



Myndigheten för
samhällsskydd
och beredskap

FORSKNING/STUDIE

Stålstrukturer i moderna fordon.

Påverkan på klippbarhet och extraktion.

Stålstrukturer i moderna fordon- Påverkan på klippbarhet och extraktion.

Tidsperiod: 2020

Utförare: Umeå Universitet

Ansvarig: forskare/författare Mats Lindkvist

Kort sammanfattning Denna rapport behandlar i huvudsak utvecklingen av stålqualiteter i karossen på personbilar de senaste 10 åren. Detta m.a.p. klippbarhet och möjligheter till extraktion. Det har varit en snabb utveckling både vad gäller material i förstärkningar men även att nya delar av karossen utförs i högpresterande stål. Detta kan medföra att nuvarande klipp- och extraktionstekniker kan behövas utvecklas.

© Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB)

MSB:s Kontaktpersoner: Yvonne Näsman, 010-240 40 30

Tryck: DanagårdLiTHO

Publ. nr: MSB1720 - februari 2021

ISBN: 978-91-7927-119-0

MSB har beställt och finansierat genomförandet av denna studierapport. Författarna är ensamma ansvariga för rapportens innehåll.

Förord

Föreliggande rapport beskriver en utredning som utförts genom uppdrag från MSB. Frågeställningen har i huvudsak varit hur befintliga klipp- och losstagningsoperationer utförda av räddningstjänst påverkas av moderna och mer förstärkta personbilar.

Vänersborg, 2021-03-04

Mats Lindkvist

Forskare, Umeå Universitet

Sammanfattning

Denna studie fokuserar på den utveckling som skett med avseende på förstärkningar av olika stålqualiteter som utförts på personbilar under åren 2010-2020 samt hur detta påverkar klipp- och losstagningstekniker för att frigöra skadade från en krockad bil.

Studien inleddes med att identifiera vilka bilmodeller som kumulativt utgör 80% av den svenska marknaden samt undersöka ändringar av förstärkningar i dessa. För att få ett perspektiv av den svenska bilmärknaden så utgjorde exempelvis Volvos och VAG-gruppens (VW, Audi, Seat och Skoda) bilmodeller tillsammans mer än hälften av den svenska marknaden.

Inledningsvis gjordes en delstudie hur stålindustrin utvecklat nya stålqualiteter vars resultat påverkar bilindustrins val av stålqualiteter. Stålindustrin strävar att utveckla stål med hög hållfasthet som samtidigt är formbart. Ökade krav på säkerhet drev fram utvecklingen av s.k. borstål med mycket hög hållfasthet som än idag används i förstärkningar i bilar. Med den så kallade tredje generationens stål, som framförallt drivits fram på grund av viktminskningskrav och som i sin tur drivs av miljökrav, kan industrin göra mycket starkt och formbart stål.

Det har skett en omfattande utveckling av förstärkningar i bilarna under den här tidsperioden. Detta har framförallt drivits fram av nya krockprov. IIHS small-overlap provet som introducerades 2012 samt sidokollision med stolpe som introducerades 2011. Dessa prov har drivit fram kraftiga förstärkningar i sidosstrukturen (trösklar och stolpar). Det är inte bara förstärkningarna i sig som har ökat i styrka utan man har även börjat utföra innerplåtar i höghållfasta stål så att förstärkningarna bildar slutna profiler. Att utföra även innerplåtar i höghållfasta stål drivs inte bara av krocksäkerhetskrav utan även av viktminskningskrav.

Ett identifierat problem är vad som avses med förstärkningar i de så kallade räddningskortet och den information som finns i Euro Rescue-appen, Den nya verkligheten kan kräva att information om varje ställagers hållfasthet kan behöva visas.

Vad beträffar bilar som är byggda för alternativa drivmedel som ren eldrift och vätagasdrift där finns det inget som tyder på att dessa behöver förändrade klippnings- eller losstagningsmetoder.

Dessa nya har karosstrukturer, både med avseende på arkitektur och stålqualiteter, har påverkan på effektiviteten på befintliga klippnings- och losstagningsmetoder. Bland annat så är det osäkert om det går att få en led på rätt ställe tvärsöver bilen i området mellan torpedvägg och tunnel med mittbändarmetoden och dragmetoden. Detta eftersom det här området är kraftigt förstärkt i moderna bilar och kan förväntas bli ännu starkare i framtiden. Närvaron av ben som ansluter rattbalken till en förstärkt tunnel kan ytterligare försvåra detta. Panellyft och panelrotation kan också försvåras då torpedvägg och svetsförband blivit mer hållfasta. En alternativ metod föreslås också.

Innehåll

SAMMANFATTNING	4
1. BILMODELLER I SVERIGE.....	7
1.1 Identifiering av bilmodeller	7
1.2 Bil tillverkare och samarbeten.....	11
2. UTVECKLING AV STÅL	14
2.1 Grundläggande hållfasthetslära.....	14
2.2 Metallurgi	15
2.3 Utveckling av stål i fordon.	16
3. HÖGHÅLLFASTA STÅL I MODERNA BILAR.	23
3.1 Beskrivning av plattformsbegreppet	23
3.2 Generisk karosstruktur	24
3.3 Bilmodeller och plattformar.....	26
3.3.1 VAG-gruppen	26
3.3.2 PSA-gruppen	33
3.3.3 Renault-gruppen	37
3.3.4 Ford och Volvo	38
3.3.5 Mercedes.....	42
3.3.6 Toyota.....	43
3.3.7 Fiat	45
3.3.8 Kia-Hyundai	45
3.3.9 Honda	48
3.3.10 Mazda	49
3.3.11 Subaru	50
3.3.12 BMW.....	50
3.4 Fordonsstrukturer för alternativa drivmedel.....	51
3.4.1 Gasfordon.....	51
3.4.2 Vätedrivna eller bränslecellsfordon.	52
3.4.3 Elbilar	53
4. KROCKTESTRESULTAT	55
4.1 Frontalkollisioner	55
4.1.1 USNCAP frontalkollision.....	55
4.1.2 IIHS offsetkollision	57
4.1.3 IIHS small overlap.....	59
4.2 Sidokollisioner	64
4.2.1 USNCAP stolpkollision.....	64
4.2.2 USNCAP sidokollision	66
5. LOSSTAGNING I FORDON.....	69
5.1 Problembeskrivning	69
5.2 Lyft eller rotation av instrumentbräda	70
5.2.1 Instrumentpanelslyft	70
5.2.2 Rotation av instrumentpanel.....	71

5.3	Mittcylindermetoden	72
5.4	Dragmetoden	73
6.	DISKUSSION	75

1. Bilmodeller i Sverige

1.1 Identifiering av bilmodeller

I denna rapport begränsades antalet undersökta bilmodeller till att motsvara 80 % av bilmärknaden mellan åren 2010-2020. Detta i syfte att begränsa antalet undersökta modeller men samtidigt erhålla ett urval som representerar den svenska bilmärknaden. Statistik på nyregistreringar av olika bilmodeller inhämtades på Bilswedens hemsida.¹ Denna statistik redovisas årsvis, de ingående bilmodellerna listades sedan med avseende på deras marknadsandelar för respektive år från de högsta till de lägsta. När den kumulativa marknadsandelen nått 80 % drogs gränsen för de ingående bilmodellerna. Resultatet redovisas i tabellen nedan.

Tabell 1. Andelen nyregistreringar för olika biltillverkare och modeller under åren 2010-2019.

Märke	Modell	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Audi	A1	—	0,35	0,38	0,49	0,48	0,38	0,46	0,42	—	—
	A3	0,92	0,97	1,02	1,15	1,10	1,07	1,03	0,81	0,77	0,83
	A4	2,28	2,07	1,64	1,78	1,63	1,39	1,51	1,16	0,96	0,91
	A5	0,57	0,53	0,50	0,42	—	0,34	—	—	—	—
	A6	0,99	1,30	1,47	1,41	1,53	1,62	1,51	1,24	1,29	1,20
	Q3	—	0,04	0,39	0,39	—	0,34	0,39	—	—	0,60
	Q5	0,45	0,57	0,46	0,53	0,56	0,50	0,49	0,44	0,53	0,56
BMW	1-Serie	0,56	0,70	0,85	0,69	0,66	0,69	0,67	0,71	0,66	0,75
	2-Serie	—	—	—	—	—	0,44	0,49	—	—	—
	3-Serie	1,77	1,50	1,87	2,22	1,83	1,52	1,32	1,24	1,26	1,37
	4-Serie	—	—	—	—	—	0,44	0,36	—	—	—
	5-Serie	1,50	1,76	1,63	1,69	1,58	1,28	1,51	1,73	1,44	1,32
	X1	0,58	0,49	0,48	0,51	0,40	—	0,52	0,42	0,39	0,50
	X3	—	0,52	0,65	0,55	0,44	0,38	0,43	0,40	0,52	0,57
Citroen	C3	0,76	0,55	0,54	0,52	0,41	—	—	0,64	0,46	—
	C4	0,47	0,89	0,69	0,59	0,41	—	—	—	—	—
	C5	0,56	0,40	0,44	0,38	—	—	—	—	—	—

¹ <http://www.bilsweden.se/statistik/nyregistreringar>

Dacia	Duster	—	—	—	—	0,79	0,67	0,72	0,69	0,73	0,81
	Sandero	—	—	—	—	0,45	0,36	0,42	0,37	—	—
Fiat	Ducato	0,70	0,92	0,96	0,96	1,00	0,92	1,07	1,27	1,59	0,87
	500	—	—	—	0,45	—	—	0,38	—	—	0,42
	Freemon	—	—	—	—	0,46	0,44	—	—	—	—
Ford	Focus	2,17	1,75	2,01	1,49	1,41	1,05	0,96	0,71	0,75	1,06
	Kuga	—	0,46	0,43	0,50	0,57	0,44	—	0,60	0,49	0,47
	Fiesta	1,13	0,90	0,80	0,66	0,69	0,61	0,48	0,41	0,52	—
	Mondeo	1,03	1,00	0,59	—	—	0,69	0,62	0,39	—	—
	Ka	0,51	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Honda	Civic	0,42	0,29	0,39	0,45	0,49	0,44	—	—	—	—
	CR-V	0,67	0,49	0,44	0,76	0,53	0,51	—	—	—	—
Hyundai	I10	0,61	—	—	—	0,37	—	—	—	—	—
	I20	0,65	0,88	0,92	0,74	0,58	0,48	0,52	0,59	—	—
	I30	1,14	1,05	1,32	1,33	0,88	0,58	0,73	0,43	—	—
	I40	—	0,34	0,77	0,61	0,46	0,35	—	—	—	—
	IX35	0,63	0,63	0,47	0,56	0,45	—	—	—	—	—
	Santa Fe	0,40	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Tuscon	—	—	—	—	—	—	0,47	—	—	—
	Kona	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,48
Kia	Ceed	2,82	2,23	2,56	5,79	2,33	1,95	1,80	1,50	1,36	1,77
	Niro	—	—	—	—	—	—	—	0,92	1,61	2,31
	Optima	—	—	—	—	—	—	—	0,71	0,96	1,02
	Picanto	—	0,35	0,46	0,45	0,46	0,57	0,52	0,49	0,53	0,49
	Rio	—	0,17	0,77	0,60	0,58	0,79	0,81	0,74	0,51	0,44
	Sportage	—	0,99	1,08	1,08	1,11	0,98	1,23	0,74	0,57	0,47
	Stonic	—	—	—	—	—	—	—	—	0,43	0,51
	Venga	0,55	0,61	0,49	0,39	—	—	—	—	—	—
Mazda	CX-3	—	—	—	—	—	—	0,54	0,49	0,44	0,41
	CX-5	—	—	—	0,50	0,44	0,41	0,39	0,41	0,48	0,45
	Mazda3	—	—	—	—	0,53	0,43	—	—	—	—
	Mazda6	0,40	—	—	0,41	—	—	—	—	—	—

Mercedes	A-klass	—	—	—	0,72	0,54	0,46	0,49	0,61	0,84	0,88
	B-klass	0,42	0,39	0,54	—	0,44	—	—	—	—	—
	C-klass	1,11	1,34	1,28	0,67	0,91	0,93	0,88	0,86	0,90	1,06
	E-klass	1,33	1,11	0,92	0,93	0,85	0,78	1,15	1,47	1,49	1,40
	CLA	—	—	—	—	—	0,56	0,56	0,48	0,42	0,60
	GLC	—	—	—	—	—	—	0,48	0,80	0,89	0,66
	GLK	—	0,32	0,47	—	—	—	—	—	—	—
Mini	Country	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,41
	Hatch	—	—	—	—	—	0,56	0,51	0,52	0,46	0,48
Mitsubishi	Colt	0,40	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Lancer	0,41	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Outlander	0,58	—	—	—	0,99	1,14	0,71	0,75	0,99	1,50
	ASX	—	—	—	—	0,42	0,57	0,38	—	—	—
Nissan	Leaf	—	—	—	—	—	—	—	—	0,56	0,44
	Qashqai	1,28	1,26	1,39	1,30	1,39	1,44	1,39	1,48	1,74	1,72
Opel	Astra	1,16	1,13	0,87	0,70	0,69	0,67	0,99	0,71	0,43	—
	Corsa	0,49	0,49	0,45	—	0,39	0,48	0,50	—	0,38	—
	Insignia	—	0,47	0,42	—	—	—	—	—	0,39	—
Peugeot	207	0,95	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	208	—	—	0,65	0,80	0,72	0,74	0,76	0,74	0,50	0,39
	2008	—	—	—	—	—	—	0,61	0,58	0,58	0,46
	308	1,22	0,84	1,01	0,80	0,97	1,14	0,87	0,66	0,50	0,44
	3008	0,50	—	—	—	—	—	—	0,90	0,89	0,74
	508	—	0,67	1,21	0,46	—	—	—	—	—	—
	5008	—	—	—	—	—	—	—	—	0,39	—
Renault	Captur	—	—	—	—	0,89	0,97	0,93	0,87	0,80	0,79
	Clio	2,04	1,70	1,48	1,47	1,32	1,19	1,06	1,19	1,31	1,03
	Megane	2,17	2,00	1,56	1,36	0,64	0,39	0,52	0,66	0,37	—
	Zoe	—	—	—	—	—	—	—	—	0,51	0,58
	Kadjar	—	—	—	—	—	—	0,58	0,42	—	—
Seat	Arona	—	—	—	—	—	—	—	—	0,44	0,49
	Ateca	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,39
	Ibiza	0,53	0,52	0,39	0,28	—	0,36	0,46	0,45	—	0,43

	Leon	—	—	—	—	0,71	0,75	0,83	0,73	0,77	0,86
Skoda	Fabia	1,34	1,58	1,46	1,32	1,30	1,46	1,47	1,29	1,13	0,81
	Karoq	—	—	—	—	—	—	—	—	0,56	0,63
	Kodiaq	—	—	—	—	—	—	—	0,57	0,80	1,20
	Octavia	1,47	1,45	1,36	1,64	1,45	1,58	1,56	1,56	1,52	1,54
	Rapid	—	—	—	—	0,47	—	—	—	—	—
	Superb	0,91	0,90	0,72	0,70	0,54	0,56	0,75	0,76	0,78	0,63
	Yeti	0,50	0,56	0,56	0,49	0,51	0,42	—	—	—	—
Subaru	Legacy	1,06	0,76	0,79	0,78	0,58	—	—	—	—	—
	Forester	—	—	—	0,55	0,40	0,42	—	0,40	—	—
	Outback	—	—	—	—	—	0,59	0,48	0,50	0,51	0,63
	XV	—	—	0,40	0,41	—	—	—	0,36	0,47	—
Suzuki	Swift	—	0,59	0,45	0,45	—	—	—	—	—	—
Tesla	Model 3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,15
Toyota	Auris	1,37	1,28	0,92	1,91	2,07	2,02	1,95	1,62	1,47	—
	Avensis	1,43	1,07	1,34	0,96	0,97	0,88	0,80	0,49	—	—
	Aygo	0,96	0,52	0,41	0,42	—	—	—	—	—	—
	Corolla	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,70
	Yaris	1,44	1,14	1,65	1,51	1,55	1,40	1,36	1,40	1,51	1,46
	C-HR	—	—	—	—	—	—	—	0,93	1,19	1,25
	Prius	0,74	0,33	0,52	0,40	—	—	—	—	—	—
	RAV 4	0,43	0,39	0,39	0,72	0,80	0,74	0,93	0,87	1,01	1,33
	Verso	0,53	—	—	—	0,44	0,40	0,37	—	—	—
Volvo	C30	0,65	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	S/V40	0,41	—	1,18	3,40	3,31	3,00	3,36	2,76	1,98	1,04
	V50	3,56	3,13	1,41	—	—	—	—	—	—	—
	S/V60	1,24	5,18	5,12	5,26	4,76	4,23	4,54	4,03	4,71	6,50
	V70	8,83	7,30	7,8	7,53	7,81	8,27	4,33	—	—	—
	S80	0,50	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	S/V90	—	—	—	—	—	—	1,41	6,11	6,83	4,13
	XC40	—	—	—	—	—	—	—	—	1,77	2,15

	XC60	1,75	2,11	2,29	3,19	3,87	4,21	4,41	6,16	3,77	3,63
	XC70	1,21	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XC90	—	—	—	—	—	0,68	1,12	0,84	0,72	0,81
Volkswagen	Caddy	—	0,43	0,40	—	—	—	—	0,39	0,36	0,43
	Golf	4,43	4,13	4,03	4,17	5,58	6,55	5,95	5,24	4,77	3,9
	Passat	4,19	5,30	5,81	5,32	4,48	4,19	4,26	4,00	2,76	2,65
	Polo	1,40	1,61	1,39	1,33	1,53	1,42	1,89	1,21	1,26	0,88
	Sharan	—	0,52	0,41	0,43	0,40	0,41	0,46	0,44	—	—
	T-Cross	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,09
	Tiguan	0,84	0,99	1,25	1,11	0,98	1,00	1,31	2,59	2,85	3,25
	Touran	0,46	0,63	0,58	0,55	0,44	—	—	—	—	—
	T-Roc	—	—	—	—	—	—	—	—	0,77	0,70
	UP!	—	—	—	0,62	0,54	—	0,46	—	—	—

På detta sätt identifierades 126 bilmodeller från 25 biltillverkare. Siffrorna som angetts anger bilmodellens marknadsandel för respektive år. Om siffra saknas för ett år kan det ha två orsaker, dels för att modellen inte fanns på marknaden och dels för att modellen hamnade utanför den kumulativa 80 % gränsen.

1.2 Biltillverkare och samarbeten

Som tidigare nämnts identifierades 25 biltillverkare vars bilmodeller varje år utgör 80 % eller mer av marknaden i Sverige mellan 2010-2020. Dessa biltillverkares sammanlagda andelar från tabellen ovan presenteras i tabellen nedan.

Tabell 2. Andelen nyregistreringar för olika biltillverkare under åren 2010-2019.

Märke	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Audi	5,21	5,83	5,86	6,17	5,30	5,64	5,39	4,07	3,55	4,10
BMW	4,41	4,97	5,48	5,66	4,91	4,75	5,30	4,30	4,27	4,51
Citroen	1,79	1,84	1,67	1,49	0,82	—	—	0,64	0,46	—
Dacia	—	—	—	—	1,24	1,03	1,14	1,06	0,73	0,81
Fiat	0,70	0,96	0,92	1,41	1,00	0,92	1,45	1,27	1,59	1,29
Ford	4,84	4,11	3,84	2,65	2,67	2,79	2,06	2,11	1,76	1,53

Honda	1,19	0,78	0,83	1,21	1,02	0,95	—	—	—	—
Hyundai	3,43	2,90	3,48	3,24	2,74	1,41	1,72	1,02	—	0,48
Kia	3,37	4,35	5,36	8,31	4,48	4,29	4,36	5,10	5,97	7,01
Mazda	0,40	—	—	0,91	0,97	0,84	0,93	0,90	0,92	0,86
Mercedes	2,86	3,16	3,21	2,31	2,74	2,73	3,56	4,22	4,54	4,60
Mini	—	—	—	—	—	0,56	0,51	0,52	0,46	0,89
Mitsubishi	1,39	—	—	—	1,41	1,71	1,09	0,75	0,99	1,50
Nissan	1,28	1,26	1,39	1,30	1,39	1,44	1,39	1,48	2,31	2,16
Opel	1,65	2,09	1,74	0,70	1,08	1,15	1,49	0,71	1,20	—
Peugeot	2,67	1,51	2,87	2,06	1,69	1,88	2,24	2,88	2,86	2,03
Renault	4,21	3,70	3,04	2,83	2,85	2,55	3,09	3,14	2,99	2,40
Seat	0,53	0,52	0,39	0,28	0,71	1,11	1,29	1,18	1,21	2,17
Skoda	4,22	4,49	4,10	4,15	4,27	4,02	3,78	4,18	4,79	4,81
Subaru	1,06	0,76	1,19	1,74	0,98	1,01	0,48	1,26	0,98	0,63
Suzuki	—	0,59	0,45	0,45	—	—	—	—	—	—
Tesla	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,15
Toyota	6,90	4,37	5,23	5,92	5,83	5,44	5,41	5,31	5,18	5,74
Volvo	18,2	17,7	17,8	19,4	19,8	20,4	19,2	19,9	19,8	18,3
Volkswagen	11,3	13,6	13,9	13,5	14,0	13,6	14,3	13,9	12,8	12,9
Σ	82,8	79,5	82,8	85,7	81,9	80,2	80,2	79,9	79,4	79,7

Marknadsandelarna för biltillverkarna i tabellen ovan anger inte dess totala andelar utan endast dess andelar av bilmodeller som utgör 80 % av marknaden respektive år.

Det finns ett antal samarbeten mellan biltillverkare vad gäller utveckling av nya modeller, dessa samarbeten beskrivs närmare nedan.

- VAG-gruppen. Består av biltillverkarna Volkswagen, Audi, Skoda och Seat. Som framgår av tabell 2 så utgjorde dessas modeller 24 % av de 80 % utvalda 2019.

- PSA-gruppen. Tillverkarna Peugeot, Citroen, Mitsubishi samt sedan 2017 även Opel. Fram till det året tillhörde Opel General Motors.
- Ett samarbete finns mellan Renault, Dacia och Nissan.
- Märket Mini ägs av BMW.
- Volvo samarbetade med Ford fram till 2015, efter detta år samarbetar Volvo med Geely.

