realistiske forholdene og definere den beste og mest representative fysiske testen.



Del 4: Virtuell test inkludert mottiltak (forbedringer). Validere de generelle trendene i designene som er ment å forbedre sikkerheten.

Referansegruppe, for å sikre at modellen er realistisk og relevant:

- Vi møtes for å diskutere resultatene av de ulike aktivitetene.
- Sverige: har utnevnt Hanna Wennberg. Hun har fått i oppgave å sette sammen en gruppe fra bransjen.
- Kan være viktig i GRSP etc.
- Vil være en fordel å også involvere for eksempel Nederland.



Dissemination and coordination