2. Utveckling av stål

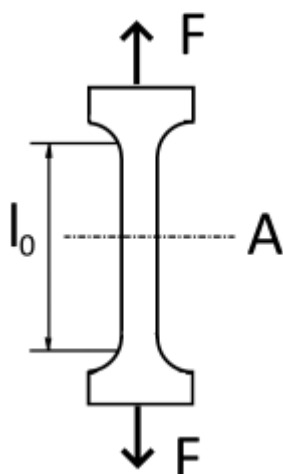
2.1 Grundläggande hållfasthetslära

Grunderna i hållfasthetslära går igenom i syfte att förstå termer och begrepp som används för att beskriva stålets egenskaper. Syftet är att ge en förståelse för de begrepp som används i de följande avsnitten.²

När man anger ett specifikt ståls egenskaper brukar man referera till ett så kallat dragprov. Detta utförs i en speciellt för ändamålet konstruerad maskin som drar i en provkropp av materialet i fråga, provkroppens utseende framgår av figuren nedan. Provkroppen är bredare i ändarna för att kunna fästa respektive ände i maskinen. I maskinen dras provkroppen varvid kraften F samt längdökningen Δl av provkroppen mäts. Med tvärsnittsarean A blir då,

$$\text{Spänning: } \sigma = \frac{F}{A}$$

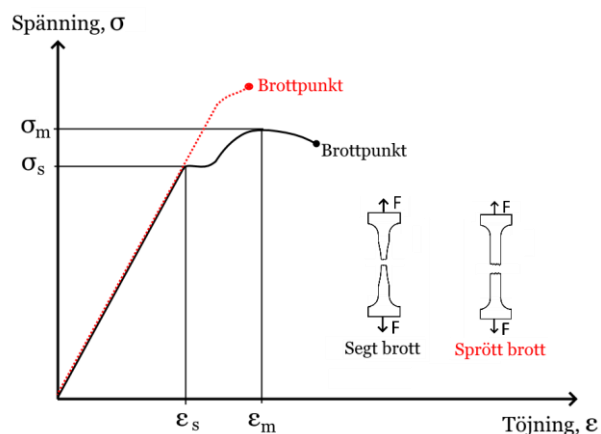
$$\text{töjning: } \varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \text{ där } l_0 \text{ är ursprungslängden}$$



Figur 1. Provkropp med mätstorheter.

Provkroppen dras i regel i maskinen till brott sker, detta brott kan principiellt ske på två sätt enligt figuren nedan.

² Hans Lundh, Grundläggande hållfasthetslära, ISBN 9789144117232



Figur 2. Dragprovskurva.

Den svarta kurvan i figur 2 representerar resultatet från ett prov med ett mjukare eller mer duktilt stål. Om materialet dras under sträckgränsen σ_s kommer det helt att fjädra tillbaka utan varaktig deformation när belastningen släpps. Om materialet dras över sträckgränsen börjar materialet att flyta och det uppstår en midja i provkroppen, när belastningen släpps finns en varaktig deformation. Spänningen ökar sedan tills maximal dragspänning σ_m uppnås, efter denna punkt sjunker spänningen igen innan brott sker. Den röda kurvan representerar resultatet från ett prov med ett hårdare, sprödare stål. I denna kurva uppkommer brottet strax efter sträckgränsen uppnåtts utan att materialet flyter nämnvärt och utan att en midja uppstår.

2.2 Metallurgi

Stål består huvudsakligen av järn med en legering av kol (0,4-2 %) men kan även ha andra legeringar som exempelvis krom, molybden, nickel och vanadin. Det finns i princip tre faktorer som avgör stålets egenskaper om man utgår från en stålsmalta.³⁴

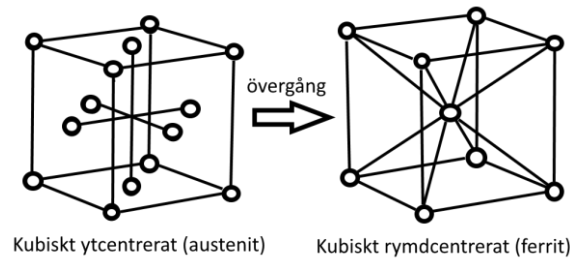
- Vilken kolhalt och andra legeringar som finns närvarande.
- Hur den nedkyls.
- Vilken mikrostruktur i stålet som erhålls.

När stålet kyls ner börjar järnet bilda kristaller som växer tills den stöter på en annan kristall, dessa större kristaller benämns också som korn och gränsen mellan dem som korngräns. Järnkristaller förekommer i två former. I smält tillstånd är kristallformen hos järn kubiskt ytcentrerat och kallas då austenit. När järnet svalnat

³ <https://www.ovako.com/sv/nyheterevents/stories/hemligheten-bakom-hallfast-stal/>

⁴ https://www.svets.se/download/18.4739cddb1598f6d6f4510cc5/1488370708483/Svetsen_materiallara.pdf

under en viss temperatur förändras kristallformen till kubiskt rymdcentrerat vilket då kallas ferrit.



Figur 3. Järnets två kristallformer på atomnivå.

Genom tillsatser av kol, mangan och nickel kan austenittillståndet bibehållas i ett avsvanat stål och blir då rostfritt stål. I austenitkristallerna finns mycket plats för kolatomer varför det är lätt att lösa kol i smält austenistiskt tillstånd. När det övergår i ferrittillstånd finns det mindre plats för dessa kolatomer och det uppstår därför spänningar och dislokationer i ferritstrukturen, denna deformerade ferritstruktur kallas martensit och är betydligt hårdare än ferrit.

Det finns även andra former på järn-kol föreningar som cementit, perlit och bainit. Cementit kallas också järnkarbid och innehåller 6,7 % kol och finns som korn i alla stål med över 0,85 % kolhalt, är dock inte stabilt utan faller sönder vid glödning. Perlit och bainit är strukturer som består av korn av ferrit och cementit där bainit är hårdare än perlit. Skillnaden mellan dem består främst i värmebehandlingen då de framställs.

2.3 Utveckling av stål i fordon.⁵⁶⁷

När det gäller materialval vid tillverkning av fordon, i detta fall karossen, finns det i huvudsak fem krav som samtidigt ska uppfyllas.

- Vikt. Det finns en stark drivkraft att reducera fordonsvikten och därmed reducera energiförbrukningen med miljöhänsyn i fokus.
- Säkerhet. Vid en kollision ska karossen absorbera energin utan att deformera passagerarutrymmet. Denna utveckling drivs av både lagkrav och konsumentupplysande tester som till exempel EuroNCAP.
- Producerbarhet. I detta begrepp ingår i huvudsak två faktorer. Dels att materialet går att forma, i huvudsak genom pressning, till önskad form. Dels att materialet är möjligt att svetsa så att detaljen kan sammanfogas

⁵ Lesch, K. (2017). Advanced High Strength Steels (AHSS) for Automotive Applications – Tailored Properties by Smart Microstructural Adjustments. *Steel Research International*, 88(10)

⁶ Schmitt, I. (2018). New developments of advanced high-strength steels for automotive applications. *Comptes Rendus. Physique*, 19(8), 641–656.

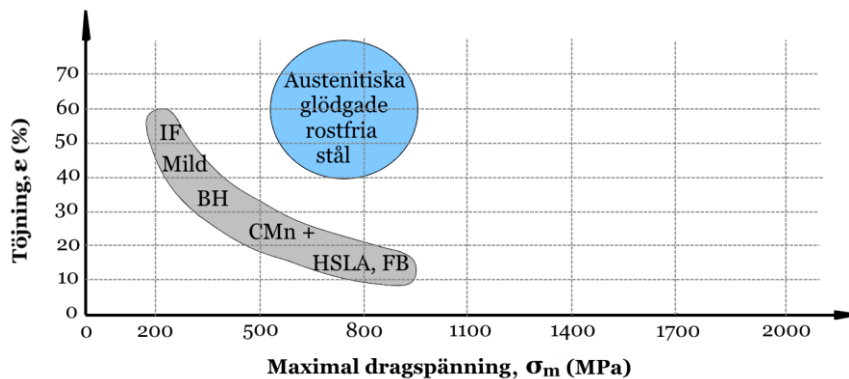
⁷ Hall J.N. and Fekete J.R. Steels for auto bodies: a general overview. *Automotive Steels Design, Metallurgy, Processing and Applications 2017*, Pages 19-45,

med den övriga karossen. Även andra sammanfogningsformer som till exempel limning förekommer.

- Pris. Speciellt vad gäller massproducerade fordon är materialpriset en viktig faktor.
- Recycling. Under senare år har det införts krav på att materialen i fordonen ska vara återanvändbara.

Det material som bäst uppfyller alla dessa krav är fortfarande stål, mer om andra material i följande avsnitt. Den största motsättningen finns mellan vikt och säkerhet, hur man reducerar vikten utan att reducerar styrkan.

Utvecklingen av olika höghållfasta stålqualiteter för fordon anses ha skett i tre generationer. På 1970-talet och första halvan 1980-talet av fanns ett tämligen begränsat antal stålqualiteter kallat traditionellt stål, dessa finns representerade i figur 4 nedan. I diagrammet finns maximal dragspänning σ_m på x-axeln och töjningen ϵ_m vid denna spänning, förklaringen för dessa storheter finns i föregående avsnitt.



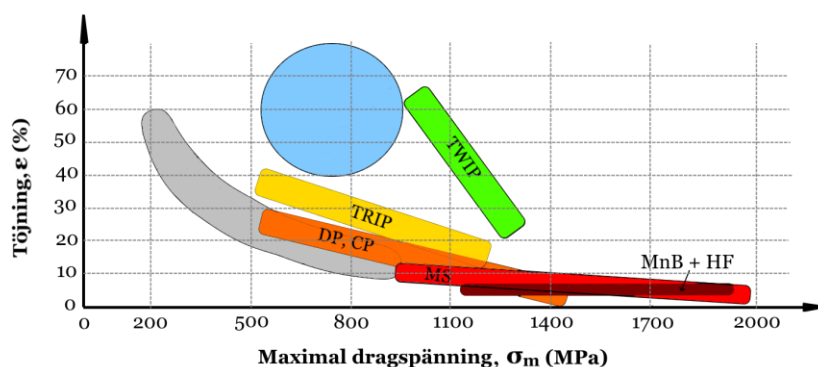
Figur 4. Egenskaper för traditionella stål.

Som framgår av figuren ovan uppvisar stålens egenskaper en ”bananform”, stål med låg styrka har stor töjning och stål med hög styrka låg töjning. Detta innebär att stålplåtar med låg styrka är lättare att pressa i komplicerade former eftersom den tillåter stor töjning. Ett material med hög styrka som deformeras vid pressning riskerar att spricka vid stora töjningar.

I figuren finns ett antal konventionella stål representerade. Mildstål eller låghaltigt stål är den mest använda typen av stål. If (Interstitial Free) stål är mycket mjukt på grund av att det inte finns några kolatomer i ferrit-gittret och används till att pressa mycket komplicerade former. De övriga stålen är ofta refererade som HSS (High Strength Steel) och karakteriseras av att strukturen i princip endast består av ferrit-kristaller (single phase). I BH (Bake Hardening) stål finns det ursprungligen mycket löst kol i materialet vilket gör det mjukare vid pressningen. Efter en värmebehandling (oftast i måleriet) avgår en stor del av kolet vilket gör det hårdare. I kol-mangan (CMn) stål medför tillsatsen av mangan att en viss andel perlit bildas i strukturen vilket gör stålet hårdare. HSLA (High-Strength Low-

Alloy) stål medför olika legeringar bildar föreningar med kol som förstärker ferritstrukturen. De förnämnda stålen används i regel till större plåtytor i karosser medan CMn och HSLA i regel används till förstärkningar och chassidetaljer då de är svårare att forma.

Nästa steg i utvecklingen skedde från mitten av 1990-talet fram till mitten av 2000-talet. Denna utveckling hade två huvudsakliga drivkrafter. Dels var detta den tidsperiod då ett antal nya krockprovsstandarder infördes, exempelvis det amerikanska lagkravet för sidokollision FMSS 214 (1994-1997) och EuroNCAP (1997). Den andra drivkraften var när Audi presenterade sin A8-modell där karossen var helt byggd aluminium med kraftigt reducerad fordonsvikt som resultat. Detta fick den samlade stålindustrin att gemensamt satsa i ett forskningsprojekt benämnt ULSAB (Ultra Light Steel Auto Body) som slutfördes 2001.⁸ Detta resulterade i att man etablerade nya stålqualiteter med benämningen AHSS (Advanced High Strength Steel). De viktigaste av dessa stål finns representerade i figur 5 nedan.



Figur 5. Egenskaper för AHSS

Kortfattat kan man säga att dessa stålqualiteter är stål innehållande flera faser av järn. Som synes i figur 5 lyckas man erhålla stålqualiteter med liknande styrka men betydligt högre töjning (formbarhet) än konventionella stål, detta gäller TRIP, DP, CF och TWIP. Ståltyperna MS och MnB+HF är snarare en fortsättning på ”bananformen” av de konventionella stålen men med betydligt större styvhet.

- DP (Dual Phase). Utgångsmaterialet är ett relativt lågkolshaltigt stål i plåtform med en ferrit/perlit struktur med vissa legeringar, främst mangan (0,7-2 %). Genom värmebehandling uppstår korn med martensit i strukturen, beroende på värmebehandlingens längd kan mer eller mindre av den hårdare martensiten erhållas. Vid pressning av detaljer sker en förhårdning av materialet liksom det sker en ytterligare förhårdning vid värmebehandling av den färdiga karossen som exempelvis i måleriet (Bake

⁸ <https://www.worldautosteel.org/projects/ulsab/>

Hardening). Detta material används som ytterplåtar (dörr, tak, skärmar etc.), hårdare kvaliteter används till exempel i frontstrukturen.

- CP (Complex Phase). Ursprungligen ett kolstål med ferrit/bainit struktur med en legering av Titan och Niob. Genom uppvärmnings-cykler bildas på grund av legeringsämnen en mycket finkornig struktur bestående av små korn av martensit, austenit och perlit i ferrit/bainit strukturen. Har en högre sträckgräns σ_s än DP stål varför användningsområdet är annorlunda. Används i balkstrukturer som longitudinalbalkar, trösklar liksom B-stolpeförstärkningar.
- TRIP (Transformation Induced Plasticity). Strukturen utgörs av en matris av ferrit med öar av austenit. För att erhålla denna austenit behövs användande av legeringsämnen. Genom deformation som till exempel pressning övergår en del av austeniten till martensit vilket ökar styrkan. Även värmebehandling av den färdiga detaljen (Bake Hardening) ökar styrkan, denna effekt är större i TRIP-stål jämfört med andra stål. Deformationer som till exempel en krock ökar styrkan ytterligare. Används i balkkonstruktioner och så kallade krockboxar.
- TWIP (Twinning-Induced Plasticity). Ursprungsmaterialet i detta stål innehåller en stor mängd mangan-legering (17-24 %) som gör materialet helt austenitiskt. Genom upprepade deformationen uppstår spänningar mellan austenitkornen samtidigt som kornen blir mindre tills en mer finkornig struktur. Lägg märke till att detta stål metallurgiskt ligger mycket nära austenitiskt rostfritt stål. Detta stål har en mycket bra balans mellan styrka och formbarhet. Används bland annat till A-stolpen, hjulhus, stolsbalkar (golv) och dörrbalkar.
- MS (Martensitic Steel). Denna ståltyp tillverkas genom att plåten värms upp tillräckligt så att strukturen övergår helt till en austenitisk fas. Därefter sker en kontrollerad nedkylning så att strukturen blir helt martensitisk med små öar av ferrit och bainit. Ofta sker denna behandling efter pressning av detaljen. Ytterligare kol och andra legeringsämnen som mangan, krom, molybden och nickel ökar styrkan. En nackdel med denna ståltyp är att svetsbarheten inte är särskilt god. Används till exempel som stötfångarskenor och dörrbalkar.
- MnB + HF (Hot Formed Boronsteel) Benämns också som borstål.⁹ Processen är liknande som den för martensitiska stål men i detta fall sker processen direkt i pressningsverktyget. Temperaturen höjs till austenitiskt tillstånd och sedan sänks den kontrollerat så att en martensittillväxt sker. Strukturen är sedan bestående av martensit med öar av ferrit, perlit och bainit. Den sistnämnda ökar framförallt energiupptagningen i materialet. Det går även att styra nedkylningen i olika delar av detaljen så att

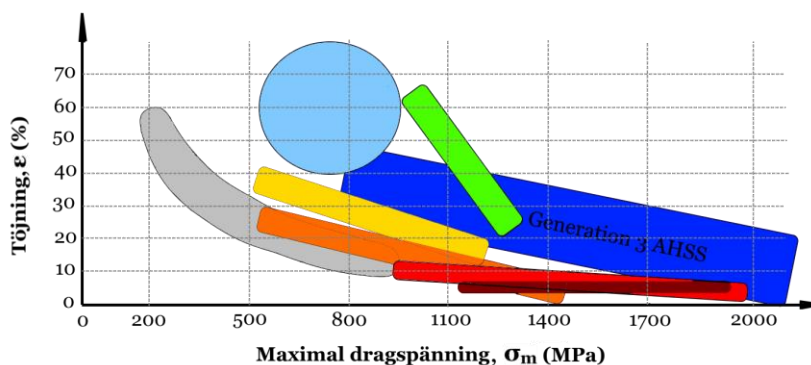
⁹ de Castro, d. (2019). Enhancements on strength of body structure due to bake hardening effect on hot stamping steel. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 100(1), 771–782.

styvheten varieras på ett kontrollerat sätt, detta görs framförallt i B-stolpeförstärkningar. Tillsatsen av bor gör bland annat så att kolhalten kan hållas låg vilket förbättrar svetsbarheten. En utvecklad svetsteknologi har medfört att denna ståltyp för närvarande dominerar vad gäller karossförstärkningar. Används som förstärkningar i A-stolpe, B-stolpe, takbalkar, tröskel och i torped- och frontstruktur.

Utvecklandet av martensitiska- och borstål har framförallt drivits av de ökande kraven för säkerhet medan de andra AHSS stålen framförallt utvecklades för att reducera vikten.

De hitintills beskrivna stålsorterna brukar refereras som AHSS stål av generation 1 och 2. Vanligtvis anges endast TWIP stål som generation 2 stål och de övriga som generation 1. En annan beteckning som ofta används är UHSS (Ultra High Strength Steel), vilket innebär stål med maximal dragspänning över 780 MPa. En traditionell gräns för AHSS stål har varit 550 MPa men eftersom det numera finns stål bestående av flera faser med maximal dragspänning på 440 MPa kan den gränsen inte längre anses helt valid.

Det är AHSS av generation 1 och 2 som för närvarande används i de bilmodeller som produceras idag. Dock finns det en stark drivkraft för fortsatta viktminskningar i bilindustrin, idag främst på grund av CO₂-problematiken. Man kan kortfattat säga att generation 1 AHSS bestod av härdat stål i förstärkningar med låg formbarhet. Med generation 2 stålet (TWIP) åstadkom man en hög styvhet med god formbarhet dock med priset av stora mängder dyra legeringsämnen. Med denna bakgrund har utvecklingen av generation 3 AHSS startat, ett starkt, formbart stål med små mängder legeringsämnen.¹⁰¹¹



Figur 6. Generation 3 AHSS

Som framgår av figur 6 ovan förväntas tredje generationens stål uppnå samma styrka som martensitiska- och borstål men med en maximal töjning på 20-30 % vilket innebär stora möjligheter att kallpressa detaljerna. Varmformning innebär en högre produktionskostnad jämfört med kallformning. Vidare antyder detta att man kan nå en styrka över 2000 MPa. Med införandet av tredje generationens stål

¹⁰ <https://www.ssab.com/products/brands/docol/automotive-insights/2018/3rd-generation-steel>

¹¹ <https://www.worldautosteel.org/steel-basics/automotive-advanced-high-strength-steel-ahss-definitions/>

förväntas viktreduceringen av karossen ta nya steg då samtliga plåtar kan ersättas med tunnare AHSS material. Detta då både kostnad för produktionen och materialkostnaden (mindre legeringsämnen) reducerats.

Tredje generationens stål innebär att man skräddarsyr en struktur innehållande faser som ferrit, austenit, bainit och martensit. Detta både vad beträffar andel av respektive fas och dels dess kornstorlek. Nya metoder för materialoptimering har utvecklats som exempelvis ICME (Integrated Computational Materials Engineering).¹² Med denna typ av verktyg kan man genomföra så kallad ”reversed engineering”, utifrån krav på belastning på en detalj kan man skräddarsy strukturen i det stål som krävs.

Några exempel på tredje generationens stål kan nämnas, deras metallurgiska sammansättning kan anses som överkurs för denna framställning. Istället fokuseras på deras egenskaper.

- MMS (Medium Manganese steels). Har viss likhet med TWIP stål då en viss mängd mangan framkallar austenit i rumstemperatur. Manganhalt på 5-8 % (cirka en tredjedel jämfört med TWIP-stål). Denna typ av stål kan göras med över 1000 MPa med mycket bra formbarhet.
- Q&P (Quenched and partitioned). Har en legeringshalt på cirka 4 %. Med detta stål kan 1000-1500 MPa erhållas med upp till 20 % töjning. Ökar i styrka vid deformation som till exempel kallpressning.

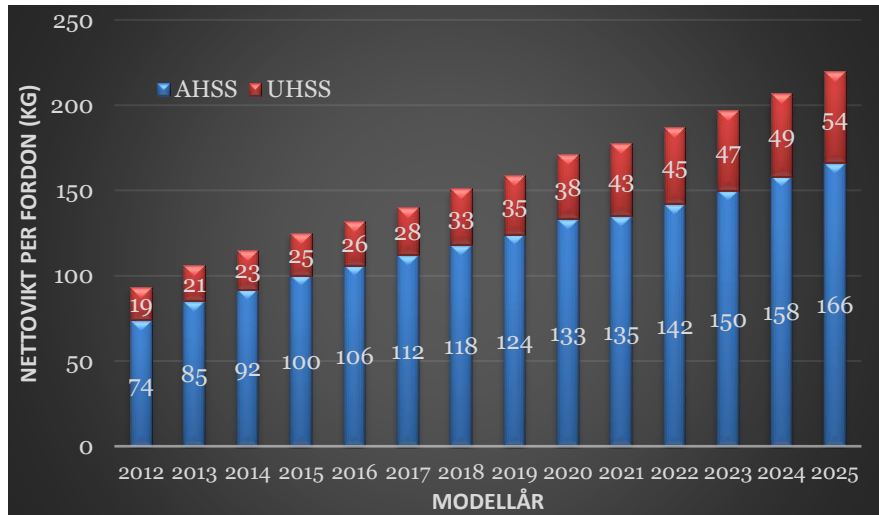
Det är främst genom den tredje generationens stål som en stor viktminskning av karosserna kommer att genomföras. Genom att använda tunnare men starkare plåt kan man bibehålla men även öka totala styrkan. Detta innebär exempelvis att i trösklar och b-stolpar kan det finnas flera plåtar med höghållfast stål. Det vill säga att förutom klippa förstärkningen måste man även klippa ytterligare ett eller flera lager höghållfast stål.

Det finns även en faktor att beakta vilket är sättet på vilket härdningen går till. Man kan både varmforma och kallforma dessa material. När materialet varmformas sker härdningen genom värmebehandlingen. När materialet kallformas sker härdningen genom deformationen i pressningen. Många kallformade material blir därför ytterligare starkare när de deformeras.

Slutligen en framåtblickande sammanställning från WorldAutoSteel¹³, en sammanslutning av världens stålproducenter, som presenteras i figur 7 nedan.

¹² Tisza M. Development of Lightweight Steels for Automotive Applications. Engineering Steels and High Entropy-Alloys. ISBN1789859476, 9781789859478

¹³ Advanced High-Strength Steels Application Guidelines, Version 6.0, May 2014, WorldAutoSteel, Brussels, Belgium.



Figur 7. Användningen av höghållfasta stål i en genomsnittlig personbil.

Som framgår i figuren ovan så har vikten av AHSS ökat med 80 % till dags dato (2020) samtidigt som vikten UHSS, som exempelvis borststål, fördubblats. Man räknar med att fram till 2025 har vikten av AHSS ökat med 124 % och UHSS med 184 % jämfört med 2012.

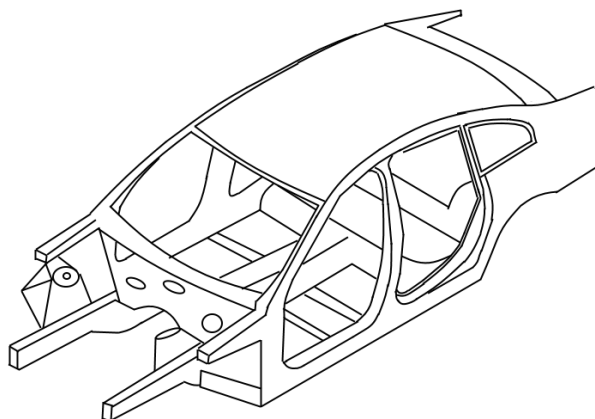
Denna förändring har som tidigare nämnts viktnedgång som starkaste drivkraft vilket innebär att detaljer som tidigare utförts i vanlig karosseriplåt nu kommer att utföras i tunnare höghållfasta stål.

3. Höghållfasta stål i moderna bilar.

Denna del har genomförts genom att undersöka bilmodeller som motsvarar 80% av bilmärknaden i Sverige mellan 2010 och 2020. Vid denna undersökning har fokus lagts på vilka plattformar som respektive bilmodell bygger på samt hur dessa plattformar utvecklats under tidsperioden, främst hur en specifik bilmodell har bytt plattform och hur förstärkningar har förändrats.

3.1 Beskrivning av plattformsbegreppet

Ett vanligt branschbegrepp är BIW (Body In White)¹⁴ vilket inte motsvaras av ett svenskt ord, möjligtvis enbart ordet kaross. När en bil produceras i en fabrik sammanfogas först plåt detaljer, mestadels med hjälp av svetsning men även limning förekommer. Den kaross som på detta sätt sammanfogats kallas BIW, det är alltså karossen som lämnar plåtverkstaden innan montering av övriga detaljer som till exempel rutor, dörrar, drivlina och inredning.



Figur 8. BIW (Body In White)

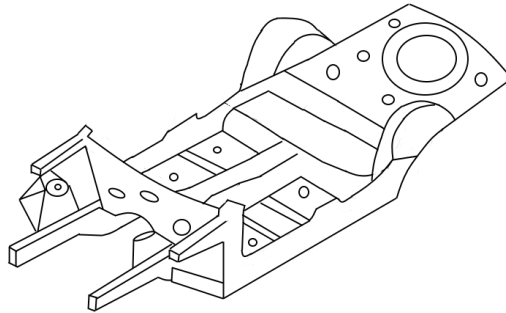
Medan begreppet BIW är associerat till produktionen av bilen är begreppet plattform¹⁵ kopplat till utvecklingen av den aktuella bilmodellen. Den övervägande andelen biltillverkare utvecklar sina bilmodeller med en plattform som bas. Detta innebär bland annat att plattformen kan delas av flera bilmodeller.

De delar som i regel ingår plattformen är:

¹⁴ https://en.wikipedia.org/wiki/Body_in_white

¹⁵ https://en.wikipedia.org/wiki/Car_platform

- Frontstruktur som longitudinalbalkar, fjäderbenstorn, överstruktur (shotgun beam) och torpevägg.
- Främre och bakre golv med bakre hjulhus samt inre tröskelplåt.
- Nedre inre A-stolpe



Figur 9. Plattform

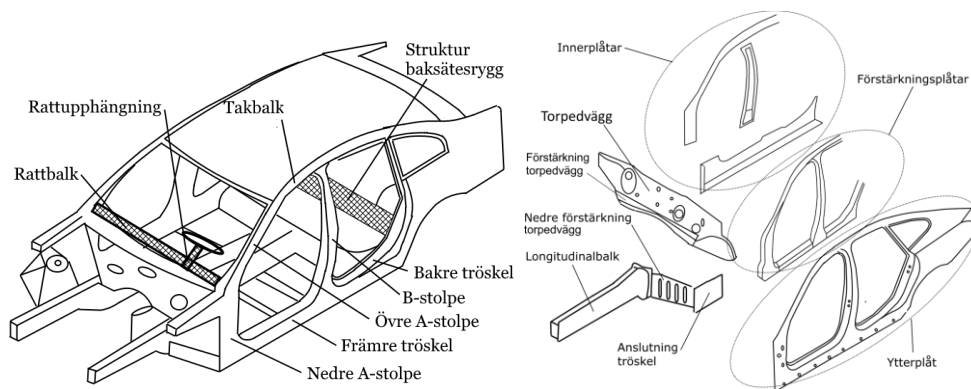
Eftersom frontstrukturens dimensioner är bestämda begränsas vilka möjliga drivpaket (motor och växellåda) som kan användas, oftast väljs möjliga drivpaket under utvecklingen av plattformen. Eftersom fjäderbenstornen och bakaxelfästningen är fixa så kommer respektive bilmodell att ha ungefär samma axelavstånd eller hjulbas. Det som skiljer de olika bilmodeller som bygger på samma plattform är överbyggnaden, ibland refererad som ”top hat”, som exempelvis övre A-stolpe, B-stolpe, tak, ytterplåt och inredning.

Under de senaste fem åren har biltillverkare introducerat så kallade modulära plattformar. Dessa ger en större flexibilitet vad gäller kupélängd, axelavstånd och användning av olika drivpaket. Flexibiliteten ges av att vissa plåtar görs länge eller kortare för de olika bilmodellerna.

De stora förändringar som sker vad gäller en specifik bilmodells karosstruktur och förstärkningar inträffar när det sker ett plattformbyte. En kartläggning har därför utförts vad beträffar plattformarna för de i denna studie ingående bilmodellerna.

3.2 Generisk karosstruktur

Sprängskisser på de i studien ingående bilmodellerna studeras initialt i syfte att konstruera en generisk karosstruktur. Denna framgår av figuren nedan.



Figur 10. Generisk bilstruktur.

I den generiska strukturen har tonvikten lagts på strukturelement som kan påverka klippbarhet och losstagning vid räddning. Dessa element består av främre och bakre tröskel, B-stolpe, nedre och övre A-stolpe, övre A-stolpe övergår i takbalken i takets början. Bakre tröskel övergår i hjulhuset vilket på engelska kallas ”dog-leg structure” och innehåller en förstärkning (ej i figuren ovan). Drivpaketet (motor och växellåda) är monterat på longitudinalbalkarna via motorfästen framför torpedväggen. Vid torpedväggens nederdel finns i vissa bilmodeller en förstärkning som sammanbinder longitudinalbalken med tröskeln. Invändigt finns en rattbalk (även kallad A-balk) som är fästad i insidan på överdelen av nedre A-stolpe. I den är rattupphängningen fästad liksom instrument och instrumentpanel. Den är relativt kraftig eftersom den vid en frontalkollision ska kunna utgöra ett stöd från belastningen från de bägge airbagarna. I baksättesregionen finns det i vissa fall en balkstruktur bakom ryggdelens nederdel i vilket ryggdynan är fästad liksom i hjulhusens överdel. Vissa bilmodeller har även en förstärkningsstruktur på torpedväggen vilkens syfte är att reducera deformationer på torpedväggen orsakade av drivpaketet i en frontalkollision.

Slutligen består bilens sidostruktur i regel av tre lager plåtar, innerdel, förstärkningsdel samt ytterdel. Det ursprungliga syftet med förstärkningarna i A-stolpens nederdel samt B-stolpen var att erbjuda tillräcklig hållfasthet för dörrarnas gångjärn. Under senare år är de istället mer viktigt för den passiva säkerheten.

I denna framställning tas ingen hänsyn till balkstrukturer i dörrar, vilket de flesta modeller har, eftersom dörren avlägsnas som en enhet vid räddning. För de modeller som inte specifika uppgifter kan hittas används data från Euro Rescue¹⁶, en app från EuroNCAP, vad beträffar förstärkningar i karossen. Det är dock oklart vad dessa förstärkningar består av, enligt en teknisk bullentin från EuroNCAP¹⁷ att förstärkningar utförda i ”high strength steel”, det vill säga HSS ska anges i räddningskortet. Med HSS menas allmänt stål med upp till 900 MPa

¹⁶ https://www.ctif.org/sites/default/files/news_files/2020-06/EuroNCap%20app%202.pdf

¹⁷ <https://cdn.euroncap.com/media/58249/tb030-technical-bulletin-rescue-sheet.pdf>

maximal dragspänning. Det är en utbredd inställning i branschen att de förstärkningar som markeras är av borstål men inga belägg för detta har hittats.

3.3 Bilmodeller och plattformar

Biltillverkarna grupperas med avseende på gemensamma plattformar. Sprängskisser på respektive bilmodell jämförs mellan bilmodeller som delar samma plattform för att detektera om det finns skillnader i framförallt tröskor och a-, b, och c-stolpar. När respektive bilmodeller byter plattform undersöks hur förstärkningarna förändras, både vad gäller arkitektur och material.

3.3.1 VAG-gruppen

Tabell 3. Plattformar för VAG-gruppen

Märke	Modell	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Audi	A1				PQ25							MQB-A0			
	A3	PQ35						MQB					MQB		
	A4	MLB							MLBevo						
	A5	MLB								MLBevo					
	A6					MLB					MLBevo				
	Q3					PQ35							MQB		
	Q5	MLB										MLBevo			
Seat	Arona											MQB			
	Ateca										MQB				
	Ibiza	PQ25									MQB A0				
	Leon						MQB					MQB			
Skoda	Fabia	PQ24							PQ26						
	Octavia	PQ35						MQB					MQB		
	Superb	PQ46							MQB						
	Yeti		PQ35												

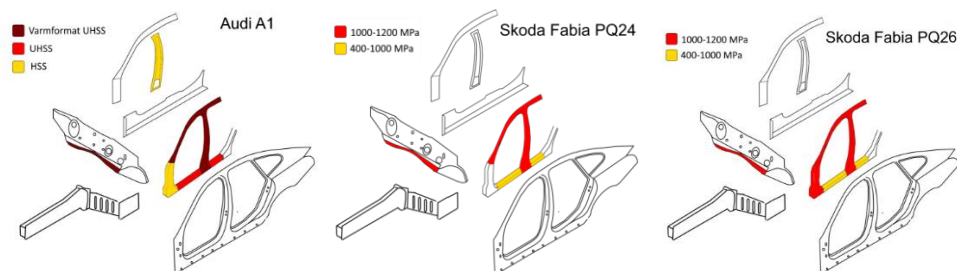
	Karoq											MQB		
	Kodiaq											MQB		
	Rapid											PQ25		
VW	Golf											PQ35	MQB	MQB
	Passat											PQ46	MQB	
	Polo											PQ25	PQ26	MQB A0
	T-Cross												MQB A0	
	Tiguan											PQ46	MQB	
	T-Roc												MQB	
	Sharan											PQ46		

PQ24/PQ25/PQ26

Dessa representerar VAG-gruppens småbilsplattformar ungefär under den första halvan av 2010-talet. PQ24 utvecklades först och de andra två är derivat av denna. PQ25 motsvarar en anpassning till 4-hjulsdrift. PQ26 är en utveckling av PQ24 där element av den kommande MQB-plattformen använts. Följande modeller av respektive märke används av plattformarna (hjulbasen inom parentes).

- PQ24 användes i Skoda Fabia 2007-2014 (2460 mm).
- PQ25 användes i Seat Ibiza 2008-2017 (2469 mm), Audi A1 2010-2018 (2469 mm), Skoda Rapid 2012-idag (2602 mm) och Volkswagen Polo 2009-2013 (2470 mm)
- PQ26 används i Volkswagen Polo 2014-2017 (2470 mm) och Skoda Fabia 2015-idag (2470 mm).

Efter genomgång av sprängskisserna framgår det att modellerna har i stort sett identiska torpedväggar och främre golv. Sidostrukturen har likartad uppbyggnad med förstärkningar i A- och B-stolpe, tröskel och takbalk. Enligt en bild framställande stålkvaliteter Audi A1 samt två generationer av Skoda Fabia framgår det att dessa är enligt figuren nedan.



Figur 11. Stålkvaliteter i Audi A1 PQ25, Skoda Fabia PQ24 och PQ26¹⁸¹⁹

Som framgår av figur 8 så finns det varmformat UHSS i B-stolpe och övre A-stolpe samt takbalk i Audi A1. Detta är med all sannolikhet borstål. Förstärkningen i tröskel utgörs av UHSS (>780 MPa). Förstärkningen i nedre A-stolpe samt innerplåten på B-stolpen utgörs av HSS (>550 MPa).

Vad gäller Skoda Fabia så utgörs förstärkningarna i B-stolpe, övre A-stolpe och takbalk förmodligen av UHSS medan tröskelförstärkningen utgörs av HSS. I PQ26 uppdateringen utgörs även förstärkningen i nedre A-stolpen av UHSS.

Vad gäller förstärkningar på övriga modeller finns endast bilder från Euro Rescue tillgängliga. Endast VW Polo (2014-2017) hade förstärkningar i B-stolpe, övre A-stolpe samt takbalk samt Skoda Rapid (2012-) i tröskel och nedre A-stolpe. Inga andra modeller förstärkningar, förutom i dörrarna, enligt dessa bilder.

Sammanfattningsvis är det bara Audi A1 som har varmformat borstål i förstärkningarna i B- och övre A-stolpe av modellerna i denna plattformfamilj. Alla övriga modeller har förstärkningar men de är uppenbarligen utförda i stål av UHSS-typ. Dessutom finns en mindre förstärkning i torpedväggen i modellerna som bygger på plattformarna, den är utförd i varmformat stål i Audi A1 och som UHSS i övriga modeller. Rattbalkarna är likartade med ett fäste ner på tunnel/golv för alla modeller.

PQ35 och PQ46

VAG gruppens mellanklassbilar bygger på PQ35 plattformen, populärt VW Golf. PQ45 plattformen är en förlängd variant av denna. Följande modeller av respektive märke används av plattformarna (hjulbasen inom parentes).

- PQ35 används i Audi A3 2003-2013 (2578 mm), Audi Q3 2011-2018 (2603), Skoda Octavia 2004-2013 (2578 mm), Skoda Yeti 2009-2017 (2578 mm) och Volkswagen Golf 2008-2013 (2578 mm).
- PQ45 används i Volkswagen Passat 2005-2015 (2711 mm), Volkswagen Tiguan 2007-2017 (2604 mm), Volkswagen Sharan 2010-idag (2920 mm) och Skoda Superb 2008-2015 (2761 mm).

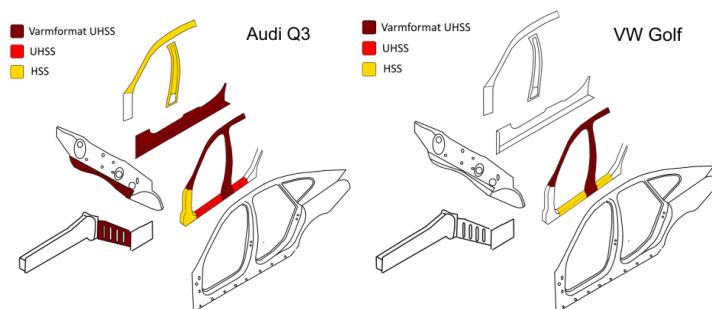
Plattformarna har använts under en lång tidsperiod, introducerades 2003 med Audi A3 och används av VW Sharan fram till idag. Genomgång av sprängskisserna

¹⁸ <https://www.audi-mediacycenter.com/en/photos/detail/audi-a1-19053>

¹⁹ <https://docplayer.net/40289218-Crash-tests-and-crashworthiness-frontal-impact-according-euroncap.html>

visar att de har likartade golv och torpedvägg. Sidostrukturen har likartad uppbyggnad med förstärkningar i A- och B-stolpe, tröskel och takbalk.

Vad beträffar Audi A3 finns inga uppgifter om stålqualiteten på förstärkningarna. Däremot hittades uppgifter om stålqualiteter i Audi Q3 vilket visas i figur 12 nedan. Förstärkningslagret består av varmformat UHSS (borstål) i B-stolpe, övre A-stolpe och takbalk, UHSS i tröskel samt HSS i A-stolpen. Vad beträffar innerplåtar så består tröskeln av varmformat UHSS samt B-stolpe, övre A-stolpe samt takbalk av HSS. Det finns även en torpedväggs- förstärkning samt en nedre torpedväggsförstärkning utförd i varmformat UHSS.



Figur 12. Stålqualiteter i Audi Q3 PQ35 och VW Golf PQ35.²⁰²¹

Vad gäller VW Golf så har modellen varmformat UHSS i förstärkningarna i B-stolpe, övre A-stolpe och takbalk samt HSS i tröskel. Det skiljer tre år mellan dessa modeller vilket kan förklara skillnaderna i förstärkningarna. Efter genom av data från Euro Rescue så har Skoda Octavia och Yeti förstärkning i endast tröskel samt VW Tiguan som har förstärkning i övre A-stolpe, takbalk samt övre halvan av B-stolpen. Övriga modeller har ej förstärkningar. Samtliga modeller har rattbalkarna utförda med ett fäste ner på tunnel/golv.

MLB (Modularer Längsbaukasten)

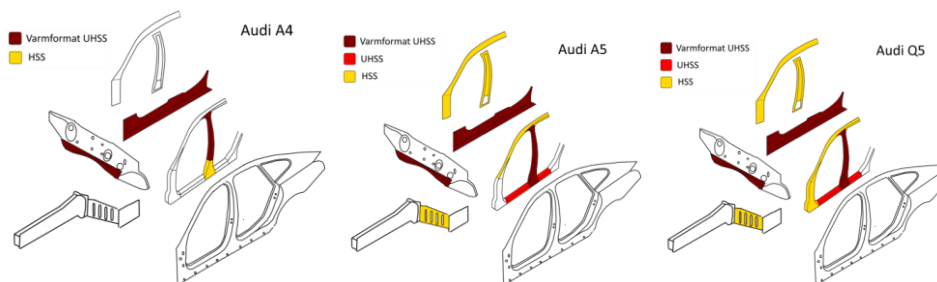
Detta är en plattform för större personbilar och används av Audi och då i fyra modeller.

- A4 2008-2016 (2808 mm)
- A5 2008-2016 (2811 mm)
- A6 2011-2018 (2912 mm)
- Q5 2008-2017 (2807 mm)

Efter genomgång av sprängskisserna av respektive modell kan det konstateras att de har likartad strukturuppbyggnad.

²⁰ https://www.caricos.com/cars/a/audi/2014_audi_rs_q3/images/65.html

²¹ <https://www.tecosim.com/products/tecbench/tecbench-stock-models/vw-golf-vi/>



Figur 13. Stålkvaliteter i Audis modeller på MLB plattformen.²²²³²⁴

Som framgår av figur 13 ovan så har alla granskade modeller varmformat UHSS i trösklarnas innerplåt samt förstärkningarna i B-stolpe och torpedvägg. För A4 modellen är dock B-stolpens nederdel utförd i HSS. För A5 och Q5 modellerna är förstärkningarna i tröskel utförda i UHSS, övre A-stolpe och takbalk är utförda i HSS. Vidare är innerplåtarna för A5 och Q5 utförda i HSS. För Audi A6 hämtas data från Euro Rescue, förstärkningarna är utförda på samma sätt som A5 och Q5 men det finns även förstärkning i övre A-stolpe och takbalk. Samtliga modeller har rattbalkarna utförda med ett fäste ner på tunnel/golv.

MLBevo

Detta är en vidareutveckling av MLB plattformen. Efter genomgång av sprängskisserna för de ingående modellerna och vid jämförelse av de tidigare MLB-modellerna så är de mycket lika.

- A4 2016-idag (2820 mm)
- A5 2016-idag (2824 mm)
- A6 2018-idag (2924 mm)
- Q5 2018-idag (2819 mm)

Samtliga modeller har 12 mm längre hjulbas med MLBevo-plattformen jämfört med MLB-plattformen. Efter genomgång av förstärkningsplåtarna kan det konstateras att med denna uppdaterade plattform finns det nu varmformat UHSS nu även i övre A-stolpe och takbalk i alla modellerna. Samtliga modeller har fortsatt fästen från rattbalken ner på tunnel/golv.

MQB (Modularer Querbaukasten)

Detta är VAG-gruppens senaste modulära plattform och som idag används i de flesta av gruppens modeller. Vad beträffar småbilar så benämns den plattformen som MQB-A0.

- Audi A1 2018-idag (2563 mm) MQB-A0
- Audi A3 2013-2019 (2,636 mm) MQB, uppdaterad 2020 (2640 mm)

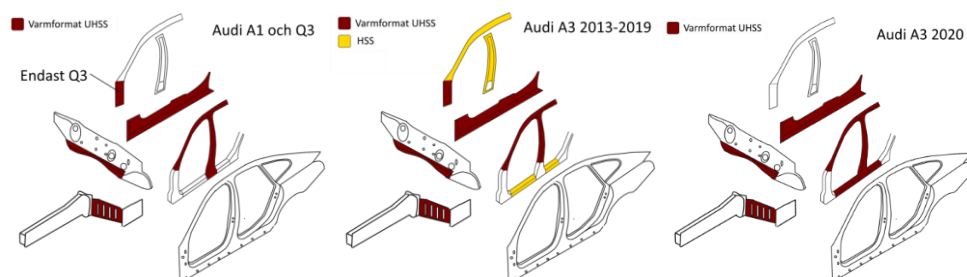
²² <https://www.athensjournals.gr/technology/2017-4-2-3-Saba.pdf>

²³ <http://www.boronextrication.com/2009/04/18/audi-a5-sportback-biw-uhss/>

²⁴ <http://www.boronextrication.com/2010/04/18/audi-q5-body-structure-materials-biw/>

- Audi Q3 2018-idag (2680 mm) MQB
- Seat Arona 2017-idag (2566 mm) MQB
- Seat Ateca 2016-idag (2640 mm) MQB
- Seat Ibiza 2017-idag (2564 mm) MQB-A0
- Seat Leon 2012-2019 (2636 mm) MQB, uppdaterad 2020 (2686 mm)
- Skoda Octavia 2013-2020 (2686 mm) MQB, uppdat. 2020 (2686 mm)
- Skoda Superb 2015-idag (2841 mm) MQB
- Skoda Karoq 2017-ldag (2638 mm) MQB
- Skoda Kodiaq 2016-idag (2791 mm) MQB
- VW Golf 2012-2019 (2637 mm) MQB, uppdaterad 2020 (2636 mm)
- VW Passat 2015-idag (2791 mm) MQB
- VW Polo 2017-idag (2564 mm) MQB-A0
- VW T-Cross 2018-idag (2551 mm) MQB-A0
- VW Tiguan 2016-idag (2,791 mm) MQB
- VW T-Roc 2017-idag (2,595 mm) MQB

Som framgår av listan på modeller ovan så uppdaterades fyra modeller 2020. Vad gäller Audis modeller så hittades fullständiga uppgifter vad beträffar A3 2013-2019. Vad gäller A1, Q3 och A3 2020 så hittades endast uppgifter vad beträffar användandet av varmformat UHSS.



Figur 14. Stålkvaliteter i Audis modeller av MQB-plattformen.²⁵²⁶²⁷²⁸

Samtliga modeller har varmformat UHSS i förstärkningarna i torpedvägg, nedre torpedvägg, övre A-stolpe, B-stolpe och takbalk. Dessutom har samtliga modeller varmformat UHSS i tröskelns innerplåt. Audi A3 2013-2019 har HS i tröskelförstärkningar och i innerplåtarna av övre A-stolpe, takbalk och B-stolpe. Eftersom endast användandet av varmformat UHSS finns för övriga modeller finns det anledning att misstänka att även sådan användning av HSS finns även i

²⁵ https://www.netcarshow.com/audi/2019-a1_sportback/1024x768/wallpaper_d7.htm

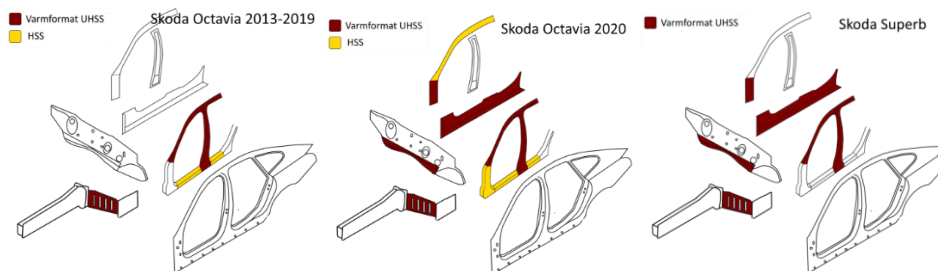
²⁶ https://www.caricos.com/cars/a/audi/2020_audi_q3_sportback/images/305.html

²⁷ https://www.caricos.com/cars/a/audi/2013_audi_a3_sportback/images/128.html

²⁸ <https://www.mad4wheels.com/audi/a3-sedan-2020/car-wallpaper-593097>

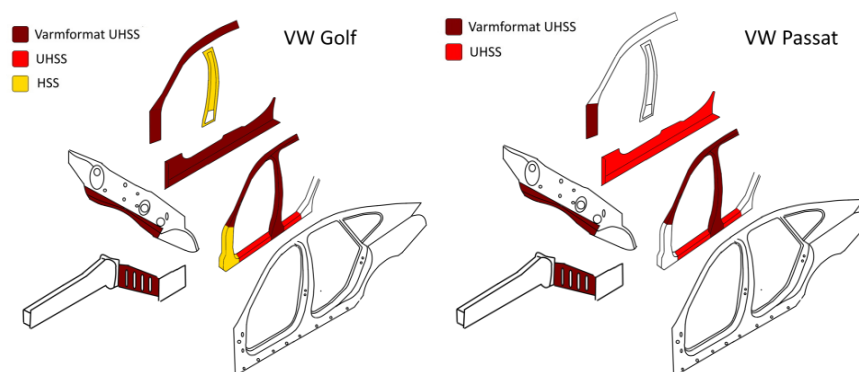
dessa modeller. Lägg märke till att detta medför flera lager av AHSS i vissa detaljer, i Audi A3 2020 finns två lager varmformat UHSS i tröskeln.

Vad gäller Seat så hittades inga detaljerade uppgifter om användningen av olika stålqualiteter i dess modeller. Istället används här uppgifter från Euro Rescue om användandet av förstärkningar. Modellerna Arona, Ateca, och Ibiza har förstärkningar i B-stolpe och takbalk. Ateca har dessutom förstärkning i främre tröskel. Ibiza samt Leon 2012-2019 saknar helt förstärkningar i karossen.



Figur 15. Stålkvaliteter i några av Skodas modeller, MQB-plattformen.²⁹³⁰³¹

Som framgår av figuren ovan så hade Skoda Octavia 2013-2019 varmformat UHSS i förstärkningarna i B-stolpe, övre A-stolpe och takbalk samt HSS i tröskelförstärkning. Vid uppdateringen 2020 fick även inre tröskel och nedre A-stolpe varmformat UHSS samt HSS i inre övre A-stolpe och takbalk samt i förstärkningen i nedre A-stolpe. För Skoda Superb hittades endast uppgifter på användandet av varmformat UHSS vilket i stort överensstämmer med Skoda Octavia. För övriga modeller hämtas data från Euro Rescue. Vad gäller Karoq och Kodiaq så har dessa modeller förstärkningar i nedre och övre A-stolpe, takbalk, tröskel och B-stolpe.



Figur 16. Stålkvaliteter i några av Volkswagens modeller av MQB-plattformen.³²³³

²⁹ <https://docplayer.net/40289218-Crash-tests-and-crashworthiness-frontal-impact-according-euroncap.html>

³⁰ https://www.skoda-storyboard.com/en/press-kits/skoda-octavia-press-kit-2/infographics/attachment/octavia_en_airbags_body_structure/

³¹ <https://cached-images.bonnier.news/bnl01/standard-article/73f44430-ca9b-4846-b150-73289da03a3b/c8f0be80-9d02-49d8-b362-582e5d45d6e4/annan/0/original.jpg>

³² <https://www.autonocion.com/fotos-volkswagen-golf/vw-golf19/>

³³ <https://www.autocar.co.uk/car-news/paris-motor-show/first-details-and-sketches-new-volkswagen-passat-revealed>

I jämförelse mellan Golf och Passat har den sistnämnda UHSS i inre tröskelplåt medan Golf har varmformad UHSS. I övrigt har bägge förstärkningar i torpedvägg samt nedre torpedvägg. För övriga modeller av VW hämtas data från Euro Rescue. I Polo, T-Cross och T-Roc finns förstärkningar i B-stolpe, övre A-stolpe samt takbalk. I Tiguan finns förutom dessa förstärkningar även förstärkning i tröskel och nedre A-stolpe. Alla modeller inom denna plattform har fästen från rattbalk ner till golv/tunnel.

3.3.2 PSA-gruppen

Citroen, Peugeot, Opel (från 2017), Mitsubishi

Tabell 4. Plattformer för PSA-gruppen.

Märke	Modell	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Citroen	C3			PSA PF1								PSA PF1			
	C4			PSA PF2								CMP			
	C5	PSA PF3													
Peugeot	207	PSA PF1													
	208	PSA PF1											CMP		
	2008							PSA PF1				CMP			
	308		PSA PF2					PSA EMP2							
	3008		PSA PF2								PSA EMP2				
	508			PSA PF3								EMP2			
	5008			PSA PF2								PSA EMP2			
Opel	Astra			Delta II						D2XX					
	Corsa	SCCS							SCCS			CMP			
	Insignia			Epsilon II						E2XX					
Mitsubishi	Outlande	GS					GS								
	ASX			GS											

Vad gäller PSA-gruppen är det mycket svårt att hitta några uppgifter vad gäller stälkvaliteter i karossen, för detta måste det helt förlitas på data från Euro Rescue.

PSA PF1

Är PSAs småbilsplattform och följande modeller bygger på denna.

- Citroen C3 2009-2016 (2466 mm)
- Citroen C3 2016-idag (2540 mm)
- Peugeot 207 2006-2014 (2540 mm)
- Peugeot 208 2012-2019 (2538 mm)
- Peugeot 2008 2013-2019 (2538 mm)

Studier av sprängskisser visar att de i princip har identiska detaljer förutom Peugeot 207 som har en extra förstärkning i B-stolpen. Vid studier av data från Euro Rescue visar det sig att endast den modellen av Peugeot hade en förstärkning i B-stolpen. Vidare C3 (2009-2016) hade förstärkning i främre tröskel. I uppdateringen av C3 (2016-) finns det förstärkningar i övre- och nedre A-stolpe, takbalk, B-stolpe samt tröskel.

PSA PF2

Detta är PSAs plattform för medelklassbilar och följande modeller bygger på denna.

- Citroen C4 2010-2018 (2710 mm)
- Peugeot 308 2008-2013 (2610 mm)
- Peugeot 3008 2008-2016 (2613 mm)
- Peugeot 5008 2009-2016 (2735 mm)

Den enda modellen som har någon angiven förstärkning av dessa modeller är Peugeot 308 som har en del B-stolpen med förstärkning.

PSA PF3

Detta är PSAs plattform för större bilar och endast två modeller bygger på denna.

- Citroen C5 2008-2017 (2814 mm)
- Peugeot 508 2010-2018 (2817 mm)

Bägge modellerna har förstärkningar i B-stolpe och övre A-stolpe.

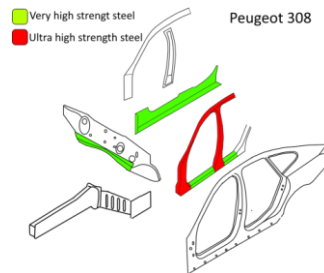
PSA EMP2

Detta är PSAs första modulära plattform som ersätter PF2 och PF3, de modeller som bygger på denna plattform.

- Peugeot 308 2013-idag (2620 mm)

- Peugeot 3008 2016-idag (2675 mm)
- Peugeot 508 2019-idag (2795 mm)
- Peugeot 5008 2017-idag (2840 mm)

Enligt data från Euro Rescue innehåller Peugeot 308 förstärkningar endats i B-stolpens nederdel. Modellerna 3008, 508 och 5008 innehåller förstärkningar i nedre och övre A-stolpe, takbalk, tröskel och B-stolpe. dock, se figur nedan.



Figur 17. Stålkvaliteter i Peugeot 308 årsmodell 2015.³⁴

Enligt data från Euro Resue anges det endast finns några förstärkningar av i B-stolpens nederdel. De uppgifter som presenteras i figur 17 anger dock att det finns UHSS i karossen. De uppgifter som finns tillgängliga anger inte vilka hållfasthetsgränser dessa stål har.

CMP

Detta är PSAs andra modulära plattform, modeller listas nedan.

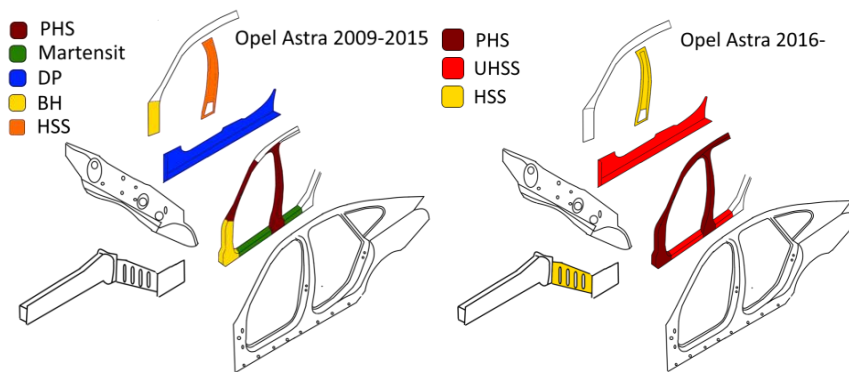
- Citroen C4 2020 (2670 mm)
- Peugeot 208 2019-idag (2540 mm)
- Peugeot 2008 2019-idag (2650 mm)
- Opel Corsa 2019-idag (2538 mm)

För Citroen C4 finns inga publicerade data i Euro Rescue. Opel Corsa har förstärkningar i B-stolpe, övre A-stolpe samt takbalk. Både Peugeot 208 och 2008 har förstärkningar i nedre och övre A-stolpe, tröskel samt nedre delen av B-stolpe.

Opel

Eftersom Opel har ett för denna framställning komplicerad plattformshistoria behandlas märket separat. Tidigare plattformar för Opel utvecklades inom GM och inga övriga GM modeller ingår i denna undersökning. För Opel Astra hittades detaljerade beskrivning av stålanvändningen i karossen.

³⁴ <http://www.boronextrication.com/2014/03/18/2015-peugeot-308-body-structure/>



Figur 18. Stålkvaliteter i två generationer av Opel Astra.³⁵³⁶

I uppgifterna till 2009-2015 Astra finns angivet vilken ståltyp som använts. PHS är med största sannolikhet varmformat UHSS (borstål). Martensitstålet som finns i tröskeln kan enligt figur 18 kan erhållas med samma styrka som borstål. DP (Dual Phase) och BH (Bake Hardened) kan enligt figur 18 vara både HSS och UHSS.

I den uppdaterade modellen har stålkvaliteterna angivits på ett annat sätt. Vad gäller tröskelförstärkningen har denna angivits som UHSS och kan då fortfarande vara utförd i martensitstål. Även tröskelns innerplåt har angivits som UHSS, i tidigare modell var den benämnd DP vilket inte behöver vara en motsats. Att en förstärkning i martensitstål inte anges som förstärkning är märkligt.

Enligt data från Euro Rescue så har Astra 2009-2015 enbart förstärkning i B-stolpe, i den uppdaterade modellen 2016 finns detta förutom i B-stolpen även i övre A-stolpe och takbalk. Vad gäller Opel Corsa så har både 2014-2019 samt modelluppdateringen efter förstärkning i B-stolpe. Övre A-stolpe och takbalk. Opel Insignia från 2008 har förstärkning i B-stolpe, övre A-stolpe och tröskel. I den uppdaterade Insignia från 2017 har samma förstärkningar men den i tröskeln saknas, denna kan nu vara i ett annat material.

Mitsubishi GS plattform

Bägge modellerna Outlander och ASX delar denna plattform, bägge modellerna har också samma spårvidd (2670 mm). Bägge modellerna, med uppdateringar, har förstärkning i tröskel och övre A-stolpe enligt Euro Rescue.

³⁵ <http://www.boronextrication.com/2016/01/02/2016-opel-astra-body-structure/>

³⁶ <http://www.boronextrication.com/2016/01/02/2016-opel-astra-body-structure/2016-opel-astra-body-structure-uhss-recsue/>

3.3.3 Renault-gruppen

Tabell 5. Plattformar för Renault-gruppen

Märke	Modell	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Renault	Captur							B platform						CMF	
	Clio							B-platform						CMF	
	Zoe							B platform							
	Megane		C platform									CMF			
	Kadjar									CMF					
Dacia	Duster				B0 platform										
	Sandero						M0 platform								
Nissan	Qashqai	C platform					CMF								
	Leaf				EV platform										

På samma sätt som den andra franska bil tillverkaren PSA var det svårt att hitta några detaljerade uppgifter om stålkvaliteter för Renault liksom för Nissan och Dacia. Man får förlita sig på data från Euro Rescue för dessa modeller.

B-plattform

Detta är en småbilplattform som utvecklats tillsammans med Nissan, tre modeller från Renault bygger på denna plattform.

- Captur 2013-2019 (2606 mm)
- Clio 2012-2019 (2589 mm)
- Zoe 2012-idag (2588 mm), elektrisk

Den eldrivna modellen Zoe behandlas i kommande avsnitt under elektriska fordon. Vad beträffar Captur finns det inga förstärkningar i denna modell. Clio innehåller förstärkningar i nedre A-stolpe, tröskel, takbalk samt B-stolpe.

C-plattform

Denna plattform utvecklades tillsammans med Nissan för något större bilar jämfört med B-plattformen.

- Renault Megane 2008-2016 (2640 mm)
- Nissan Qashqai 2006-2013 (2630 mm)

Efter genomgång av sprängskisserna kan det konsternas att strukturerna är likartade. Ingen av modellerna har förstärkningar i karossen enligt Euro Rescue.

CMF (Common Module Family)

Detta är den första modulära plattformen från Renault-Nissan. Följande modeller bygger på denna plattform.

- Renault Captur 2019-idag (2630 mm) (Nissan Juke i USA)
- Renault Clio 2019-idag (2583 mm)
- Renault Megane 2016-idag (2669 mm)
- Renault Kadjar 2015-idag (2647 mm)
- Nissan Qashqai 2013-idag (2646 mm)

Likartad uppbyggnad enligt sprängskisserna. Renault Kadjar har förstärkning i takbalk, tröskel samt B-stolpe medan Nissan Qashqai inte har förstärkningar i karossen enligt Euro Rescue. Övriga modeller har förstärkningar i nedre och övre A-stolpe, takbalk, tröskel samt B-stolpe. Renault Clio har dock endast förstärkning i övre halvan av B-stolpen. Det är tydligt att dessa förstärkningar introducerades i plattformen under 2016 när nya Renault Megane introducerades.

Dacia

B0 är utvecklad från B-plattformen medan M0 är ytterligare utveckling av denna. Enligt data från Euro Rescue så hade varken Duster eller Sandero några förstärkningar i karossen. Dock infördes förstärkningar från och med 2016 i Duster i nedre och övre A-stolpe, takbalk, tröskel samt B-stolpe

3.3.4 Ford och Volvo

Ford, Volvo (fram till 2015).

Tabell 6. Plattformar för Ford och Volvo.

Märke	Modell	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
Ford	Focus					C1									C2	
	Kuga		C1													
	Fiesta	B3										B3				
	Mondeo	EUCD								CD4						
	Ka		Fiat Mini platform										B3			
Volvo	S/V60				EUCD										SPA	
	S/V90											SPA				
	V40N					C1 (delvis)										

XC40													CMA
XC60		EUCD										SPA	
XC90	P2 plattform								SPA				
V70:	EUCD												
V50	C1												

Volvo var en del av Ford fram till 2010 och dess modeller byggde följaktligen på Fords plattformar. Efter 2010 köptes Volvo av Geely och startade en utveckling av egna plattformar.

Vad beträffar Fords europeiska modeller var det svårt att hitta information angående stålkvaliteter i karossen, de amerikanska modellerna fanns det mer information tillgängligt. En intressant detalj i de amerikanska modellerna är att man i vissa fall utför förstärkningarna i form av rör (slutna profiler), ofta i borstål. Dessa profiler förstärker A-stolpe, takbalk och B-stolpe, om detta även gäller de europeiska modellerna hittades ingen information. För Fords modeller används istället data från Euro Rescue.

C1 plattform

En plattform för mellanklassbilar med följande modeller.

- Volvo V50 2004-2012 (2640 mm)
- Ford Focus 2011-2018 (2648 mm)
- Ford Kuga 2008-2012 (2690 mm)

För Volvo V50 finns inga uppgifter i Euro Rescue. Vad gäller Ford Kuga finns inga förstärkningar, för Ford Focus finns det förstärkningar i B-stolpe, tröskel, övre A-stolpe samt takbalk enligt Euro Rescue. En förklaring till detta är att Ford Focus introducerades sist med denna plattform, sju år efter introduceringen av Volvo V50.

B3 plattform

Är en småbilsplattform som används av två modeller i Europa.

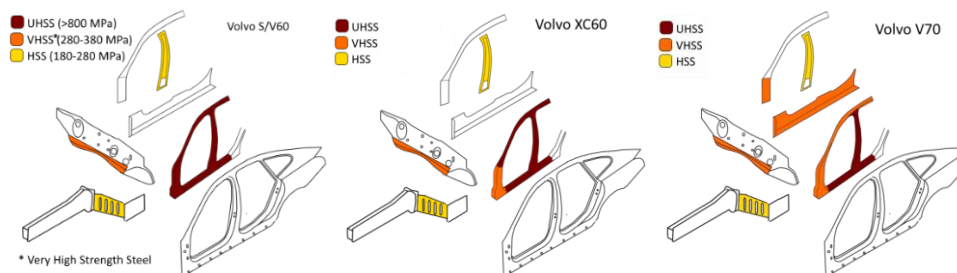
- Ford Fiesta 2008-2017 (2489 mm)
- Ford Fiesta 2017-idag (2493 mm), uppdaterad
- Ford Ka 2016-idag (2491 mm)

Enligt data från Euro Rescue finns förstärkningar i Ford Ka och Ford Fiesta i övre A-stolpe, takbalk och B-stolpe i bägge versionerna av Ford Fiesta.

EUCD plattformen

En plattform för större personbilar, enligt uppgift en förlängd version av C1-plattformen som delas av följande modeller. Volvos version av denna plattform kallas även Volvo P3 plattform.

- Ford Mondeo 2007-2014 (2850 mm)
- Volvo S/V60 2010-2018 (2,775 mm)
- Volvo XC60 2008-2017 (2774 mm)
- Volvo V70 2007-2016 (2816 mm)



Figur 19. Stålkvaliteter tre modeller av Volvo med EUCD plattformen.³⁷³⁸³⁹

För det första använde Volvo en annorlunda klassificering av stålkvaliteter vid den här tidpunkten. Man använder begreppet VHSS (Very High Strength Steel) vilket de är tämligen ensam om. En anledning till detta kan vara att de i dag gängse begreppen inte var etablerade vid den tidpunkten. I bildmaterialet av S/V60 fanns även hållfasthetsgränser angivna, exempelvis UHSS verkar ha en något låg maximal dragspänning (>800 MPa) om det är frågan om varmformat borstål.

Enligt data från Euro Rescue har Ford Mondeo förstärkning i övre A-stolpe, takbalk och B-stolpe. Volvo V70 har förstärkning i B-stolpe och tröskel. Både S/V60 och XC60 har förstärkning i övre A-stolpe, takbalk, B-stolpe och tröskel, S/V60 har det dessutom i nedre A-stolpe.

C2 plattform

En plattform som ersatte C1. Mestadels använd för modeller av så kallad ”cross-over” typ i USA, endast en modell i detta material använder plattformen.

- Ford Focus 2018-idag (2700 mm)

Enligt data från Euro Rescue har Ford Focus förstärkning i övre A-stolpe, takbalk, B-stolpe samt tröskel.

³⁷ <http://www.boronextrication.com/2010/05/29/2010-volvo-v60-body-structure-safety-cage/>

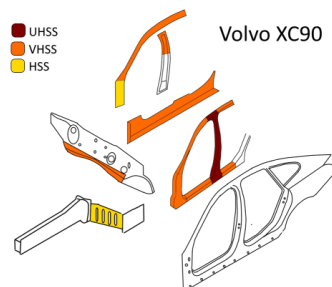
³⁸ <http://www.boronextrication.com/2009/08/28/2009-xc60-body-structure/>

³⁹ <http://www.boronextrication.com/2010/11/26/2011-volvo-v70-body-structure/>

P2 plattform

P2 plattformen är utvecklad av Volvo innan samarbetet med Ford. Efter 2010 fanns det dock bara en bil som byggdes på denna plattform.

- Volvo XC90 2003-2015 (2859 mm)



Figur 20. Stålkvaliteter i Volvo XC90⁴⁰

I figur 20 ovan finns endast UHSS i B-stolpen, tröskeln innehåller två lager av VHSS. Enligt data från Euro Rescue så innehåller bara B-stolpen en förstärkning.

SPA (Scalable Product Architecture)

Denna plattform utvecklades av Volvo efter separationen med Ford och är en skalbar plattform vilket innebär att modeller av olika storlekar kan byggas på denna. För närvarande finns det fyra modeller som bygger på denna.

- XC90 2015-idag (2984 mm)
- S/V90 2017-idag (2941–3061 mm)
- XC60 2018-idag (2865 mm)
- S/V60 2019-idag (2872 mm)

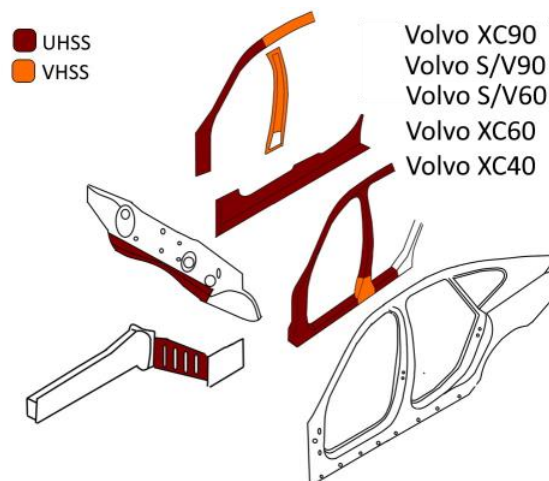
CMA (Compact Modular Architecture)

Denna modulära plattform har utvecklats av CEVT (China Euro Vehicle Technology) vilket är ett gemensamt bolag för Volvo och Geely. Plattformen används av Volvo, Geely, Polestar och Lync & Co. Endast en modell från Volvo använder denna plattform.

- XC40 2018-idag (2702 mm)

Alla modellerna på PSA och CMA plattformarna har likartad användning av högpresterande stål, se figur 21 nedan.

⁴⁰ <http://www.boronextrication.com/2009/10/13/volvo-xc90-biw-boron-and-uhss/>



Figur 21. Stålkvaliteter i fem modeller av Volvo.⁴¹⁴²⁴³⁴⁴⁴⁵

Det är inte helt klart vad som menas med UHSS i detta fall. Enligt en presentation av XC90 så motsvaras allt UHSS i denna modell av varmformat stål vara största delen är borstål. Liknande beskrivningar har inte hittats för de övriga modellerna men det finns ingen anledning att tro att det skulle vara annorlunda för dessa.

Enligt data från Euro Rescue har samtliga modeller förstärkningar i övre och nedre A-stolpe, takbalk, B-stolpe (förutom dess nederdel) samt tröskel. Undantaget är XC90 som inte har förstärkning i övre A-stolpe. Lägg märke till att det bildas slutna profiler av borstål i nedre och övre A-stolpe samt i tröskel.

3.3.5 Mercedes

Tabell 7. Plattformar för Mercedes.

Märke	Modell	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Mercedes	A-klass						W176							W177	
	B-klass						W246							W247	
	C-klass	W204						W205							
	CLA						C117							C118	
	E-klass				W212						W213				
	GLK			W204											

⁴¹ <http://www.boronextrication.com/2016/08/27/2016-xc90-volvo-body-structure/>

⁴² <http://www.boronextrication.com/2019/03/14/2019-volvo-s60-t8-plug-in-hybrid/>

⁴³ <http://www.boronextrication.com/2017/08/05/2017-volvo-v90-body-structure/>

⁴⁴ <https://www.media.volvocars.com/se/sv-se/media/photos/213032/new-volvo-xc40-steel-cage>

⁴⁵ <https://www.media.volvocars.com/global/en-gb/media/photos/205097/the-new-volvo-xc60-body-structure-with-text>

Mercedes använder sig inte av plattformar på samma sätt som andra biltillverkare utan kallar uppdateringarna av varje modell för en unik beteckning. För Mercedes finns inga uppgifter om förstärkningar i Euro Rescue. Det hittades heller inte några andra uppgifter om stålqualiteter i Mercedes bilar.

3.3.6 Toyota

Tabell 7. Toyotas plattformar.

Märke	Modell	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
Toyota	Auris						New MC platform							NGA		
	Avensis			New MC platform												
	Aygo	AB10							AB40							
	Verso			New MC platform												
	C-HR											TNGA: GA-C				
	Corolla							New MC platform						TNGA: GA -C		
	RAV 4						New MC platform						TNGA: GA -K			
	Yaris						B platform						TNGA: GA -B			
Prius			New MC platform							TNGA: GA-C						

Inga specifika uppgifter om stålqualiteter hittades för Toyotas bilar, därför används data från Euro Rescue.

New MC plattform

Denna plattform används till små och medelstora bilar.

- Auris 2012-2018 (2600 mm)
- Avensis 2009-2018 (2700 mm)
- Verso 2009-2018 (2780 mm)
- Corolla 2013-2018 (2700 mm)
- RAV4 2012-2018 (2660 mm)

- Prius 2009-2015 (2700 mm)

Ingen av dessa modeller innehåller några förstärkningar enligt Euro Rescue.

AB10 och AB 40 plattformar

Dessa plattformar delas med PSA-gruppen som bygger Citroen C1, Peugeot 107 samt 108 och kan beskrivas som minibilar. Toyota har endast en modell på denna plattform.

- Aygo 2004-2014 AB10 (2340 mm)
- Aygo 2014-idag AB40 (2340 mm)

Ingen av versionerna har några förstärkningar enligt Euro Rescue.

B plattform

Endast en modell som byggs på denna plattform finns representerad i Sverige.

- Toyota Yaris 2011-2019 (2550 mm)

Enligt Euro Rescue finns inga förstärkningar i denna modell.

TNGA plattform (Toyota New Global Architecture)

Detta är Toyotas modulära plattform som introducerades med Prius modellen 2015.

- C-HR 2017-idag GA-C (2640 mm)
- Corolla 2018-idag GA-C (2,700 mm)
- RAV4 2019-idag GA-K (2,690 mm)
- Yaris 2019-idag GA-B (2560 mm)
- Prius 2015-idag GA-C (2700 mm)

Enligt data från Euro Rescue finns det inga förstärkningar i modellerna CH-R eller i Prius. I modellerna Yaris och RAV4 finns det förstärkningar i övre A-stolpe, takbalk samt B-stolpe. I Corolla finns det förstärkningar i övre- och nedre A-stolpe, takbalk, B-stolpe samt tröskel.

3.3.7 Fiat

Tabell 8. Fiats plattformar.

Märke	Modell	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Fiat	500	Fiat Mini platform													
	Freemont					Chrysler JC platform									

Endast två modeller av Fiat finns representerade i detta urval varför det inte blir meningsfullt att dela upp modellerna i plattformar. Inga data avseende ställkvaliteter kunde hittas för Fiats modeller utan uppgifter får hämtas från Euro Rescue. Inga förstärkningar fanns markerade i Freemont-modellen. Däremot hade 500L förstärkningar i nedre- och övre A-stolpe, takbalk, B-stolpe och tröskel.

3.3.8 Kia-Hyundai

Tabell 9. Kia-Hyundais plattformar.

Märke	Modell	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Hyundai	Kona												GB		
	I20		PB						GB						
	I30					J4						J6			
	I40					Y									
	IX35			J4						J6					
Kia	Ceed					J4						J4			
	Niro											Eco-Car			
	Optima				Y						Y				
	Picanto					SA						BA			
	Rio					PB						GB			
	Sportage				J4						J4				
	Stonic											GB			
Venga			PB												

Kia och Hyundai samarbetar vad beträffar plattformar och har en gemensam utveckling av dessa.

PB plattform

Detta är en av Hyundai-Kias småbilsplattform av vilken tre modeller bygger på.

- Hyundai I20 2008-2014 (2525 mm)
- Kia Rio 2011-2017 (2570 mm)
- Kia Venga 2009-2019 (2615 mm)

Inga uppgifter hittades med avseende på stålkvaliteter i dessa modeller. Enligt Euro Rescue finns det inga förstärkningar i dessa modeller.

J4 Plattform

Hyundai-Kias plattform för mindre och kompakta bilar, fyra modeller bygger på denna. Dessutom två av dessa har en uppdaterad variant av samma plattform, Kia Ceed och Kia Sportage.

- Hyundai I30 2011-2017 (2650 mm)
- Hyundai IX35 2009-2015 (2640 mm)
- Kia Ceed 2012-2018 (2650 mm)
- Kia Ceed 2018-idag (2650 mm)
- Kia Sportage 2010-2015 (2640 mm)
- Kia Sportage 2015-idag (2670 mm)

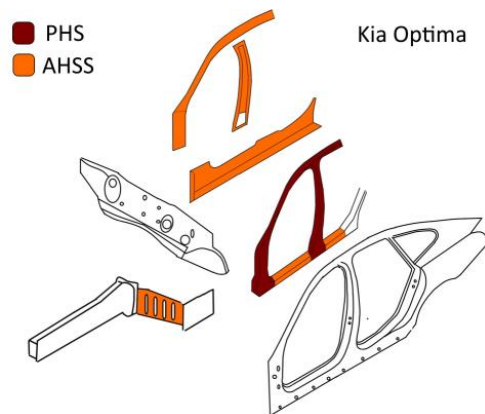
Inga uppgifter om stålkvaliteter kunde hittas för dessa modeller. Enligt Euro Rescue hade ingen av modellerna någon förstärkning i första varianterna av denna plattform. I uppdateringen av Kia Ceed och Kia Sportage finns enligt Euro Rescue förstärkningar i nedre- och övre A-stolpe, takbalk samt B-stolpe. I Ceed modellen finns dessutom förstärkning i tröskeln.

Y plattform

Detta är Hyundai-Kias plattform för större bilar. Två modeller delar denna plattform varav en, Kia Optima, även använder den i en uppdaterad form.

- Hyundai I40 2011-idag (2770 mm)
- Kia Optima 2010-2015 (2795 mm)
- Kia Optima 2015-2019 (2805 mm)

För den uppdaterade Kia Optima hittades detaljerade beskrivningar på stålkvaliteterna i karossen, se figur 22 nedan.



Figur 22. Stålkvaliteter i Kia Optima 2015-2019.⁴⁶

Som framgår av figur 22 ovan så finns det PHS, vilket med största sannolikhet är varmformat borstål i övre och nedre A-stolpe. Det finns AHSS i tröskelförstärkning, nedre torpedförstärkning samt alla innerplåtarna i sidan. Enligt Euro Rescue fanns det inga förstärkningar i Hyundai I40 samt i den äldre versionen av Kia Optima. I den nyare versionen av Kia optima finns det förstärkningar i nedre och övre A-stolpe, takbalk och B-stolpe. Det innebär att förstärkningarna av PHS som anges som förstärkningar i Euro Rescue.

GB plattform

Denna plattform utvecklades som ersättare för PB plattformen för småbilar. Fyra modeller delar denna plattform.

- Hyundai Kona 2018-idag (2600 mm)
- Hyundai I20 2014-2020 (2570 mm)
- Kia Rio 2017-idag (2580 mm)
- Kia Stonic 2017-idag (2580 mm)

Ingen specificerad information av stålkvaliteter hittades för dessa modeller. Enligt Euro Rescue har Hyundai Kona och Kia Rio förstärkningar i övre- och nedre A-stolpe, takbalk, B-stolpe och tröskel. Kia Stonic har förstärkning enbart i B-stolpe. Den nya versionen av Hyundai I20 finns inte representerad i Euro Rescue.

J6 plattform

Ersätter J4 plattformen för mindre och kompakta bilar. Två modeller delar denna.

- Hyundai I30 2017-idag (2650 mm)
- Hyundai IX35 2015-idag (2670 mm). Efter detta kallad Tuscon

⁴⁶ <https://www.youtube.com/watch?v=UKs7GMHtCjk>

Inga specificerade uppgifter om stålqualiteter hittades om dessa modeller. Enligt Euro Rescue har bägge modellerna förstärkningar i övre- och nedre A-stolpe, takbalk och B-stolpe. I30-modellen har dessutom förstärkning i tröskel.

SA och BA plattformar

Dessa plattformar används endast av Kia Picanto på svenska marknaden. I inga av versioner har denna några förstärkningar enligt Euro Rescue.

Eco-car plattform

En plattform som utvecklats för elektriska bilar, bland annat vägasbilen Hyundai Nexo byggs på denna plattform. Endast Kia Niro av de fordon som sammanställts bygger på denna plattform. Enligt Euro Rescue har denna modell förstärkningar i nedre- och övre A-stolpe, takbalk och B-stolpe.

3.3.9 Honda

Tabell 10. Hondas plattformar.

Märke	Modell	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Honda	Civic					compact global 1							compact global 2		
	CR-V					compact global 1							compact global 2		

Två modeller av Honda finns representerade i detta material.

Compact global 1 plattform

Bägge modellerna bygger på denna plattform.

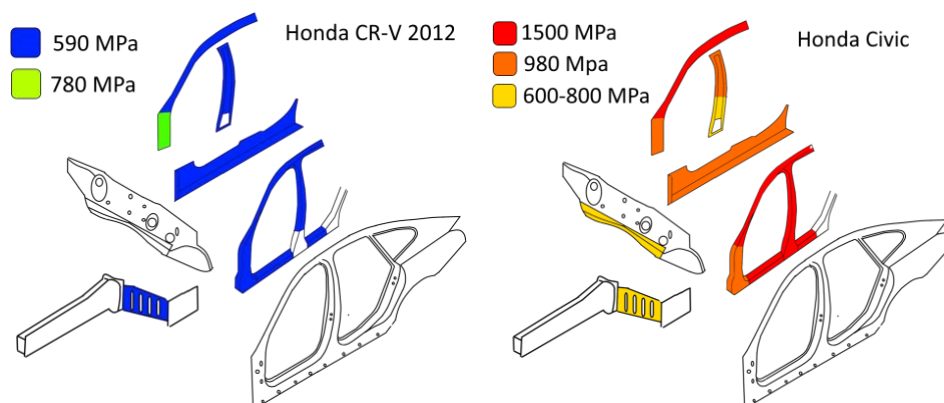
- Civic 2011-2017 (2670 mm)
- CR-V 2012-2017 (2619 mm)

Specificerade uppgifter om stålqualiteter hittades för CR-V, se figur 23 nedan. Enligt Euro Rescue finns inga förstärkningar i dessa modeller.

Compact global 2 plattform

- Civic 2017-idag (2700 mm)
- CR-V 2017-idag (2659 mm)

Specificerade uppgifter om stålqualiteter hittades för Civic, se figur 23 nedan. Enligt Euro Rescue finns det förstärkningar i övre A-stolpe, takbalk, B-stolpe samt tröskel.



Figur 23. Stålkvaliteter i Honda CR-V 2012 och Honda Civic 2017.⁴⁷⁴⁸

Figuren ovan illustrerar Hondas utveckling av stålkvaliteter. Med största sannolikhet har de båda modellerna motsvarande stålkvaliteter i samma plattformsgeneration. Stålet med 1500 MPa är förmodligen varmformat borstål.

3.3.10 Mazda

Tabell 11. Mazdas plattformar.

Märke	Modell	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Mazda	CX-3									DJ					
	CX-5						GJ					GJ			
	3							GJ					GJ		
	6						GJ					GL			

De flesta av Mazdas modeller bygger på samma plattform. Inga specificerade data angående stålkvaliteter kunde hittas. Enligt Euro Rescue så innehåller samtliga modeller och generationer, förutom CX-3, förstärkningar i nedre- och övre A-stolpe, takbalk, B-stolpe och tröskel. Modellen Cx-3 har förstärkningar i takbalk, B-stolpe och tröskel.

⁴⁷ <https://www.repairerdrivenews.com/2015/11/10/honda-releases-repair-overview-for-2016-civic-an-f-150-moment-for-steel-cars/>

⁴⁸ <https://rts.i-car.com/collision-repair-news/honda-has-released-the-2016-honda-hr-v-body-repair-news-bulletin.html>

3.3.11 Subaru

Tabell 12. Subarus plattformar.

Märke	Modell	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
	Outback				BR			BS							
	Impreza				GJ GP						GK GT				
	XV						GP					GT			
	Forester					SJ							SK		
	Legacy			BM BR					BN BS						

Subaru har ett komplicerat system för sina plattformsbeteckningar. Legacy och Outback i stort sett samma bil men med annorlunda inredning. På samma sätt är XV och Impreza i stort sett samma bil. Inga specificerade uppgifter om användning av olika stälkvaliteter hittades. Enligt data från Euro Rescue har Impreza, XV och Forester förstärkningar i B-stolpe och tröskel. Modellerna Outback och Legacy har förstärkningar i övre A-stolpe, takbalk, B-stolpe och tröskel. Detta gäller för alla generationerna.

3.3.12 BMW

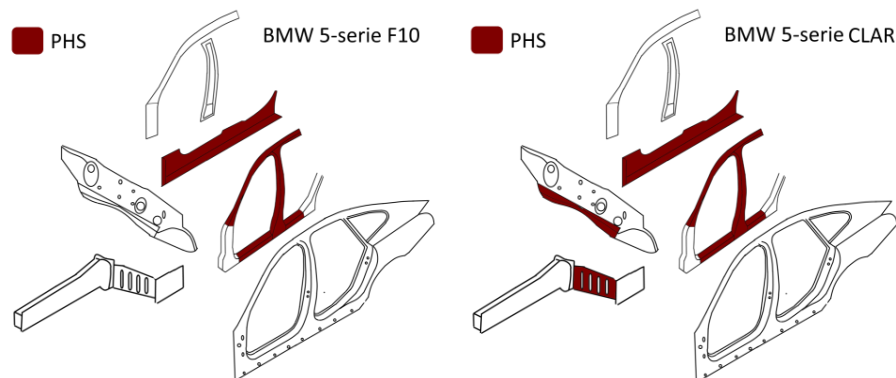
Tabell 13. BMWs plattformar.

Märke	Modell	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
BMW	1-Serie				UKL2									UKL2	
	3-Serie				F30									CLAR	
	5-Serie				F10							CLAR			
	X1			E84						UKL2					
	X3				F25							CLAR			
Mini	Country				R60						UKL2				
	Hatch	R56						UKL1							

BMW har traditionellt haft motsvarande system att beteckna sina plattformar som Mercedes. Detta har dock ändrats under senare år då de använder sig av två

typer av modulära plattformar. UKL (Untere Klasse) är en småbilsplattform som finns i två varianter med nummer 1 och 2. Den andra är CLAR (Cluster Architecture) vilka större modeller byggs på. Enligt Euro Rescue finns det inga förstärkningar i någon av modellerna med uppdateringarna för BMW och Mini.

Specificerade data angående användningen av stål hittades för 5-serien. Se figur 24 nedan.



Figur 24. Användningen av PHS (Presshärdat stål) i två generationer av BMW 5-serie.⁴⁹⁵⁰

Som framgår av figur 24 så har tröskeln förstärkning av presshärdat stål i både förstärkningslagret samt innerplåt i tröskeln samt i förstärkningslagret i övre A-stolpe, takbalk samt B-stolpe. I den uppdaterade CLAR-plattformen så finns det även detta material i torpedvägg och nedre torpedvägg i hjulhus.

3.4 Fordonsstrukturer för alternativa drivmedel

De typer av fordon som ingår under denna rubrik är olika typer av gas- och elfordon.

3.4.1 Gasfordon

Gasfordon är fordon som drivs av antingen CNG (Compressed Natural Gas) eller LPG (Liquefied Petroleum Gas). Den förstnämnda är till största delen metangas medan LPG består till största delen av propangas. I princip har gasbilar en konventionell förbränningsmotor där man helt enkelt byter ut drivmedlet bensin/diesel mot gas. Gastanken placeras då antingen där den ordinarie bensin-/dieseltanken är placerad baktill men placering i bagageutrymmet förekommer också. Efter genomgång av sprängskisser⁵¹⁵² för de gasfordon som finns i Sverige kan det konstateras att de modeller som finns för gasdrift inte skiljer sig från den ordinarie modellen vad gäller klippbarheten. Med detta menas då att de kaross

⁴⁹ <https://5series.net/forums/f10-discussion-33/f10-not-likely-rust-120072/>

⁵⁰ <http://www.boronextrication.com/2018/08/06/2019-bmw-x4-body-structure/>

⁵¹ <https://7zap.com/en/>

⁵² <http://www.catcar.info/en/>

strukturer där klippning normalt sker inte är annorlunda än den ordinarie modellen. Försiktighet bör dock iaktas för de gasledningarna som finns, för detta hänvisas till Euro Rescues information.

3.4.2 Vätedriven eller bränslecellsfordon.

Detta är i praktiken ett elfordon där framdrivningen sker med elmotorer. Vad som dock skiljer från ordinarie elfordon är att det finns en bränslecell som med vätgas som drivmedel skapar elektricitet. Med hjälp av denna elektricitet sker dels framdrivningen men den kan också lagras i ett batteri som ett hybridfordon. Idag är inte vätedriven fordon vanliga på den svenska marknaden eftersom infrastrukturen för tankning inte är utbyggd. Detta kan dock ändras i framtiden då man idag talar om det framtida vätgassamhället där detta ses som en helhetslösning för en fossilfri energihushållning. Idag finns två bilmodeller som är vätgasdriven på svenska marknaden enligt miljöfordon.se. Dessa är Hyundai Nexo och Toyota Mirai.

Toyota Mirai.⁵³⁵⁴

Introducerades 2018. Denna bygger på en Toyota Prius hybridbil (ej laddhybrid). Vätgastanken har placerats på samma plats som den ordinarie bensintanken. Bränslecellen har placerats under mittkonsolen i kupen varför innergolvet i området höjts upp. Detta innebär att gasledningen från tank till bränslecell är tämligen kort och är placerad centralt i bilen. Från bränslecellen går det sedan elektriska ledningar centralt fram till motorrummet där den elektriska framdrivningen finns. Ett batteri för energilagring (nickelkadmium) finns på samma placering som den ordinarie Toyota Prius hybridmodellen, bakom ryggstödet för baksätet. I övrigt är strukturen som normalt klipps densamma som Prius-modellen varför också klippbarheten är densamma.

Hyundai Nexo.⁵⁵

Introducerades 2018 och ersatte en tidigare vätedriven modell, Hyundai ix35 FCEV som introducerades 2013. Den tidigare modellen byggdes på den andra generationen av Hyundai Tucson. För Nexo har Hyundai utvecklat en speciell plattform för vätgasdrift. Uppgifter om denna plattform kunde inte hittas, men enligt Euro Rescue har den förstärkningar i övre- och nedre A-stolpe, takbalk, B-stolpe och tröskel. Modellen har tre gastankar, två i ungefärlig placering som den ordinarie bensintanken och den tredje är placerad jämförelsevis långt bak, bakom bakaxel. Bränslecellen är placerad i motorrummet varför vätgasen leds centralt fram till motorrum.

Det finns alltså ingenting som tyder på att vätedriven bilar skulle vara svårare att klippa i och genomföra en losstagning.

⁵³ <https://cleantechnica.com/2020/12/10/the-new-all-new-really-new-toyota-mirai-its-new/>

⁵⁴ <https://autoprova.be/2018/12/30/we-drove-the-toyota-mirai-the-future-has-truly-arrived-part-1/>

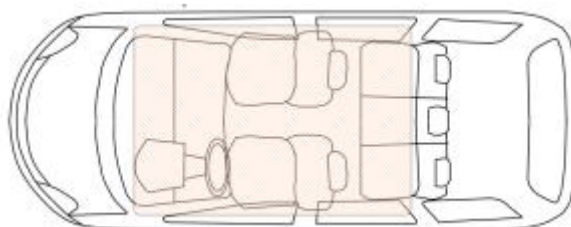
⁵⁵ <https://www.sae.org/news/2018/11/2019-hyundai-nexo-fuel-cell-launch>

3.4.3 Elbilar

I detta avsnitt menas laddbara fordon helt drivna elektriskt. Två modeller behandlas närmare då de ingår i urvalet av 80 % av bilmarknaden, nämligen Tesla 3 och Nissan Leaf. Bägge av dessa modeller har särskilt framtagna plattformar till elbilar.

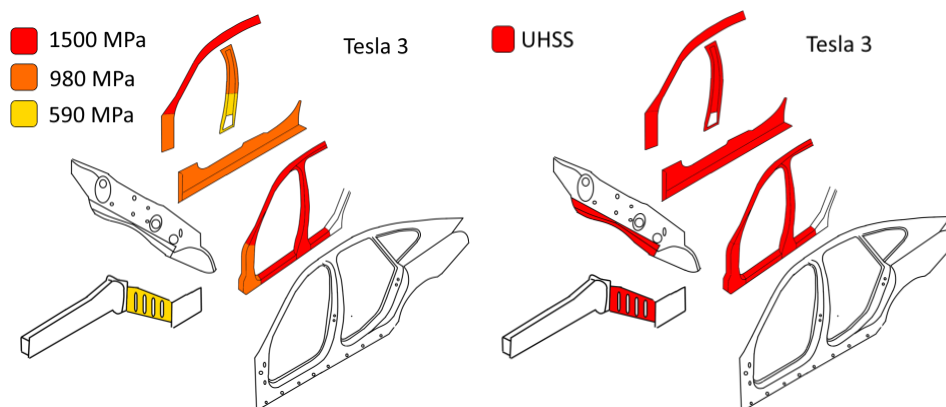
Tesla 3

Denna modell av Tesla introducerades 2017 och är idag den mest sålda elbilen i Sverige. Batteriplaceringen är under golvet, från torpedvägg fram till i höjd med baksätetsryggen i bakkant. Vad gäller avstånd mellan tröskelns innerplåt till batteripacket hittades inga uppgifter men baserat på sprängskisserna verkar det åtminstone vara kring 10 cm varför tröskeln bör kunna klippas utan risk för att klippa i batteripacket.



Figur 25. Batteripackets placering i Tesla 3

Vad gäller stålqualiteter i karossen så hittades två olika uppgifter, dels gränserna för maximal spänning och dels ståltyp.



Figur 26. Stålqualiteter beskrivna med alternativa sätt för Tesla 3.⁵⁶⁵⁷

Som framgår av figur 26 så finns det alternativa sätt att beskriva stålqualiteten. I beskrivningen till vänster så är stålet med 1500 MPa maximal sträckgräns (övre A-stolpe, takbalk, samt B-stolpe) med största sannolikhet varmformat borstål. De övriga detaljerna är förmodligen av kallpressat UHSS av annan sort. Ingen av metoderna att beskriva stålqualiteterna motsäger varandra men ger en

⁵⁶ <https://www.teslarati.com/tesla-model-3-body-structure-steel-aluminium-composition/>

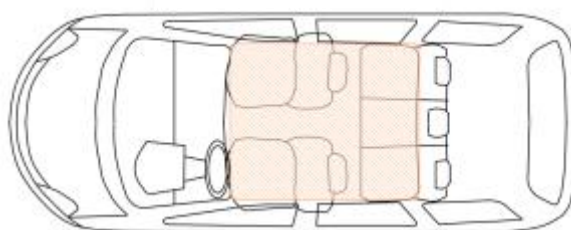
⁵⁷ <https://www.quora.com/Is-Tesla-Model-3-more-fragile-than-others-non-electric-cars>

motsägelsefull bild. Enligt Euro Rescue så finns det förstärkningar i nedre och övre A-stolpe, takbalk, B-stolpe och tröskel. Lägga märke till att det angetts som förstärkning i nedre A-stolpe trots att det inte finns borstål i denna.

De med lägre En detalj i strukturen för Tesla 3 är att mellan innerplåt och förstärkning finns en profil i aluminium som kan sägas vara sammansatt av tre rör vilket kan skapa problem genom att vissa aluminiumkvaliteter ”kladdar” när de klipps.

Nissan Leaf

Denna modell introducerades 2010, en uppgradering gjordes 2017 men med samma plattform. Allt tyder på det även är samma kaross, uppgraderingen var med avseende på batteri och elektriska installationer.



Figur 27. Batteripackets placering i Nissan Leaf⁵⁸

Som framgår av figur 27 ovan så sträcker sig batteripacket från framstolarnas framkant till i höjd med baksätetsryggen i bakkant. Avståndet från tröskelns innerplåt till batteripacket är rejält tilltaget, några uppgifter om detta har inte hittats men med ledning av sprängskisserna rör det förmodligen om 20 cm. Inga högspänningsledningar är dragna nära tröskeln. Inga uppgifter om använda stålqualiteter i karossen har hittats. Enligt Euro Rescue har inte Nissan Leaf några förstärkningar. En genomgång av sprängskisser av modellen visar att karossen är uppbyggd på samma sätt som bilar med konventionell framdrivning, ett innerplåtslager, förstärkningslager samt ytterplåt. Denna kaross har alltså ett förstärkningslager men det är okänt vilken stålqualité det har.

Sammanfattningsvis visar genomgången av dessa två modeller av elbilar att med avseende på klippning och losstagning så skiljer sig dessa inte från konventionella bilar.

⁵⁸ <http://www.boronextrication.com/2014/03/16/moditech-mondays-nissan-leaf-ev-updates/>

4. Krocktestresultat

Syftet med detta avsnitt är att kartlägga hur krockprestandan har förändrats generellt under tidsperioden 2010-2020. Det som är viktigt särskilt för denna studie är hur styvheten i karossen har förändrats. Denna aspekt avspeglas bäst genom att studera hur deformationerna i karosserna har förändrats. En aspekt som gör detta svårt är att data från EuroNCAP⁵⁹ inte finns tillgängligt, endast vilken rating respektive modell har. Denna rating i form av stjärnor är en sammanställning av olika input som till exempel mätvärden i dockorna. Situationen är annorlunda i USA där data från två källor kan inhämtas. Dels fullständiga data från US-NCAP (US New Car Assessment Program)⁶⁰ som utförs och publiceras av NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration). Dels annan konsumentupplysande provning som utförs av IIHS (Insurance Institute for Highway Safety)⁶¹ och som finns tillgängliga med fullständiga data.

En negativ aspekt av detta är att endast bilmodeller som finns på den amerikanska marknaden analyseras i detta avsnitt. Till exempel de franska biltillverkarna i PSA och Renault-gruppen är inte representerade på den amerikanska marknaden varför inga krockprovresultat från dessa finns tillgängliga.

Fokus i denna analys har lagts på hur deformationerna förändras när en specifik bilmodell byter plattform. Det är svårt att jämföra olika modeller med avseende på deformation då även andra parametrar än karossens styvhet påverkar som till exempel vikt och höjd på modellen. I regel körs nya prov när plattformbyte sker men det är inte alltid fallet. Analysen genomförs därför endast med bilmodeller där två prov hittas före och efter ett plattformbyte skett.

4.1 Frontalkollisioner

Tre typer av frontalkollisionsprov har undersökts.

4.1.1 USNCAP frontalkollision

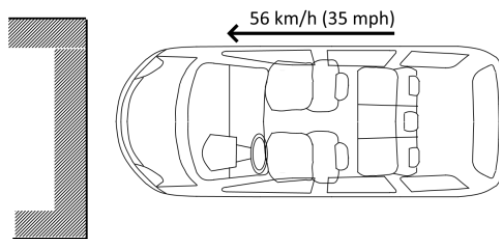
I detta krockprov körs den testade bilen rakt in i en stel betongbarriär med en hastighet i 56 km/h.⁶² Detta är den äldsta typen av konsumentupplysande krockprov och varit oförändrat sedan 1979 förutom uppdateringar vad beträffar krockdockor.

⁵⁹ <https://www.euroncap.com/sv>

⁶⁰ <https://www.nhtsa.gov/research-data/databases-and-software>

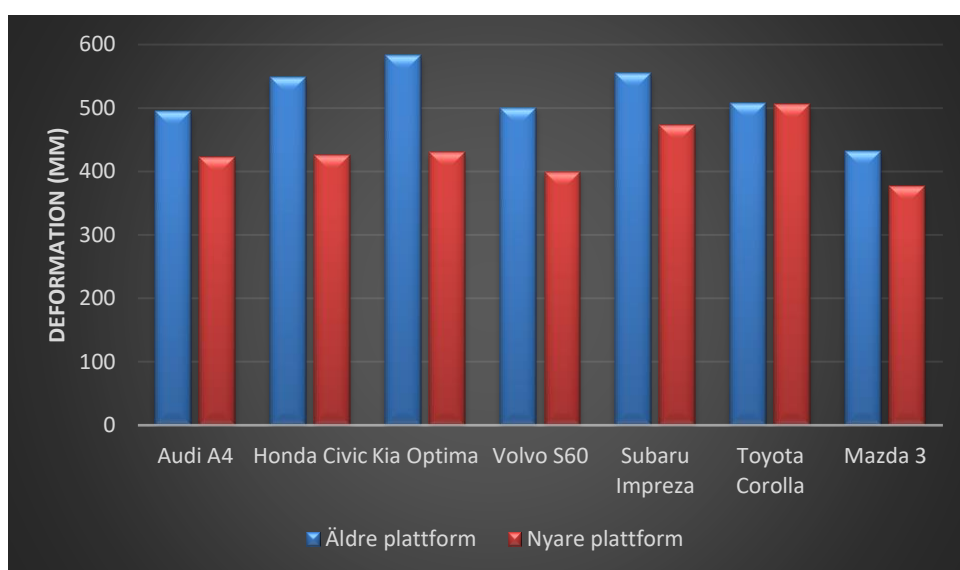
⁶¹ <https://techdata.iihs.org/>

⁶² https://www.safercar.gov/staticfiles/safercar/NCAP/Frontal_TP_NCAP.pdf

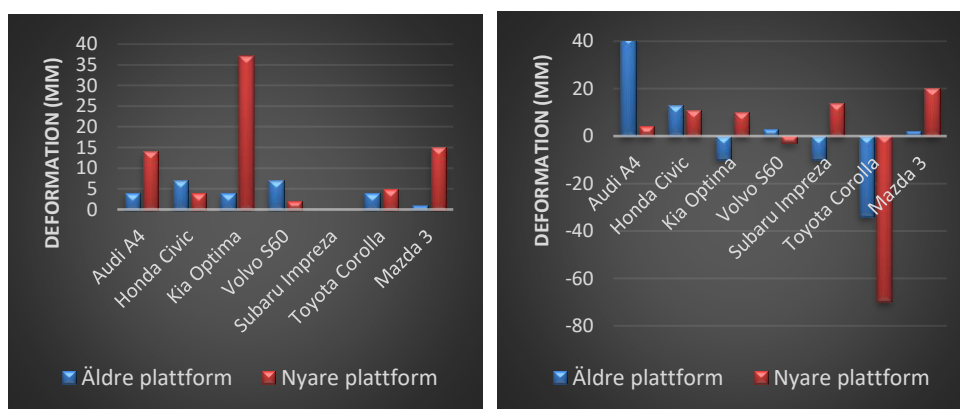


Figur 28. USNCAP frontalkollisionsprov

En inledande undersökning utfördes i syfte att undersöka om det finns förändringar i resultaten vid plattformsuppdateringar i detta krockprov. När ett plattformbyte utfördes respektive bilmodell hänvisas till genomgången av dessa bilmodeller i tidigare avsnitt. Deformationer i dessa prov för några modeller finns redovisade i figurerna nedan.



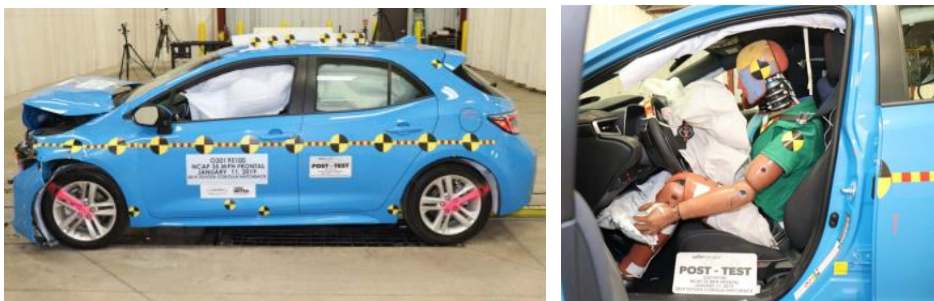
Figur 29. Totaldeformation i USNCAP frontalkollisionsprov.



Figur 30. Deformation av vänster tröskel (vänster) och rattupphängning (höger) i USNCAP frontalkollisionsprov.

Som framgår av figur 29 ovan så är det en generell tendens att frontstrukturerna blivit styvare med ett plattformbyte då den totala deformationen generellt blir lägre. Om man tittar på deformationen av vänster tröskel är den i de övervägande fallen försumbar, endast Kia Optima hade en deformation på 37 mm. Även denna deformation är i dessa sammanhang (losstagning) inte särskilt relevant. Vad beträffar rattupphängnings deformation kan denna ha två orsaker, dels inträngningen av drivpaketet som flyttar den bakåt (deformation med positivt tecken) och dels dockans belastning i airbagen som trycker den framåt genom deformation av rattbalken.

Som synes är även rattupphängningens och därmed rattens deformationer försumbara i dessa sammanhang. Generellt brukar detta frontalkollisionsprov snarare betraktas som ett test av skyddssystemen (airbag och bälte) än ett test för att utvärdera karossdeformationer. Detta test är därför inte relevant för att utvärdera losstagning.



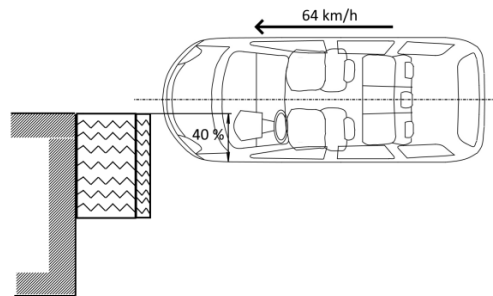
Figur 31. USNCAP prov av Toyota Corolla 2019.

Fotografierna av ett prov med 2019 Toyota Corolla i figur 31 illustrerar denna slutsats. Ingen deformation av tröskel och dörröppning samt ingen synbar panel- eller rattinträngning.

4.1.2 IIHS offsetkollision

Detta prov är närmast identiskt med det frontalkollisionsprov som utförs av EuroNCAP vilket infördes 1997. Detta prov kallas också ODB (Offset-Deformable Barrier).⁶³ Med detta menas att barriären är deformerbar och ska motsvara frontpartiet på en annan bil. Dessutom är barriären förskjuten så att 40% av fronten på den provade bilen träffar barriären.

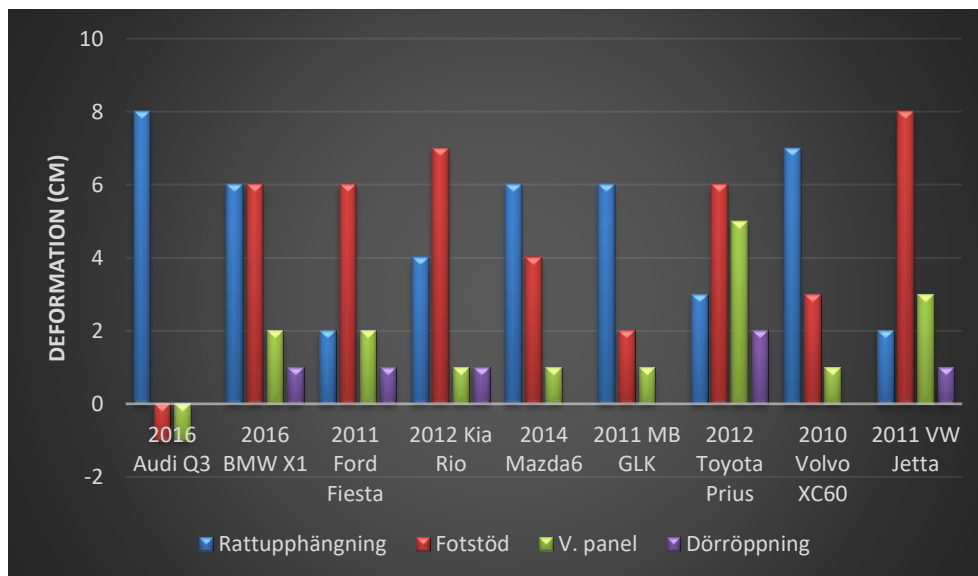
⁶³ https://www.iihs.org/media/f70ff6eb-d7a1-4b60-a82f-e4e8e0be7323/NXIOUQ/Ratings/Protocols/current/test_protocol_high.pdf



Figur 32. IIHS och EuroNCAP frontalkollisionsprov (ODB).

På detta sätt blir resultat av vissa bilmodeller från denna provmetod tillgängligt då IIHS lägger upp alla data på sin websida. Tyvärr finns det få prov utförda av IIHS varför i detta fall enskilda prov måste analyseras för att utvärdera om detta prov är relevant för denna frågeställning. De utvalda testade modeller är de som även säljs i Sverige.

I syfte att utvärdera proven jämfördes deformationerna i olika punkter kring föraren. Dessa är rattupphängningen, fotstödet vid vänster hjulhus, nedre panel på vänster sida samt dörröppningen mätt vid nedre A-stolpens överdel. Resultatet av detta presenteras nedan i figur 33.



Figur 33. Deformationer i några utvalda punkter för några modeller körda i ODB-prov.

Som framgår av figur 33 ovan så är deformationerna tämligen beskedliga, maximal deformation för alla mätpunkter och alla modeller är 8 cm. Det är heller inte någon större skillnad på fordon från 2011 och 2016, liksom på mindre och större fordon. Det är tydligt att bil tillverkarna har arbetat med detta krockprov under början av 2000-talet och att detta prov inte är någon större utmaning längre. Om USNCAP-provet är en utmaning för skyddssystemen så är detta provet främst en utmaning att begränsa belastningarna på underbenen på krockdockorna.

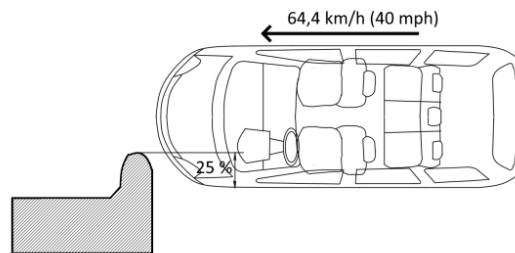


Figur 34. Deformationer i ett test med en 2011 Ford Fiesta.

I figur 34 framgår de små deformationer av kupéburen som uppstår i ett ODB-prov med en relativt liten bil från 2011. Inga större deformationer i A-stolpe och tröskel samt inträngningar av rattupphängning och panel.

4.1.3 IIHS small overlap

Detta test introducerades 2012 av IIHS som en del av deras konsumentupplysande krockprovning. Testet körs med en speciellt designad betongbarriär som täcker 25 % av den testade bilens vidd och körs i 64,4 km/h, se figur 35 nedan.⁶⁴

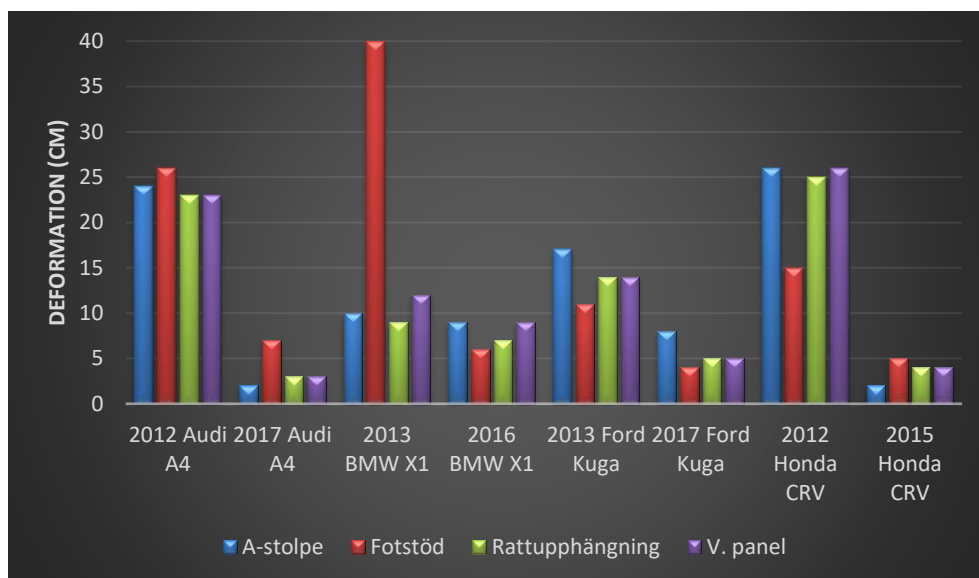


Figur 35. IIHS small-overlap frontal test.

Detta krocktest har haft stor påverkan karosstrukturen under 2010-talet. För att illustrera detta redovisas en modell för varje biltillverkare nedan. Prov jämförs före och efter plattformbyte för respektive modell.

Audi A4, BMW X1, Ford Kuga och Honda CRV

⁶⁴ https://www.iihs.org/media/ec54a7ea-1a1d-4fb2-8fc3-b2e018db2082/Ztykhw/Ratings/Protocols/current/small_overlap_test_protocol.pdf



Figur 36. Deformationer före och efter plattformbyte

Som framgår av figur 36 ovan är det stor skillnad i deformationer i kupéburen efter detta prov i och med plattformbytet. Störst skillnad är det i modellerna Audi A4 och Honda CRV där deformationerna reducerats i genomsnitt med 80%. BMW X1 var hade bättre resultat i den tidigare plattformen men hade en jämförelsevis mycket stor golvinträngning vid fotstödet (40 cm) vilket åtgärdades i nästa plattform. För Ford Kuga var resultatet hyffsat bra i den äldre plattformen och i den nyare versionen lyckades man ytterligare reducera deformationerna med i genomsnitt 60 %.

I figurerna 37 och 38 nedan visas fotografier från testen med den äldre och den nyare plattformen av Audi A4. Som framgår av bilderna så är underbenen på dockan fastklämda mot underpanelen liksom att ratten är nära bröstkorgen. Om dockan i detta fall skulle vara en skadad person skulle det med stor sannolikhet behövas vidtas en extraktion. Med den nyare plattformen är det efter test inga större deformationer, liten panel- och rattinträngning

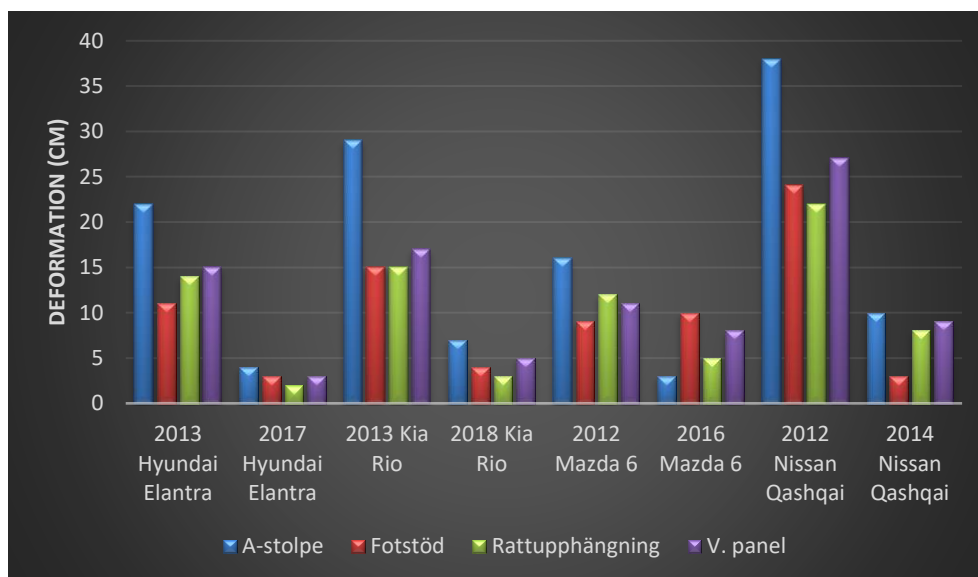


Figur 37. Small-overlap prov med 2012 Audi A4 (MLB plattform)



Figur 38. Small-overlap prov med 2017 Audi A4 (MLBevo plattform)

Hyundai, Kia, Mazda och Nissan



Figur 39. Deformationer före och efter plattformbyte

I dessa modeller var det framförallt stora deformationer av A-stolpen i proven med de äldre plattformarna. Resultatet av den äldre plattformen av Nissan Qashqai sticker särskilt ut med stora deformationer på alla fyra mätpunkterna, man lyckades dock i den efterföljande plattformen kraftigt reducera dessa deformationer. Både Hyundai Elantra och Kia Rio lyckades reducera deformationerna med 75 % i den nyare plattformen. Mazda 6 hade ett relativt bra resultat i den äldre plattformen men lyckades ändå reducera dessa i den efterföljande plattformen.

I figurerna nedan visas fotografier från proven med Nissan Qashqai med den äldre och nyare plattformen.



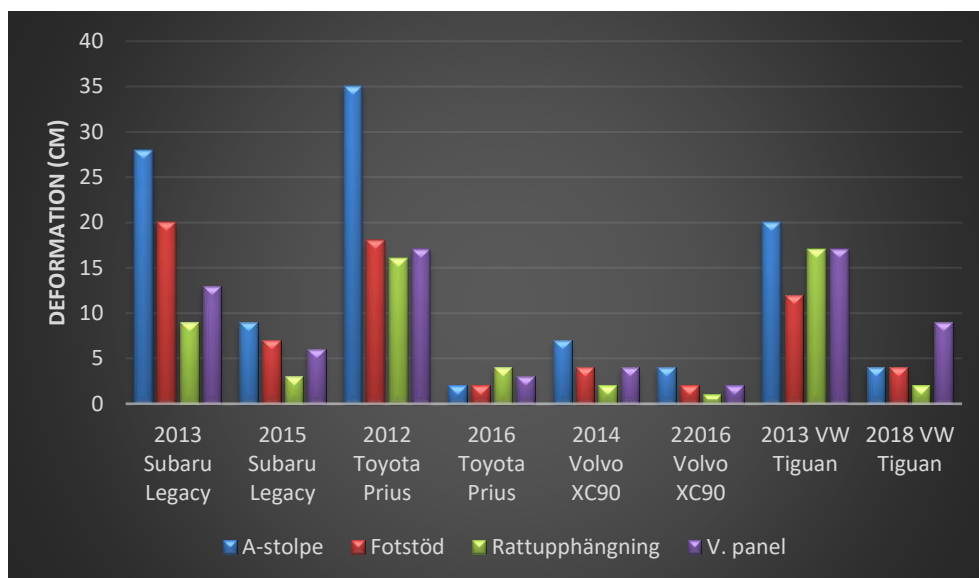
Figur 40. Small-overlap prov med 2012 Nissan Qashqai (C plattform)



Figur 41. Small-overlap prov med 2014 Nissan Qashqai (CMF plattform)

Som framgår av figurerna ovan är det stor skillnad på deformationerna på A-stolpe och tröskel mellan de två plattformarna. I provet med den äldre plattformen skulle med största sannolikhet en extraktion vara nödvändig om krockdockan hade varit en skadad person. I provet med den nyare plattformen finns det gott om plats för benen efter provet.

Subaru, Toyota, Volvo, Volkswagen



Figur 42. Deformationer före och efter plattformsbbyte.

Återigen ses stora skillnader med plattformsbudet. Subaru Legacy, Toyota Legacy och VW Tiguan hade tämligen stora deformationer med den äldre plattformen men alla dessa modeller lyckades reducera dessa kraftigt med den nya plattformen. Den enda modellen av Volvo som hade två prov med plattformsbudet mellan var XC90. Som synes i figuren ovan var deformationerna mycket låga redan med den äldre plattformen och blev ännu lägre med den nya plattformen.



Figur 43. Small-overlap prov med 2013 Volkswagen Tiguan (PQ46 plattform)



Figur 44. Small-overlap prov med 2018 Volkswagen Tiguan (MQB plattform)

I figurerna 43-44 framgår det hur resultatet i Volkswagen Tiguan förändrades med plattformsbudet. I den äldre plattformen är underbenen på krockdockan fastklämda av den inträngande panelen. I den nyare plattformen finns det jämförelsevis gott om plats efter provet.

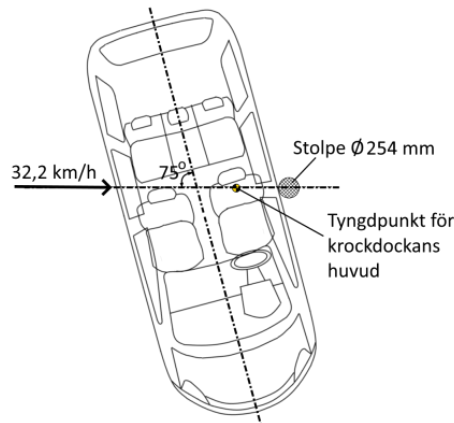
Sammanfattningsvis kan det konstateras att detta prov har haft en stor påverkan på karosstrukturen under 2010-talet. Dessa förändringar gäller tröskel, nedre A-stolpe, hjulhus och torpedvägg. Dessutom är det tydligt att svetsförbanden eller sammanfogningen av strukturdelar har förbättrats avsevärt i detta område i karossen.

4.2 Sidokollisioner

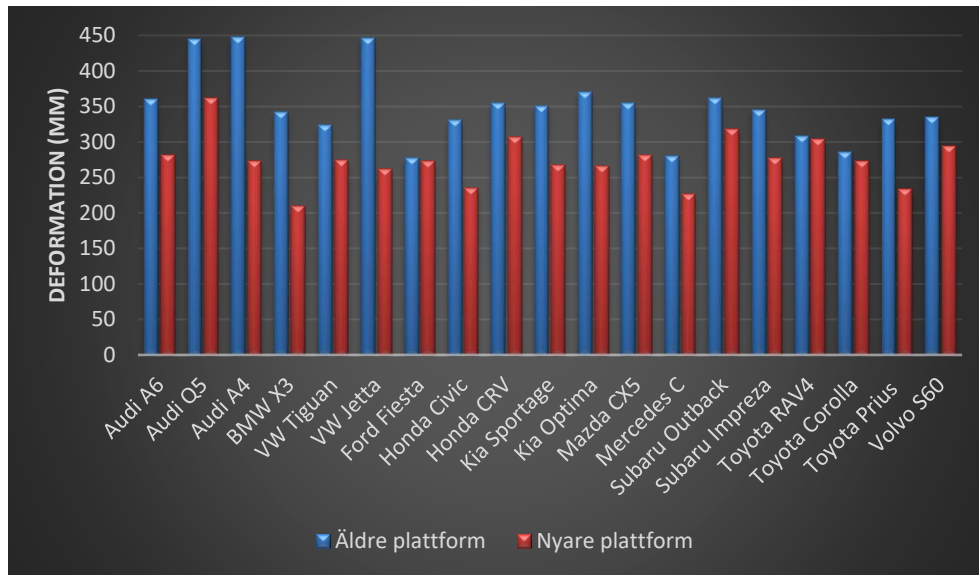
4.2.1 USNCAP stolpkollision

Detta prov adderades till USNCAP test program 2011.⁶⁵ Fordonet som ska provas placeras på en släde eller fyra små rullande slädar som placeras under var och en av hjulen. Detta så att bilen kan förflyttas i sidled med 75 ° vinkel mot färdriktningen med en hastighet på 32,2 km/h. Träffpunkten för stolpen bestäms genom att tyngdpunkten för krockdockans huvud hamnar i färdriktningens linje rakt mot stolpens centrum.

⁶⁵ https://www.safercar.gov/staticfiles/safercar/NCAP/Side-Pole_TP_NCAP.pdf



Figur 45. Provmetod USNCAP stolpkollision.



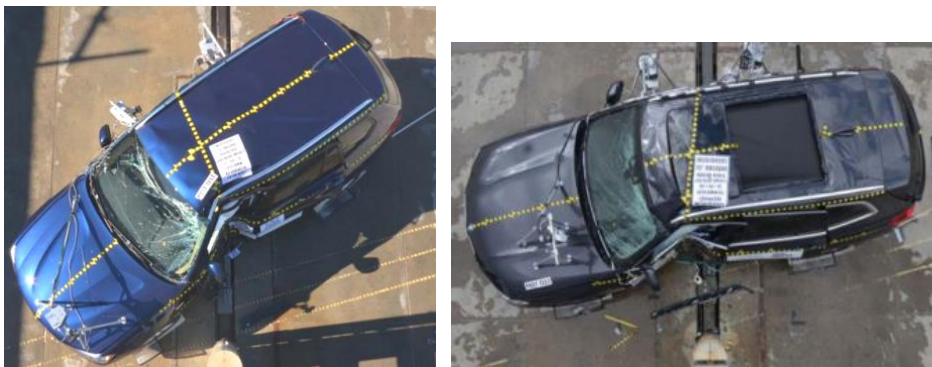
Figur 46. Maximal tröskeldeformation vid stolpkollision för ett antal bilmodeller med två plattformsgenerationer.

I figuren ovan finns maximal tröskeldeformation för ett antal bilmodeller med två plattformsgenerationer redovisade. Genomsnittliga sänkningen av deformationen för dessa 19 modeller var 21 % vid plattformbytet. Mest sänktes deformationerna för Audi A4, BMW X3 och VW Jetta där sänkningen var kring 40 %. Minst var sänkningen för Ford Fiesta, Toyota Corolla och Toyota RAV4 med endast några få procent, deformationerna i den äldre plattformen var dock relativt liten.

Dessa minskningar i deformationer kan direkt översättas i ökad styvhet i trösklarna. Nedan visas några exempel för några modeller.



Figur 47. Resultat av stolpkollision med två generationer Audi A4, 2011 (MLB plattform) till vänster och 2017 (MLBevo) till höger.



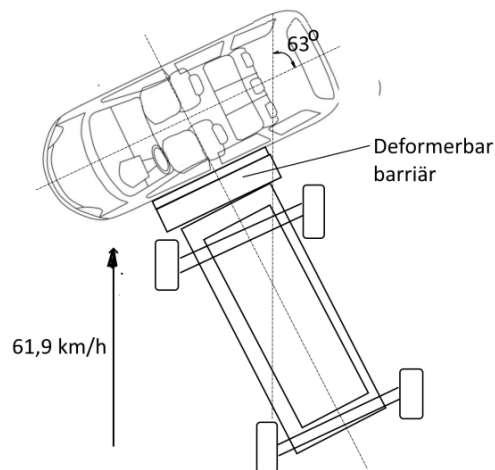
Figur 48. Resultat av stolpkollision med två generationer BMW X3 , 2015 (F25 plattform) och 2019 (CLAR).

Man kan konstatera att detta krockprov har tvingat fram kraftigare förstärkningar i tröskeln under 2010-talet då tröskeldeformationerna blev i genomsnitt 21 % lägre på de studerade fordonen. Detta motsvarar en höjning av tröskelns styvhet.

4.2.2 USNCAP sidokollision

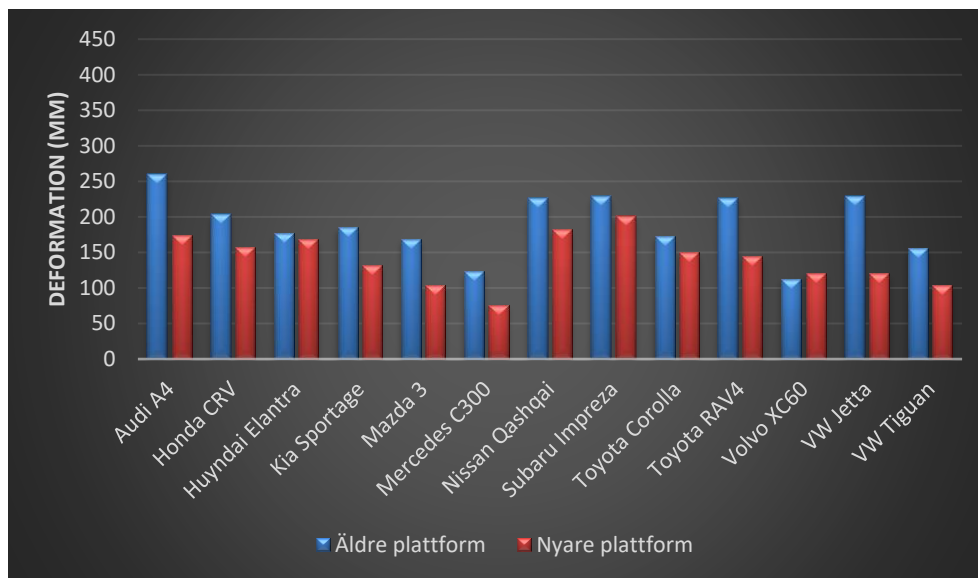
Detta prov har varit en del av utvärderingen i USNCAP sedan 1997.⁶⁶ Provmetoden är något komplicerad, en släde med en deformierbar barriär kör in i sidan på den testade bilen. Fen deformera barriären har en utstickande del i nederdelen av fronten som ska simulera en stötfångare, denna får den initiala kontakten med bilen. Släden är så kallat ”krabbad” då hjulen är vinklade så att släden rör sig framåt med en vinkel på 63°. Den testade bilen ställs sedan med 63° vinkel mot färdriktningen av släden så att barriären träffar över hela sidoytan på bilen samtidigt. Detta ska simulera en sidokollision mellan två bilar då bägge är i rörelse, hastigheten på släden är 61,9 km/h.

⁶⁶ https://www.safercar.gov/staticfiles/safercar/NCAP/T_NHTSA-Laboratory_Test_Procedure_NCAP.pdf



Figur 49. Provmetod USNCAP sidokollision.

När en bil blir utsatt för en sidokollision av denna typ eller påkörd av en annan bil i sidan som detta prov simulerar är framförallt B-stolpens egenskaper som avgör utgången av denna. För att enkelt kunna jämföra strukturens prestanda jämförs därför deformationen i B-stolpen i den punkt där stötfångaren på barriären träffar sidan. I denna punkt finns i regel den största deformationen på B-stolpen eftersom man inte kan förvänta sig ett ”knäckbeteende” av stolpen där en led uppstår som tränger in i kupén. I figur 50 nedan finns denna deformation av B-stolpen redovisad, dels för den äldre plattformen och dels för den nyare plattformen. Bytet har skett under 2010-talet.



Figur 50. B-stolpe deformation i det område barriärens stötfångare träffar. Två generationer av varje bilmodells plattformar som bytts under 2010-talet.

I genomsnitt reducerades deformationen med 25 % i dessa modeller. Mest reducerades deformationen i Audi A4 (33 %), Toyota RAV4 (39 %) samt VW Jetta (48 %). Jetta är en 4-dörrars sedan av Golf. Deformationen i Volvo XC0 var i stort oförändrad men en på jämförelsevis låg nivå. Man kan konstatera att samtliga modeller i denna studie närmar sig en deformation kring 150 mm. Denna reduktion har skett genom att använda sig av mer hållfasta stål i B-stolpe och tröskel.

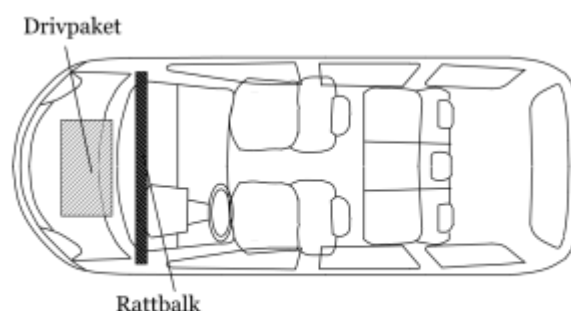
5. Losstagning i fordon

5.1 Problembeskrivning

Med begreppet losstagning i detta fall menas i regel en metodik att kunna ta ur en skadad och fastklämd person ur ett krockat fordon utan att under denna process tillfoga mer skador. Ett annat ord som används är extraktion, engelska extraction. Enligt Wikipedia⁶⁷ menas med detta begrepp att ta bort fordonet kring den skadade personen vilket kanske är den mest riktiga sättet att beskriva detta förfarande med.

Vad gäller kollisionstyper som genererar ett behov av losstagning så dominerar frontal- och sidokollisioner.⁶⁸ Losstagning i sidokollisioner är mindre komplicerat i jämförelse med frontalkollisioner eftersom det i det fallet oftast handlar om att ta lös hela sidan (fram- och bakdörr samt B-stolpe). I fortsättningen kommer därför fokus ligga på losstagning i frontalkollisioner.

Grundproblematiken i frontalkollisioner ligger i rattbalkens deformationer och rörelser. När rattbalken rör sig bakåt i bilen följer både instrumentpanel och rattupphängning med i rörelsen bakåt vilket orsakar att framförallt föraren blir fastklämd mot stolen.



Figur 51. Kritiska detaljer i en frontalkollision.

Denna rörelse/deformation kan ha två orsaker. Dels att drivpaketet (motor och växellåda) trycks in i torpedväggen och därefter deformerar rattbalken bakåt. Dels kan nedre A-stolpe och tröskel deformeras vilket innebär att rattbalkens infästningspunkt i nedre A-stolpe rör sig bakåt och på så sätt drar med sig rattbalken i sin bakåtrörelse. Denna mekanism beror ofta på att framhjulet trycks in i nedre A-stolpe.

Det finns ett antal etablerade losstagningsstrategier men alla har det gemensamt att försöka få rattbalken att röra sig uppåt och/eller framåt i bilen och på så sätt skapa utrymme då både instrumentpanel och rattupphängning följer med i denna rörelse. Dessa beskrivs närmare i det följande. I denna beskrivning tas inte

⁶⁷ https://en.wikipedia.org/wiki/Vehicle_extrication

⁶⁸ <https://www.nhtsa.gov/sites/nhtsa.dot.gov/files/1104wisconsin.pdf>

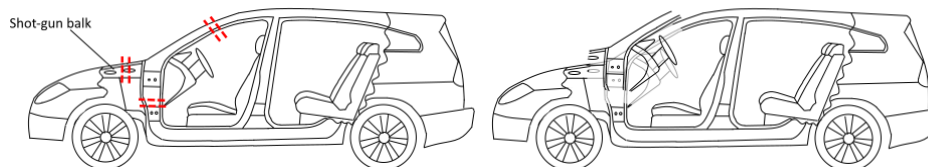
förberedande åtgärder som att säkra bilen och att stabilisera denna med stöd under kritiska punkter som under A-stolpen utan enbart klippning och deformerande åtgärder behandlas.

5.2 Lyft eller rotation av instrumentbräda

Detta är egentligen två metoder där man antingen försöker flytta eller vrida infästningspunkten för rattbalken.

5.2.1 Instrumentpanelslyft⁶⁹

Engelska ”dash lift”. Med denna metod försöker man lyfta infästningspunkten för rattbalken i nedre A-stolpe uppåt för att på så sätt även lyfta instrumentpanelen och rattupphängningen.



Figur 52. Klippinjer samt rörelse av fästpunkten för rattbalken vid instrumentpanelslyft.

Med hjälp av klippverktyg görs klipp i tre strukturdelar, två klipp med ca 10 cm avstånd. I övre A-stolpe, när tak. I nedre A-stolpe strax ovan gångjärnsinfästningen, undvik att klippa direkt på denna då det kan finnas en tjock mutterplatta innanför. Shot-gun balken förbinder A-stolpen med fjäderbenstornet, detta klipp tillsammans med klippet i nedre A-stolpe frikopplar frontstrukturen från klippområdet. Slutligen sätts en spridare in i klippet i nedre A-stolpe som ökar avståndet mellan klippyterna och på så sätt lyft klippområdet och infästningen för rattbalken. Det är i detta moment som det är viktigt att snitta med 10 cm avstånd och ta bort materialet mellan så att snittyterna inte fastnar i varandra och ökar motståndet till rörelsen.

När spridaren lyfter klippområdet så finns fortfarande en förbindelse kvar mellan nedre A-stolpe och torpedvägg. Denna förbindelse gör att en deformation måste ske när klippområdet lyfts. Detta kan ske på olika sätt, två olika har hittats i instruktionsvideor från USA.⁷⁰⁷¹

⁶⁹ Göran Valentin, Instrumentpanellyft, MSB

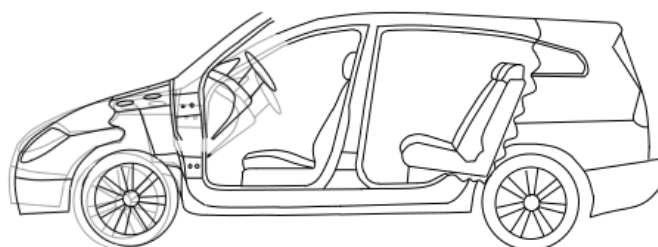
⁷⁰ <https://www.youtube.com/watch?v=kQ4TInm55dw>

⁷¹ https://www.youtube.com/watch?v=yAiqexc_TWQ



Figur 53. Två exempel på torpedväggens deformation. Rivning av plåt samt rivning av svetsförband. Den sistnämnda vid rotering av instrumentbräda.

Vad gäller klippet i shot-gun balken så frikopplas klippområdet från frontstrukturen på detta sätt, det är dock viktigt att det görs mellan A-stolpen och fjäderbenstornet. Utan detta klipp ingår frontpartiet och hela området kommer då att vrida sig kring kontaktytan mellan framhjul och marken enligt figuren nedan.

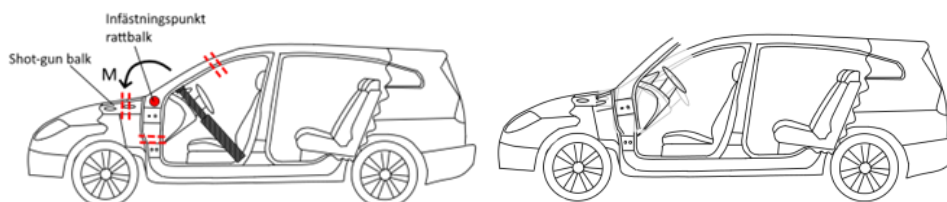


Figur 54. Panellyft utan klipp i shot-gun beam.

Detta klipp reducerar den erforderliga kraften i spridaren för att åstadkomma panellyftet. Om framhjulet dessutom ligger kloss an mot nedre A-stolpe, vilket är vanligt i svårare frontalkollisioner ökar kraften avsevärt då det inte kan röra sig bakåt vid rotationen.

5.2.2 Rotation av instrumentpanel

Engelska "dash roll". Med denna metod anbringas en kraft ovanför infästningen av rattbalken med samma klippning som beskrivits för instrumentpanelslyft.



Figur 55. Klippelinjer samt rotation av fästpunkten för rattbalken vid rotation av instrumentpanelen.

Före klippningen placeras en bändare mellan B-stolpsroten och övre A-stolpe och en viss kraft anbringas i syfte att bibehålla stabiliteten i kupén när klippningen utförs. När en kraft anbringas i bändaren uppstår ett moment M kring

infästningspunkten för rattbalken. Momentet blir större ju längre upp på övre A-stolpe bändaren anbringas, om den anbringas nära infästningspunkten så uppstår inget moment. Om bändaren anbringas nedanför infästningspunkten kommer instrumentbrädan rotera åt andra hållet och därmed öka belastningen på den skadade.

På vissa instruktionsvideor kan man se denna metod utföras utan att klippa i shot-gun balken. Detta medför på samma sätt som med panellyftmetoden att hela frontpartiet roterar, se figur nedan.

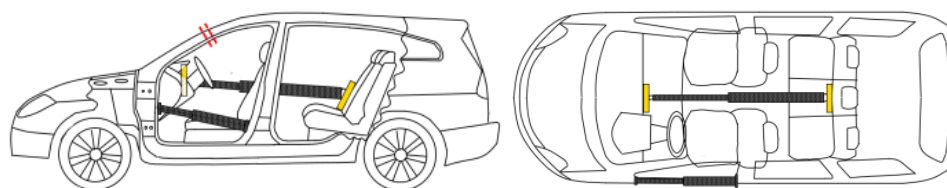


Figur 56. Rotering av frontparti vid rotation av instrumentpanel.

Som framgår av figur 56 har hela frontpartiet roterat. Detta tycks i detta fall inte ha skett genom rivningar i plåt eller svetsförband utan genom en böjning, ett så kallat gångjärn, av torpedväggen eller möjligen golvet.

5.3 Mittcylindermetoden

Denna metod används framförallt i Sverige. Den består i huvudsak av en lång bändare som anbringas centralt i bilen i baksätetsryggens nederdel och i instrumentpanelen. Den sistnämnda punkten bör ligga mitt för rattbalken. I bändarens ändrar sitter ledade så kallade ”cross-support” vars syfte är att fördela lasten på en större yta.



Figur 57. Anbringning av bändare i mittcylindermetoden.

En annan bändare anbringas mellan B-stolpe och nedre A-stolpe, relativt långt ner och med liten vinkel. Ett av syftet med denna låga placering är att ej blockera dörrhålet utan att sätta den i höjd med sätet. Dessa bändare ansätts med en kraft innan klippning i övre A-stolpe utförs så att karossen inte säckar ihop och orsakar mer skador på den fastklämda personen.

Därefter körs de två bändarna växelvis för att förflytta panelen framåt och uppåt tillsammans med rattupphängningen. I en instruktionsvideo från Holmatro

framgår det tydligare hur metoden fungerar från vilken bilderna i figur 58 nedan är hämtade.⁷²



Figur 58. Bildserie av två bilder som illustrerar mittcylindermethoden.

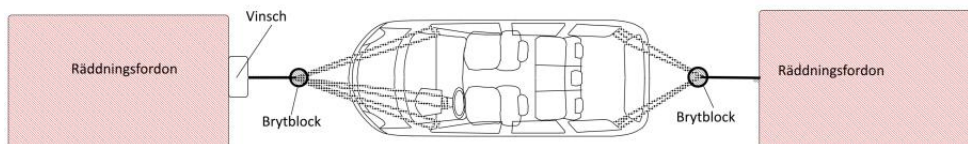
Bilderna beskriver en insats som utfördes i en Toyota Prius som släppts från en lyftkran. I början av insatsen (vänster bild) är tröskeln kraftigt deformerad och dess framdel är vinklad uppåt på grund av framhjulets intryckning. Bändaren i dörröppningen arbetar för att rätta ut tröskeln vilket framgår av den högra bilden, vilket förflyttar nedre A-stolpen och därmed panelen framåt. Samtidigt strävar mittbändaren att vinkla torpedväggen framåt, kraften från denna ger upphov till ett moment som medför att nedre A-stolpen roterar i förhållande till tröskeln. Detta måste också innebära att hela frontpartiet roterar med ett ”gångjärn” i golv/torpedvägg.

Enligt uppgift går 80 % av den totala kraften i bändaren i dörröppningen och 20 % i mittbändaren. Detta verkar rimligt då bändaren i dörröppningen rätar ut tröskeln och mittbändaren bidrar med ett moment med tämligen lång momentarm, i det fallet behövs inte särskilt hög kraft.

Enligt instruktionerna ska ett klipp utföras i roten till nedre A-stolpe om det inte finns några deformationer i tröskeln. Om samma låga anbringning av bändaren till nedre A-stolpe bibehålls i detta fall vore den rent kontraproduktiv då den inte bidrar med något större moment.

5.4 Dragmetoden⁷³

Dragmetoden utvecklades i Norge i början av 2000-talet. Metoden innebär att man drar isär den krockade bilen med hjälp av två större räddningsfordon och på så sätt frigör dem skadade åkande, främst föraren från den inträngda ratten och panelen.



Figur 59. Illustration av dragmetoden.

⁷² <http://serviceweb.holmatro.se/ServiceWeb/Utbfiler/crosssupportenglish/index.html>

⁷³ Göran Valentin, Dragmetoden, MSB

En kätting dras kring var och en av de fyra stolparna med ett par varv. Ändarna till dessa kättingar anslut sedan till ett brytblock i var ände av bilen. I den ursprungliga metoden dras även en kätting kring rattstången vars ändar ansluts till det främre brytblocket. Det sistnämnda förordas dock inte av MSB. Det bakre brytblocket kopplas till en räddningsbil som backar tills det är en spänning i de bakre kättingarna uppstår. Det främre brytblocket ansluts till en vinsch på annan räddningsbil. Vinschen drar fram till en spänning uppstår i de främre kättingarna. När fordonet så är i spänning så görs ett klipp i övre A-stolpe nära taket, anledningen till att klippa i detta skede är att om klippet görs innan bilen är i spänn kan kupén säcka ihop ännu mer och tillfoga ytterligare personsador. Om det är en nyare bil så förordas att man även gör ett klipp långt ner på nedre A-stolpe. Detta frikopplar A-stolpen från golvområdet.

Efter detta körs vinschen till frontpartiet börjar rotera kring markkontakt punkten för vänster framhjul. Detta innebär att en böjning av plåten i torpedvägg eller golv böjs så att det uppstår ett gångjärn längs den linjen.



Figur 60. Deformation av karossen med dragmetoden.

Denna deformation illustreras i figur 60 ovan. Om gångjärnet uppstår i golvet eller i torpedväggen är svårt att avgöra, troligen i gränsområdet mellan dem. Om framhjulet ligger dikt an mot tröskeln är denna rörelse av frontstrukturen svårare att genomföra eftersom rotationen av fronten innebär att framhjulet förskjuts bakåt. Detta naturligtvis i det fall som hjulupphängningen är intakt men deformerad.

6. Diskussion

Bilförsäljningen i Sverige domineras av ett antal biltillverkare om man betraktar det sampel som utgör det kumulativa 80 % av de sålda modellerna i Sverige. Om man tittar på inregistreringar under 2019, VAG-gruppen står för 24 % av dessa 80 % med VW som största märke utgörande 13 % av dessa. Volvo står för 18 % av dessa 80 %. Tillsammans står dessa tillverkare för över hälften av inregistrerade modeller av 80 % -samplet. De franska biltillverkarna (Citroen, Peugeot, Renault och Dacia) står sammanlagt för 5,2 %, Dacia är inte franskt men räknas ingå i dessa på grund av samarbete med Renault. Kia tycks vara på frammarsch och hade 7 % av samplet. Ingen amerikansk tillverkare finns representerat i samplet. De tyska tillverkarna BMW, Mercedes och Ford hade 4,5 %, 4,6 % respektive 1,5 % av detta sampel. Opels modeller hamnade utanför samplet under 2019, det är historiskt intressant att Ford och Opel numera har sådan liten andel av den svenska marknaden.

Några tillverkare hade med sina modeller mindre än 2 % av samplet, Dacia (0,8%), Fiat (1,3 %), Ford (1,5 %), Hyundai (0,5 %), Mazda (0,9 %), Mini (0,9%), Mitsubishi (1,5 %), Subaru (0,6 %), Suzuki (0 %) och Tesla (1,2 %). Sammanlagt utgör modellerna för dessa tillverkare 9,2 % av samplet, dessa biltillverkare har alltså tillsammans en andel som är lägre än Volkswagen.

Vad gäller val av material som ingår i karossen så måste det uppfylla en rad kriterier som ofta är i konflikt med varandra, som vikt, säkerhet producerbarhet, pris samt möjlighet för recycling. Det material som samtidigt uppfyller dessa kriterier är fortfarande stål och kommer att vara så under överskådlig tid. Traditionellt stål har en generellt en konflikt mellan styvhet och formbarhet som brukas benämnas som en "bananform" i en spännings-töjnings diagram. Helt enkelt, ett hållfast stål har låg formbarhet. Det är främst denna konflikt i egenskaper som stålindustrin försökt lösa under senare år.

Utvecklingen av höghållfasta stål brukar beskrivas som en utveckling i tre generationer. Den första generationen hade främst sin drivkraft i de ökade säkerhetskraven som började komma på 1990-talet. Här kan främst nämnas martensitiska- och borstål. Med det förstnämnda sker härdningen efter formning men har sin nackdel i dålig svetsbarhet. Borstål är varmformat vilket innebär att härdningen sker i pressverktyget med en kontrollerad sänkning av temperaturen. På grund av borlegeringen kan en relativt låg kolhalt erhållas så att stålet har en relativt god svetsbarhet. Bägge dessa stål brukar vanligtvis ligga på en maximal dragspänning på 1500 MPa. Borstål är fortfarande dominerande vad gäller förstärkningar i karossen men är relativt dyrt på grund av det komplicerade produktionssättet. Den andra generationens stål, främst TWIP, hade sin främsta drivkraft i viktreduceringar. Man försökte göra ett stål med relativt hög hållfasthet men samtidigt töjbart utan att få sprickbildningar för att kunna kallpressa mer hållfasta stål. Med detta material skulle man då kunna använda tunnare plåtar med bibehållen eller högre hållfasthet. Det fanns dock en nackdel med detta stål, den

relativt höga mängden legerings- ämnen gjorde materialet jämförelsevis dyrt varför det inte fick så stort genomslag.

Med den tredje generationens stål försöker man kortfattat att åstadkomma samma egenskaper som den andra generationens stål men med mindre legeringsämnen. Detta åstadkoms genom metallurgi, genom att styra innehållet av järnets olika faser, som ferrit, austenit, bainit och martensit kan man skraddarsy ett stål för rätt ändamål. Det finns numera stål på försöksstadiet som kan uppnå 2000 MPa men ändå ha en relativt god formbarhet. Med dessa stål kommer viktreduceringen ta stora kliv framåt när alla typer av detaljer görs i denna typ av stål. Man kan därför förvänta sig att vissa enheter som exempelvis trösklar och stolpar har flera lager av högpresterande stål. En mycket viktig aspekt med kallpressade stål är att härdningen, enkelt uttryckt, sker då det deformeras då vissa faser i stålet övergår i en annan fas. Detta innebär att det får ännu högre hållfasthet då det deformeras. Det vill säga det krävs högre kraft att räta ut det än att deformera det.

Det finns en något oklar beteckningsflora vad gäller stålqualiteter. Begreppet HSS (High Strength Steel) är något äldre beteckning som avser stål med maximal sträckgräns överstigande 550 MPa. De nyare begreppen AHSS (Advanced High Strength Steel) med mer än 550 MPa maximal sträckgräns och UHSS (Ultra High Strength Steel) med mer än 780 MPa. Dessa gränser är dock något flytande.

Enligt WorldAutoSteel kommer vikten av AHSS ökat med 124 % och UHSS med 184 % i medeltal för varje bil 2025 jämfört med 2012. Man kan därför förvänta sig en kraftig ökning av högpresterande stål jämfört med idag.

Genomgången av olika bilmodellens förändringar i och med byte av plattformar visar att det skett en kraftig ökning av användningen av högpresterande stål under 2010-talet. Många bilmodeller använder högpresterande stål i både förstärkningslagret liksom i innerplåtarna. Det finns till och med exempel där varmformat borstål används i både inner- och förstärkningslager som till exempel tröskeln i Audi A3 i figur 14 och BMW 5-serie i figur 24. En annan tendens är införandet och ökningen av förstärkningar i nedre A-stolpe. Många exempel finns där innerplåten utförs i borstål med förstärkningen i annat högpresterande stål som till exempel Skoda Octavia 2020 i figur 15. Den kanske bästa illustrationen av denna utveckling är skillnaden mellan stålqualiteterna i Honda CR-V 2012 och Honda Civic 2017 i figur 23. Bilarna delar plattform och har med största sannolikhet samma struktur i respektive generation. På en generation nästan tredubblades styrkan på förstärkningslagret. Det är även en generell trend att inte bara dyrare bilmodeller har denna typ av förstärkningar utan dessa har även under denna tidsperiod införts även på billigare bilmodeller. Det bör också noteras att det under tidsperioden införts förstärkningar i torpedvägg och nedre torpedvägg i hjulhus, med många exempel på borstål.

En oklarhet finns vad gäller vad som menas med förstärkningar i räddningskorten och informationen i Euro Rescue. Enligt EuroNCAP och all tillgänglig information kring detta på CTIFs hemsida består dessa förstärkningar

av high strength steel, det vill säga HSS. Det dock en inställning i branschen att det rör sig om förstärkningar i borstål. Ingen information om det skulle röra sig om borstål i de i informationen angivna förstärkningarna kunde hittas. Även om så vore fallet, att det rör sig om borstål, finns det ett problem då nya stålqualiteter som kanske är starkare än borstål rullas ut kommer dessa inte att anges som förstärkning då det enbart gäller borstål. Att exempelvis ingen av de nya modellerna av BMW innehåller förstärkningar exemplifierar kanske detta problem då man använt sig av nya stålqualiteter. Ett annat problem är att det inte anges vilket av lagren som är förstärkning eller att det finns flera lager förstärkta plåtar. Ett bättre sätt för framtiden vore att ange hållfasthetsgräns för varje lager, kanske med färgkoder.

Genomgången av fordon med alternativa drivmedel visade att de är uppbyggda på samma sätt som konventionellt drivna fordon med avseende på klippning och losstagning. Inga särskilda åtgärder behövs därför vid räddning i dessa fordon förutom försiktighet vad gäller faror som uppkommer på grund av högspänning och läckande gaser/vätskor.

Genomgången av krockproven visade att inga av de traditionella frontalkrocksproven som USNCAP 56 km/h och EuroNCAP 64 km/h ODB längre är någon utmaning för biltillverkarna då det gäller kupédeformationer. Däremot har IIHS small-overlap provet haft en stor inverkan. I många fall skulle det krävas losstagning om dockan vore en skadad förare i bilmodellerna i generationen kring 2010. I senare generation av modellen under 2010-talet har stora åtgärder gjorts och det finns gott om plats för dockan efter provet. Dessa åtgärder följer de observationer som gjorts av karossförstärkningar som utförts i bilmodellerna under 2010-talet. Framförallt förstärkt A-stolpe med förstärkningar i flera lager men även tröskel. Dessutom har torpedväggen samt torpedväggens nederkant i hjulhus kraftigt förstärkts. Förutom detta är det uppenbart att hållfastheten i svetsförbanden mellan A-stolpe och hjulhus kraftigt har förbättrats då inga rivningar längre uppträder.

Det är viktigt att komma ihåg att dessa förbättringar enbart gäller bilar som säljs på amerikanska marknaden. Merparten av de modeller som säljs på svenska marknaden säljs även på den amerikanska marknaden. Dock finns det tillverkare som inte säljer på den amerikanska marknaden som exempelvis alla franska biltillverkare. Om även de har infört denna typ av förstärkningar har det inte hittats någon information om.

Även resultaten i proven i sidokrock har förbättrats under 2010-talet, både vad gäller stolpkollision och prov med barriär. Dessa infördes även de relativt sent och det är förbättringar gjorda i modellernas plattformbyte under 2010-talet. Dessa förbättringar har gjorts framförallt i tröskel och B-stolpe där det används bättre stålqualiteter i både förstärkningslagret och innerplåtar. Att det är förstärkt även i innerplåten av tröskeln tycks mer vara standard idag.

Dessa förändringar i bilarnas karosser kommer även att påverka klippbarhet i de olika strukturdelen som exempelvis B-stolpe liksom olika losstagningsoperationer.

Traditionellt var det tidigare B-stolpen som var den strukturdelen som var mest förstärkt men detta har med all sannolikhet blivit nedre A-stolpe i och med de ovan beskrivna förändringarna. Därför innebär det en större utmaning att klippa nedre A-stolpe i bilar introducerade de senaste åren. Liksom förstärkningen kan även innerplåten vara utförd av exempelvis borstål. Detta innebär att käftarna på saxen måste vara längre än bredden på nedre A-stolpe. Inga uppgifter på bredden på nedre A-stolpe för olika bilmodeller har inhämtats i detta arbete men vissa är utan tvekan 20 cm eller mer. Även tröskeln kan bestå av en sluten profil av borstål då både förstärkning och innerplåt kan bestå av detta material. Ofta finns det dessutom skott inne i denna slutna profil som ytterligare försvårar en klippning. Exempelvis Tesla hade en aluminiumprofil i tröskel med denna funktion.

Vad gäller losstagningstekniker kan de indelas i två huvudtyper beroende på hur man försöker påverka strukturen så att instrumentpanel och ratt flyttas framåt och/eller uppåt. Antingen försöker man vrida hela fronten eller så försöker man enbart påverka området kring infästningsområdet för rattbalken för att röra detta uppåt eller rotera det.

I det förstnämnda förfaringssättet så förutsätter det att man får en led eller ett gångjärn tvärs över bilen i området kring övergången mellan torpedvägg och golv. Både mittbändarmetoden och dragmetoden bygger på denna rörelse, om inte klipp i shot-gun balken skett. Om detta klipp utförs så frigörs nedre A-stolpen från frontstrukturen och frontpartiet tenderar att rotera mindre. Som tidigare nämnts så har dock senare års bilmodeller kraftigt förstärkt dessa områden där denna led ska uppstå. Dessutom har de flesta bilmodeller ett eller två ben som förenar rattbalken med det förstärkta tunnelområdet som bidrar till att förhindra denna rörelse. Kvaliteten på losstagningen beror på var denna led uppstår i den förstärkta bilen. Om exempelvis en skadad förare har underbenen fastklämda mellan golv och instrumentpanel och leden uppstår bakom fötterna så bidrar denna rörelse av frontpartiet inte till att förbättra situationen. Det finns också en uppenbar risk att dragmetoden inte längre fungerar tillfredsställande med dessa nya strukturer. Denna risk består i att kraften som krävs att skapa en led i det förstärkta området kan vara större än hållfastheten i stolparna. Inträffar detta kommer övre A-stolpe att vika sig innan en led skapas och strukturen fjädrar då tillbaka.

Även det andra förfaringssättet att lokalt påverka området för infästningspunkten för rattbalken kan påverkas av de nya strukturerna. Som tidigare beskrivits frigörs området genom klipp i nedre- och övre A-stolpe samt i shot-gun balken. Vid både pannellyft och rotering av panel så förutsätter denna rörelse antingen att en rivning av plåten i torpedväggen eller i svetsförbandet mellan nedre A-stolpe och torpedvägg. Detta är det område som förstärkts mest för att klara small-overlap testet så det är oklart vad som ger sig först, området i A-stolpen där spridaren verkar eller rivning i torpedvägg och/eller svetsförband.

Dessutom kan det som tidigare nämnt vara svårt att överhuvudtaget klippa i nedre A-stolpe.

Det finns ett uppenbart behov att reda ut dessa frågeställningar, framförallt var leden uppträder i en modern förstärkt bil. Detta måste undersökas i en deformerad kaross då denna blir hårdare efter en deformation.

Oavsett vilken metod som används så försöker man få instrumentpanel och ratt röra sig framåt och eller uppåt i förhållande till den skadade i bilen. Detta görs genom att röra infästningspunkten för rattbalken framåt och/eller uppåt. Ett sätt att åstadkomma detta skulle kunna vara att göra denna rörelse på rattbalkens ände vid A-stolpen. Detta skulle kunna åstadkommas genom att, efter vindrutan avlägsnas uppifrån ta upp ett hål i instrumentpanelens ovansida och frigöra rattbalken vid infästningen i A-stolpen. Klippa av den vid infästningen och dra ändpunkten uppåt. På detta sätt följer både panel och ratt med i denna rörelse.



Myndigheten för
samhällsskydd
och beredskap

I samarbete med:

