

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Technická fakulta**

**Katedra vozidel a pozemní dopravy**



**Diplomová práce**

**Pasivní bezpečnost v interiéru vozu**

**Bc. Luděk Čeřovský**

© 2024 ČZU v Praze

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Luděk Čeřovský

Obchod a podnikání s technikou

Název práce

**Pasivní bezpečnost v interiéru vozu**

Název anglicky

**Passive safety in the car interior**

---

### Cíle práce

Diplomové práce je zaměřená na pasivní bezpečnost v interiéru vozidla. Úkolem bude provést statickou zkoušku na kokpit interiéru, stanovení zón nárazu hlavou a kolen. Dále provést statické posouzení pevnosti a vlastností opěrek hlavy provedeny ve fyzických zkouškách.

### Metodika

Metodika řešení problematiky diplomové práce je založena na studiu, praxi a odborných informačních zdrojích. Praktická část práce se bude věnovat statickým zkouškám a testování. Důležitým aspektem bude simulace hlavy a kolen v interiéru vozu automobilu. Na základě poznatků, výsledků a zkoušek bude proveden závěr této práce.

1. Úvod
2. Cíl práce
3. Metodika práce
4. Přehled řešené problematiky
5. Praktická část práce
6. Výsledky a diskuse
7. Závěr
8. Seznam použitých zdrojů
9. Přílohy

**Doporučený rozsah práce**

50 – 60 stran

**Klíčová slova**

statika, hlavová opěrka, vozidlo, výčnělek, sedadlo, bezpečnost, EHK, Euro Ncap, pasivní bezpečnost

---

**Doporučené zdroje informací**

FIRST, Jiří a kolektiv. Zkoušení automobilů a motocyklů. Příručka pro konstruktéra. Praha : ČVUT, Fakulta dopravní, Ústav dopravní techniky., 2008. ISBN 978-80254-1805-5.

KOVANDA, Jan a Vladimír ŠATOCHIN. Pasivní bezpečnost vozidel. Praha: České vysoké učení technické, 2000. ISBN 80-01-02235-8.

KOVANDA, Jan. Bezpečnostní aspekty návrhu dopravních prostředků. Praha: ČVUT v Praze, Fakulta dopravní, 2016. ISBN 978-80-01-05893-0.

KOVANDA, Jan. Konstrukce automobilů: pasivní bezpečnost. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1996. ISBN isbn80-01-01459-2.

(NAEMT), National Association of Emergency Medical Technicians US. PHTLS 8E: Prehospital Trauma Life Support. místo neznámé : Jones and Bartlett Publishers, 2014. ISBN 1284041735.

---

**Předběžný termín obhajoby**

2023/2024 LS – TF

**Vedoucí práce**

Ing. Veronika Hartová, Ph.D.

**Garantující pracoviště**

Katedra vozidel a pozemní dopravy

Elektronicky schváleno dne 11. 3. 2022

**doc. Ing. Martin Kotek, Ph.D.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 25. 3. 2022

**doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.**

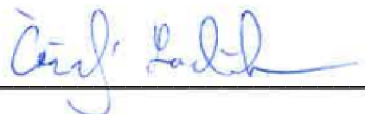
Děkan

V Praze dne 01. 03. 2024

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci Pasivní bezpečnost v interiéru vozu jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 31.03.2024

---

### **Poděkování**

Rád bych poděkoval především vedoucí bakalářské práce Ing. Veronice Hártové, Ph.D. za cenné rady, věcné připomínky a vstřícnost při konzultacích a vypracování diplomové práce.

# Pasivní bezpečnost v interiéru vozu

## Abstrakt

Tato diplomová práce řeší problematiku pasivní bezpečnosti automobilu s detailním zaměřením na předpisy OSN č.17 a OSN č.21 a jejich statické zkoušky, které jsou popsány a následně testovány v certifikované zkušebně. Práce pojednává o legislativě, která je spojena s bezpečností automobilu, jejími zákonnými předpisy a ustanoveními. Nedílnou součástí je také hvězdičkové hodnocení Euro NCAP, které je řazeno mezi spotřebitelské testy a pro spotřebitele se stalo vyhledávaným kritériem pro nákup automobilů všech značek. Jejich nevyhovující zkoušky však nebrání ke vstupu na trh tak, jako je tomu v předpisech zákonných. Práce popisuje konstrukci automobilových sedadel, přístrojové desky a kokpitu interiéru automobilu. Za pomoci statických zkoušek se na těchto dílech ověřuje plnění zákonných předpisů. S nehodami na komunikacích jsou spojená různá poranění pasažérů, v případě hlavové opěrky je to především syndrom Whiplash, který řeší poranění krční páteře pasažéra. Syndrom tvoří dvě třetiny poranění v automobilové dopravě, a proto je důležitým aspektem pasivní bezpečnosti automobilu. Práce je rozdělena na teoretickou část a část experimentální.

Hlavním zjištěním je určení oblastí dle předpisu OSN č.21, který definuje oblast statické zkoušky. Požadavky předpisu nejsou jednoznačné z důvodu obecného popisu všech požadavků, proto dochází k rozdílnému výkladu předpisu u výrobců automobilů. Dalším zjištěním je, že předpis je téměř padesát let starý a neodpovídá dnešním moderním prvkům designu. Proto by mělo dojít k aktualizaci, úpravě nejasného definování a určení oblastí kokpitu. Konečné slovo má však certifikována technická zkušebna, která posuzuje výrobce z hlediska plnění předpisu a následnou homologaci automobilu.

Provedená zkouška dle OSN č.17 potvrdila, že hlavová opěrka sedadla automobilu má důležitou funkci z hlediska bezpečnosti v moderních automobilech. Je důležité se nadále důkladně věnovat výzkumu a vývoji, které minimalizují poranění krční páteře. Na základě provedení vyhovujících zkoušek byla zjištěna důležitost přísných kritérií pro posouzení hlavové opěrky, aby se dodržela ochrana pasažérů. Explicitní část tvoří provedené zkoušky, výsledné grafické zhodnocení naměřené hodnoty a zhodnocení dané problematiky.

**Klíčová slova:** statika, hlavová opěrka, výčnělek, sedadlo, bezpečnost, OSN č.17, OSN č.21, Euro ENCAP, pasivní bezpečnost, automobil, oblast nárazu

# Passive safety in the car interior

## Abstract

This thesis focuses on the problematics of passive safety of an automobile with the detailed focus on the regulation OSN n.17 and OSN n.21. and their static examinations, which are described and further tested in certified laboratory. The diploma thesis discusses the legislation, which is linked to the safety of a vehicle, its legal regulations and provisions. Inseparable part of this process is also a star evaluation Euro NCAP, which belongs amongst consumer examinations and became a researched criterion for the customers, whilst buying a vehicle of all brands. The uncompliant exams however does not prevent from entering the market, as it is required by the law. This thesis describes the construction of car seats, dashboard and cockpit of the interior of a vehicle. Statistical exams are used to examine whether those vehicle parts fulfill the legal requirements. The accidents on roads are linked to different passenger injuries. In the case of the head rest, mainly the syndrome Whiplash appears, which resolves the cervical spine injury. Syndrome is considered to cause two thirds of the injuries caused in the automobile transport. Thus it is an important aspect of the passive car safety. The work is divided into theoretical and experimental parts.

The main finding is the establishment of OSN n.21, which defines the local static examinations. The requirements of the legal regulation are not clear because of the general description of all the requirements, which is cause by a different understanding of the legal regulation by individual car makers. Another finding is the regulation, which is almost 50 years old and does not agree with the modern requirements of the design aspects. Thus, and update is recommended, the amendment of unclear definition as well as the identification of the cockpit areas. However, the final word comes from the certified technical laboratory, which evaluates with the manufacturers ensuring the following of the legal regulation and further homologation of the vehicle.

The examination, carried out based on OSN n.17, confirmed, that the head seat in the seat of a car has an important role from the point of safety in modern vehicles. It is important to further the research and development of this topic, which minimalize the injuries of cervical spine. Based on carried out examinations, it was found that the importance of strict criterions for the evaluation of head seat as a protection of passengers is crucial. Explicit part consists of carried out examination, final graphic evaluation of measured values and evaluation of the problematics.

**Keywords:** statics, head rest, protrusion, seat, safety, OSN n.17, OSN n.21, Euro ENCAP, passive safety, automobile, area of impact



# Obsah

<b>1 Úvod.....</b>	<b>1</b>
<b>2 Cíl a metodika práce .....</b>	<b>3</b>
<b>3 Přehled řešené problematiky .....</b>	<b>4</b>
3.1 Pasivní bezpečnost .....	4
3.2 Úvod do legislativy .....	6
3.2.1 Zákonné předpisy .....	6
3.2.2 Pasivní bezpečnost – předpisy OSN .....	8
3.2.3 Přehled prvků pasivní bezpečnosti .....	10
3.3 Hodnocení Euro NCAP .....	21
3.3.1 Hvězdičkové hodnocení .....	24
3.3.2 Rozdělení kategorií dle Euro NCAP .....	25
3.3.3 Budoucnost Euro NCAP .....	28
3.4 Konstrukce automobilových sedadel .....	29
3.4.1 Vliv hlavové opěrky na bezpečnost cestujících .....	37
3.4.2 Whiplash syndrom .....	39
3.5 OSN č.21 - Vnitřní výčnělky vozidla.....	41
3.5.1 Díly související s předpisem .....	42
3.5.2 Statická zkouška .....	44
3.5.3 Dynamická zkouška .....	55
<b>4 Praktická část práce.....</b>	<b>59</b>
4.1 Statická zkouška vnitřních výčnělků dle OSN č.21 .....	61
4.2 Statická zkouška dle OSN č.21 – pohlcení energie.....	67
4.3 Statická zkouška pevnosti sedadel dle OSN č.17.....	71
4.4 Statická zkouška dle OSN č.17 – pohlcení energie.....	76
<b>5 Závěr.....</b>	<b>81</b>
<b>6 Seznam použitých zdrojů .....</b>	<b>83</b>
<b>7 Přílohy .....</b>	<b>91</b>

# 1 Úvod

Automobil a bezpečnost automobilu je nedílnou součástí každodenního života dnešní doby. Na počátku výroby a konstrukce automobilu nebyl kladen důraz na bezpečnost pasažérů. V průběhu zvyšující se produkce automobilů a smrtelných nehod došlo ke změně vnímání výrobců automobilů. Z důvodu zmírnění následků nehod se začaly objevovat aktivní a pasivní prvky bezpečnosti. Vlivem modernizace automobilu se pasivní prvky bezpečnosti stále zdokonalují.

Aktivní bezpečnostní prvky zabraňují nebo dokonce předcházejí vzniku nehod. Mezi tyto prvky řadíme protiblokovací, protiprokluzovací systémy a elektrické stabilizační systémy. Pasivní bezpečnostní prvky pak zmírňují následky nehody. Jedná se o konstrukční zařízení, která minimalizují následky střetu automobilu. S oběma skupinami je možné se setkat v běžném provozu a jsou nedílnou součástí moderních automobilů.

Pravidla aktivní a pasivní bezpečnosti automobilu určují předpisy, které jsou celosvětově definovány regulačními orgány nebo orgány vládními. Výrobce je nucen před uvedením automobilu na trh prověřit způsobilost daného typu automobilu. Existuje sedm hlavních předpisů, pro evropský světadíl jsou to předpisy OSN, směrnice EHS/ES a další vybrané normy. Požadavky předpisů pasivní bezpečnosti mají zabránit nebo minimalizovat poranění během nehody, proto byly vytvořeny jednotlivé předpisy, které definují konkrétní části automobilu, a prvky pasivní bezpečnosti. Každý předpis pasivní bezpečnosti zahrnuje teoretickou část a definice jednotlivých komponentů a jednotlivých zkušebních zařízení. Během testů pasivní bezpečnosti se provádějí dílčí zkoušky, které simulují dopravní nehody. Tyto simulace se ověřují na zkušebních zařízeních, které jsou podobné reálnému ději při dopravní nehodě. Nejúčinnějším ověřením prvků pasivní bezpečnosti jsou tzv. crash testy, které jsou v celkovém finančním důsledku velice drahé, proto se provádí zkoušky, kdy vznikají děje akcelerační nebo decelerační.

Klíčovou součástí dnešního automobilového průmyslu je hodnocení počtu a kvality bezpečnostních prvků. Pro určení, zda může daný automobil vstoupit na trh, jsou důležité bezpečnostní předpisy a jejich plnění. Pro odpověď všem zákazníkům automobilů, těm, kterým záleží na ochraně druhých a bezpečném řízení, je tu evropská společnost Euro NCAP. Společnost sídlící v Belgii, která je považována z hlediska marketingové reklamy, ale i z hlediska správnosti a kvality výsledků za nejlepší nezávislou hodnotící společnost automobilů v Evropě. Testy Euro ENCAP jsou rozděleny do kategorií bezpečnost posádky,

ochrana chodců, ochrana dětí a bezpečnostní asistenti. Tyto kategorie jsou hodnoceny hvězdičkovým systémem. Tak, jak se vyvíjí automobilový průmysl, tak i společnost Euro NCAP má svůj vývoj v podobě vize 2030, která zahrnuje nové rozdělení do skupin, a především zobrazení děje před nehodou.

Moderní sedadla musí splňovat přísné nároky na bezpečnost, ale musejí být také komfortní a v neposlední řadě mít požadovaný design. Už při vzniku automobilu byly v automobilech sedačky, které prošly rozsáhlou změnou z hlediska komfortu, konstrukce, materiálů a bezpečnosti. Sedadlo je důležitou částí interiéru automobilu a má důležitou funkci v případě všech prvků pasivní bezpečnosti. Základními konstrukční díly jsou již z historie rám, sedák, opěradlo a od 60. let 20. století hlavová opěrka. Hlavová opěrka snižuje závažné poranění hlavy a krku při autonehodě, avšak důležité je správné nastavení polohy hlavové opěrky pro každého cestujícího. V případě nesprávného nastavení polohy hlavové opěrky může docházet k poranění krční páteře, které se nazývá „syndrom Whiplash“.

Hlavová opěrka a přístrojová deska jsou hlavním tématem této diplomové práce. Oba tyto díly jsou důležité z hlediska pasivní bezpečnosti, a proto jsem si vybral toto téma. Tato problematika by se měla dále řešit za pomoci nových technologií a materiálů tak, aby docházelo k minimalizaci následků nehody pasažérů při autonehodě v dnešní zrychlené době.

## 2 Cíl a metodika práce

Diplomová práce je zaměřena na problematiku pasivní bezpečnosti automobilu. Hlavním cílem je provést statické zkoušky dle předpisů zákonných požadavků OSN. První statická zkouška dle OSN č.21 jsou vnitřní výčnělky automobilu. V této zkoušce je nutné připravit zkušební zařízení a díly pro samotnou zkoušku. Provést, naměřit a vyhodnotit výsledky statické zkoušky a pohlcení energie. K určení druhu statické zkoušky je nutné vyhodnotit a popsat oblasti pro fyzickou zkoušku, které určují, jakou ze zkoušek provést. Druhým hlavním cílem je popis a konstrukce sedaček automobilu pro statické posouzení pevnosti, vlastností sedaček a opěrek hlavy ve fyzických zkouškách při zohlednění zákonných požadavků předpisu OSN č.17. Dílčím úkolem je popsat vliv hlavové opěrky na bezpečnost cestujících a s tím spojený tzv. Whiplash syndrom. V teoretické části je nutné popsat všechny zákonné předpisy pro pasivní bezpečnost automobilu a popsat legislativu spojenou s automobilem. Nedílnou součástí práce je popsat a rozdělit spotřebitelské hodnocení Euro NCAP a budoucnost tohoto pro uživatele oblíbeného hodnocení.

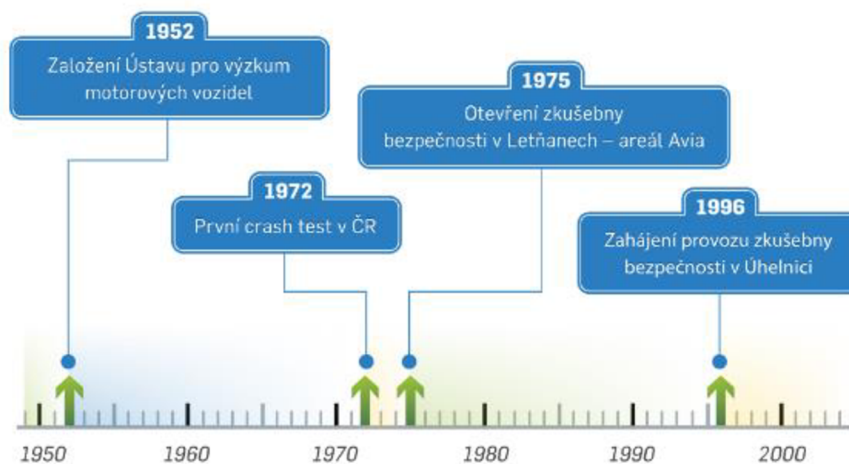
Metodika řešené problematiky diplomové práce je založena na studiu a analýzách, které budou popsány v teoretické části práce. Tyto poznatky vycházejí ze studia, analýz, odborných informačních zdrojů a praxe. Pro praktickou část diplomové práce bude použita certifikovaná zkušebna se zkušebními přípravky, zkušebním zařízením a díly interiéru automobilu. Vyhodnocení zkoušek bude provedeno dle zákonných požadavků OSN č.17 a OSN č.21. Na základě výsledků a hodnocení budou formulovány závěry této diplomové práce.

## 3 Přehled řešené problematiky

### 3.1 Pasivní bezpečnost

Počátky pasivní bezpečnosti sahají do 50. let 20. století, převážně do USA, kde se vyráběly automobily bez prvků ochrany cestujících ve vozidle. Materiály, které se využívaly k výrobě automobilů, byly převážně kovy, sklo nebo dřevo. Tyto materiály ve spojení s konstrukčním řešením dílů však následky havárie zhoršovaly. V Evropě byl průkopníkem pasivní bezpečnosti konstruktér Béla Barenyi, který je zakladatelem deformačních zón. Tyto deformační zóny byly použity v automobilce Mercede-Benz v roce 1959. Dalším bezpečnostním prvkem automobilu se stal v roce 1959 tříbodový pás, který představila automobilka Volvo. Nově čalouněnou přístrojovou desku, která měla zmírnit následky čelního nárazu, představil v roce 1960 také výrobce automobilů Volvo. (1)

Historie testování pasivní bezpečnosti v České republice sahá do počátku 70. let 20. století. První crash test byl proveden již v roce 1972. V roce 1996 byl zahájen provoz zkušebny v Úhelnicích, kde probíhají testy pasivní bezpečnosti dodnes. Zkušebnu převážně využívá výrobce Škoda Auto a.s.. Historická osa pasivní bezpečnosti je znázorněna na obrázku (Obr. 1). (1)



Obr. 1 Historická osa pasivní bezpečnosti (1)

V průběhu let došlo k velkému rozmachu automobilového průmyslu, a to převážně ve spojení s rostoucí intenzitou silniční dopravy. S tím je nesporně spojen technologický rozvoj automobilového průmyslu, ale bohužel také počet dopravních nehod na silnicích. (1)

Během historického vývoje zkušeben docházelo k mnoha výzvám. Začalo se testovat v moderních Crashových laboratořích, ve kterých se v současnosti provede asi 300 zkoušek ročně stejně tak, jako v Úhelnicích. Na obrázku (Obr. 2) je možné vidět porovnání mezi lety

1972 a 2022 z hlediska vývoje. Zde je vidět, že moderní laboratoř zvládne testy všeho druhu a je vybavená moderním osvětlením s výkonem 120 kiloluxů, vysokorychlostními kamerami, pohonnými systémy a dalším speciálním zařízením pro zajištění a vyhodnocení testů. (1)

Zabránit zranění, nebo dokonce úmrtí při autonehodě má za úkol pasivní bezpečnost. Jednotlivé prvky pasivní bezpečnosti jsou umístěny jak v interiéru, tak v exteriéru automobilu. Tyto prvky jsou navrženy k pohlcování a přesměrování energie nárazu. Výsledkem je zmírnění následků nehody. Hlavním prvkem, který chrání posádku, je pevnost karoserie. Karoserie je vyrobena především z pevnostních ocelí. Zvlášť důležité je navržení deformačních zón, které mají funkci zmírnit, ale také odklonit následky autonehody. Deformační zóny v automobilu jsou navrženy okolo celého prostoru pro cestující při nárazech zezadu, z boku a také při převrácení automobilu. Bariérové zkoušky jsou poměrně náročné na přípravu vozidla a měřící techniky. Je důležité ovládat počítačové simulace a přesně nastavit prvky, které jsou součástí crash testů, jako jsou například airbagy, bezpečnostní pásy, sedadla, ale především testovací figuríny, na kterých jsou připevněna čidla a snímače pro vyhodnocení zrychlení, síly a deformace. Protože je nutné bezpečnost testovat v různých situacích v kombinaci s různými typy pasažérů, existuje několik druhů testovacích figurín, které reprezentují pohlaví a velikost populace. (1)



*Obr. 2 Crashová zkouška Škoda 100 (1972) a moderní zkušebna v Uhelnici (2022) (1)*

## 3.2 Úvod do legislativy

Začátkem šedesátých let dvacátého století byl na výrobce vozidel kladen důraz na bezpečnostní parametry vozidel. Docházelo k většímu prodeji automobilů a byly kladeny větší nároky na bezpečnost posádky, bezpečnost chodců a další aspekty silničního provozu. Byl kladen důraz na propracovanější konstrukci vozidel a také na systémy vozidel, které měly zabezpečit jak uživatele vozidel, tak ostatní účastníky silničního provozu. Vzhledem k tomu, že celý svět začal přecházet na tzv. globální systémy, se schopnost předvídání požadavků stalo výzvou pro celosvětový průmysl vozidel. Všechny celosvětové regulační orgány velice často spolupracují na nápadech o sjednocení legislativy. Přes všechny aspekty se téměř vždy liší a nedochází ke shodě. Proto se regulační změny i na jednom trhu velice často mění a hlavně neustále vyvíjejí. Z těchto změn a v průběhu vývoje, nebo při vzniku nových technologií se zvyšují nároky formou předpisů a regulí. Cílem těchto předpisů je zvýšit bezpečnost provozu na silnicích. Tyto aspekty vedly k rozdělení do dvou základní skupin, a to na aktivní bezpečnost, která má za úkol předejít nehodám a na pasivní bezpečnosti, která se zabývá odolností proti nárazu. (2) (3)

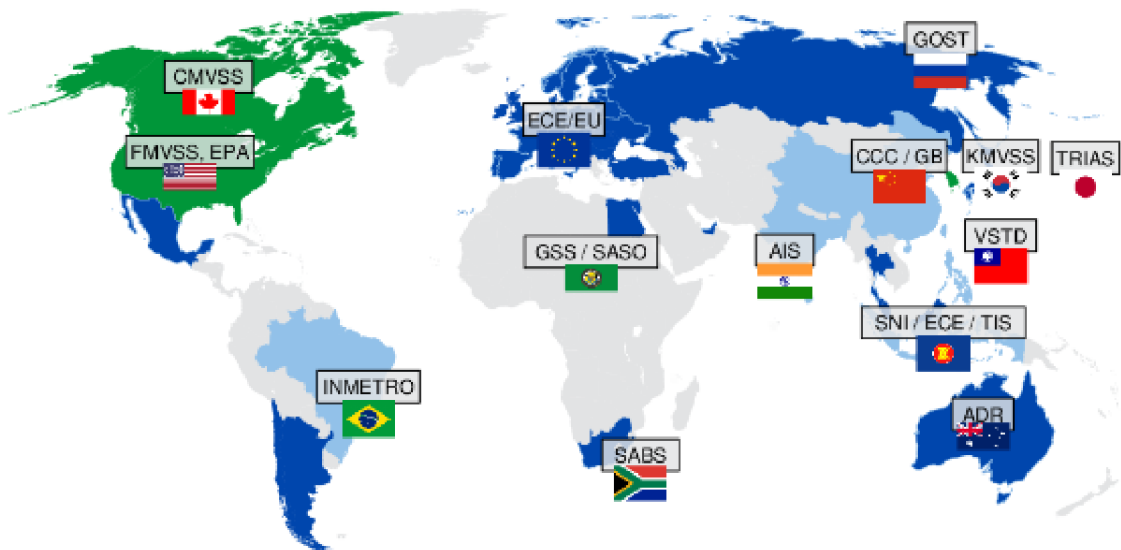
### Přehled legislativy v oblasti bezpečnosti

Výrobce má za povinnost před uvedením vozidla do provozu prokázat dostatečnou funkčnost všech prvků pasivní bezpečnosti, které vždy musí odpovídat platné legislativě. Do těchto legislativních předpisů patří předpisy OSN, směrnice EHS/ES a další vybrané normy. Ke splnění těchto požadavků automobil prochází stanovenými zkouškami a musí prokazovat „Vyhovující“ výsledek zkoušky. Způsob provádění homologačních zkoušek je přesně definovaný, předepsaný v předpisech pro danou oblast automobilu. Všechny požadavky na měřicí techniku jsou také přesně popsány. (4)

#### 3.2.1 Zákonné předpisy

Předpisy jsou celosvětově definovány regulačními orgány nebo orgány vládními. Zde musí dojít k vyváženému stavu mezi sociálními a ekonomickými benefity. K tomu, aby vozidlo mohlo být v dané zemi uvedeno na trh, musí dojít ke splnění právních požadavků, které jsou v předpisech zaznamenávány a které musí být striktně splněny. Pro automobily ve světě platí těchto sedm hlavních předpisů, které jsou znázorněny na mapě světa (Obr. 3). (5)

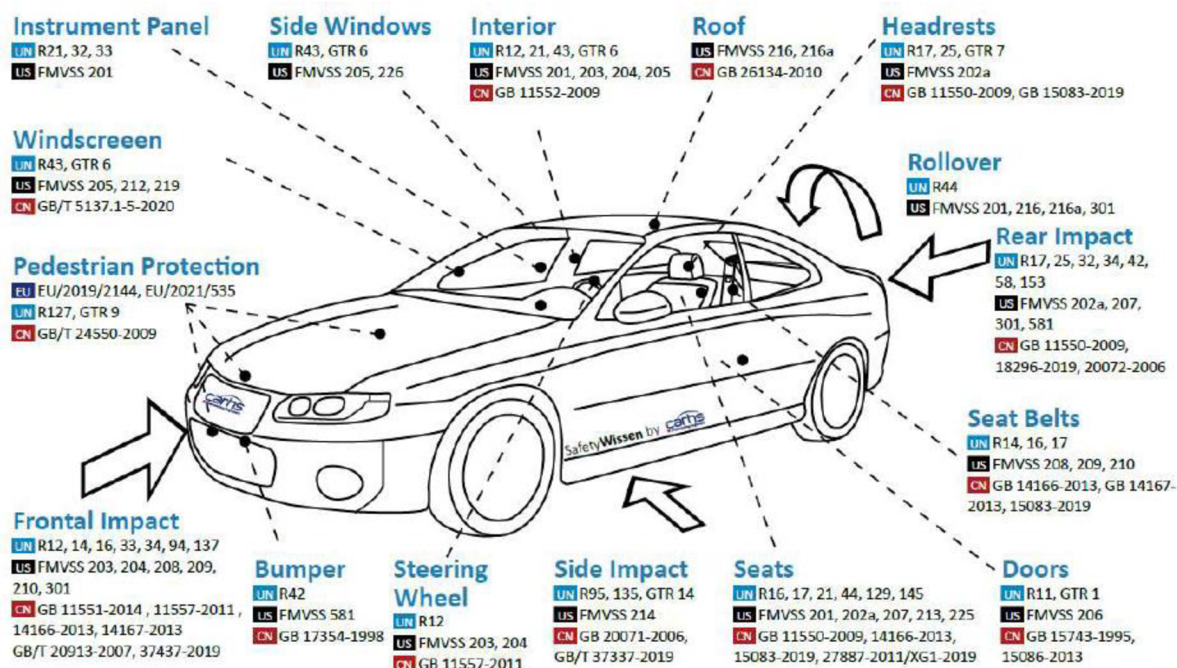
- Evropa (EU/ECE)
- USA, Canada (FMVSS / CMVSS)
- Čína (CCC / GB)
- Japonsko (Trias)
- Korea (KMVSS)
- Austrálie (ADR)
- Státy perského zálivu (GSS)



*Obr. 3 Mapa celosvětového přehledu certifikačního systému (4)*

Regulace týkající se nárazu mají v každém ze sedmi skupin své vlastní označení. Regulace týkající se nárazu pro světadily USA, Evropa, Čína v grafickém znázornění (Obr. 4). Například interiér pro evropské státy má označení předpisů UNECE R12, 21, 43 a GTR6, pro Spojené státy americké označení FMVSS 201, 203, 204, 205 a Čínu GB 11552-2009.





Obr. 4 Regulace týkající se nárazu (43)

### 3.2.2 Pasivní bezpečnost – předpisy OSN

Předpisy OSN vznikly dne 20. března 1958 ve švýcarském městě Ženeva. Československo k dohodě přistoupilo v roce 1964, Česká republika pak v roce 1993. Předpisy vznikly v rámci Evropské hospodářské komise OSN sjednané na tzv. EHK Dohoda z roku 1958. V dnešní době platí revize 3, která je platná od 14.09.2017. Celý název předpisu OSN je „Dohoda o přijetí harmonizovaných technických předpisů OSN pro kolová vozidla, zařízení a části, které mohou být namontovány a/nebo používány na kolových vozidlech a podmínky pro vzájemné uznávání schválení udělených podle těchto předpisů OSN“. Logo organizace dle obrázku (Obr. 5). (6) (7)



Obr. 5 Logo organizace vydávající předpisy OSN (6)

Předpisy OSN (UN Regulations) se dříve nazývaly EHK/OSN, v zahraničí známé spíše jako UN/ECE. Aktuální zkratka těchto předpisů je OSN. Číslování předpisů pro kolová

vozidla je od 0 do 152. Je třeba říct, že číslovka 152 nemusí být poslední. V dnešní době, kdy je kladen větší důraz na bezpečnost, lze předpokládat nárůst těchto předpisů. Jednotlivé státy přistupují k předpisům dobrovolně, a pokud si země zvolí daný předpis, pak jej však musí také akceptovat. (7)

### **Proces vydávání předpisu OSN**

Předpisy jsou tvořeny ve skupinách (GRVA, GRSP, GRSG), kdy následně dochází ke schválení skupinou WP.29 (pracovní skupina pro automatizovaná a propojená vozidla). Velké změny předpisu nebo série změn s dopadem na konstrukci automobilu mají přechodná ustanovení, tyto úpravy jsou často patrné v označení daného předpisu. Doplněk nebo menší změna, například rozvolnění předpisu, zavedení nové volitelné funkce atp., se také dá rozpoznat z homologačního čísla. Další úpravou je tzv. revize. Zde se jedná o administrativní úkon v rámci sekretariátu EHK/OSN. Na základě vnitrostátní legislativy se určuje povinnost předpisů OSN, v případě České republiky se jedná o rámcové směrnice a nařízení EU. (8)

### **Kategorie vozidel**

Všechna vozidla připuštěna k provozu na pozemních komunikacích jsou rozdělena na kategorie vozidel. (9)

- L = Motorová vozidla s méně než čtyřmi koly
- M = Motorová vozidla, které mají nejméně čtyři kola a používají se pro dopravu osob
- N = Motorová vozidla, které mají nejméně čtyři kola a používají se pro dopravu nákladů
- O = Přípojná vozidla
- S = Pracovní stroje
- T = Traktory zemědělské nebo lesnické
- R = Ostatní vozidla, to jsou taková vozidla, které nelze zařadit do předchozích kategorií.

Pro účely této diplomové práce je vyhrazena kategorie vozidel M1. Kategorie M1 zahrnuje automobily s nejvýše osmi místy pro přepravu osob. (9)

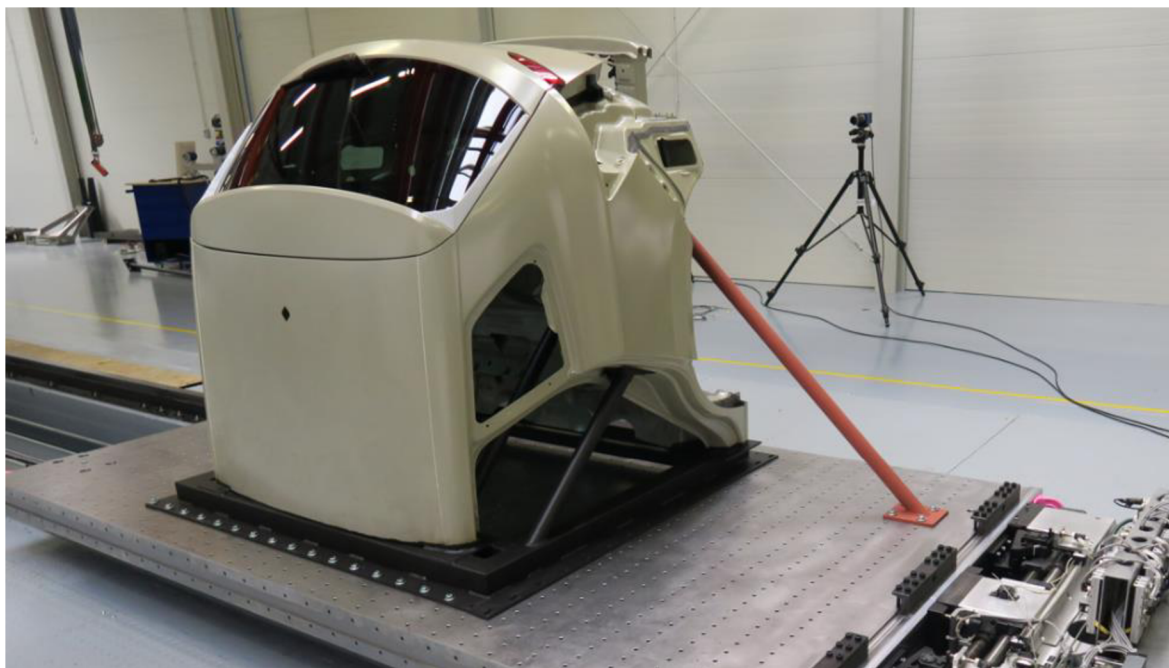
### 3.2.3 Přehled prvků pasivní bezpečnosti

#### OSN č.11 – Pevnost součástí upevnění dveří

Předpis zahrnuje vlastnosti systému zámků dveří, statickou pevnost zámků i závěsů u zavěšených, posuvných i zadních dveří. Součástí testů je odolnost proti setrvačným účinkům u zavěšených dveří – dynamická (saňová) zkouška ve směrech simulujících čelní, boční a zadní náraz. Pro zadní dveře také svislé zrychlení v obou směrech. (10)

Sañová zkouška v certifikované laboratoři probíhá na zkušebních saních, kde dochází k simulaci bočního nárazu automobilu. Zadní část karoserie je pevně uchycena na zkušební desku dle obrázku (Obr. 6). Při zkoušce nesmí dojít k uvolnění zámků dveří z dané polohy. Zařízení, které koná setrvačné zatížení, je nastaveno na hodnotu 30 g. Tato síla působí na zamky dveří a jeho aktivační zařízení ve směrech rovnoběžných s podélnou a příčnou osou vozidla. (10)

Kritériem pro hodnocení je, že u zámků dveří nesmí dojít k uvolnění dveří z polohy zavření při zatížení 30 g na zámek dveří. (10)



*Obr. 6 Zkouška pevnosti upevnění dveří – zdroj autor*

#### OSN č.12 – Ochrana řidiče před mechanismem řízení v případě nárazu (volanty)

Všechna kritéria jsou zapsána v předpise OSN č.12, které specifikuje chování řídicího ústrojí automobilu. Zkoušku lze rozdělit dle druhů sil. První typem zkoušky je čelní náraz do tuhé bariéry v rychlosti 50 km/h. Tuto zkoušku lze také nahradit zkouškou čelního nárazu

dle předpisu OSN č.94. Kritériem této zkoušky je vyhodnocení posunu volantu, které je stanoveno na hodnotu maximálně 127 mm v podélném a vertikálním směru. (11)

Druhou zkouškou je náraz torza (Obr. 7) na volant při rychlosti 24 km/h, kde maximální síla působící na hrudník je 11 110 N. Poslední typem zkoušky je zkouška kulovou hlavici (Obr. 7). Při zkoušce dochází k absorpci energie vydané kulovou hlavici o hmotnosti 6,8 kg při rychlosti 24 km/h. Po zkoušce nesmí povrch ovládacího prvku řízení vykazovat žádné ostré ani hrubé hrany. Pokud by došlo k poškození ovládacího prvku řízení při těchto zkouškách, došlo by zároveň k závažnému poranění řidiče. Vzniklé malé povrchové trhliny nebo praskliny nemají vliv a neberou se v úvahu. (11)



Obr. 7 Ukázka zkoušky nárazem zkušební hlavici a náraz torzem – zdroj autor

Všechna kritéria zkoušky pro OSN č.12 jsou přehledně uvedena v tabulce (Tab. 1).

Tab. 1 Limitní hodnoty nárazu na mechanismus (2)

	Zkušební rychlost	Horizontálně	Vertikálně	Síla	Zpomalení po dobu 3 ms	Zpomalení max.
	[km.h <sup>-1</sup> ]	[mm]	[mm]	[N]	[g]	[g]
Výchylka sloupku řízení - náraz na bariéru	48,3	< 127	< 127		-	-
Síla v torzu těla	24,1	-	-	11,1	-	-
Zpomalení v nárazové hlavici	24,1	-	-		80	120

#### OSN č.14 – Kotevní úchyty bezpečnostních pásů

Předpis definuje požadavky kotevních míst bezpečnostních pásů. Pro různé kategorie automobilů jsou rozděleny na statické a dynamické zkoušky. Statická zkouška probíhá na karoserii vozidla nebo na kompletním dokončeném vozidle. Na sedadlo se umístí přípravek, který je přesně definován v předpise OSN č.14. Přípravek je osazen bezpečnostními pásy. Přípravek je připevněn na zkušební zařízení, kde je nastavena zkušební zátěž 13 500 N

v každé větvi bezpečnostního pasu. Horní úchyt na sedadle se nesmí posunout na přední rovinu R-bodu. Tažná síla musí být nastavena ve směru, jako je poloha sezení pod úhlem  $10^\circ \pm 5^\circ$  nad vodorovnou rovinou v co nejkratším čase. Po dobu nejméně 0,2 s musí odolat kotevní úchyty stanovenému zatížení 13 500 N. Tento postup je určen pro sestavu tříbodového pasu. V případě zkoušky sestavy břišního pasu je zkušební zátěž 22 500 N. Zkouška OSN č.14 statikou metodou na obrázku (Obr. 8). (4) (11)



*Obr. 8 Statická zkouška dle OSN č.14 – zdroj autor*

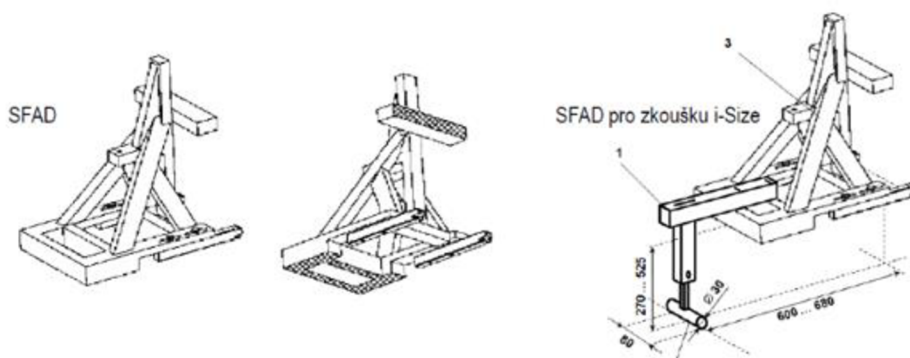
V případě dynamické zkoušky se test provádí za pomoci saní. Na tomto přípravku je umístěna konstrukce sedadel, která je upevněna a následně urychlena. Na sedadlech jsou umístěny zkušební figuríny, které není zapotřebí snímat. Figuríny jsou za pomoci bezpečnostních pasů připoutány k sedadlům automobilu. (4) (12)

Výsledky statické i dynamické zkoušky jsou podobného charakteru, kde trvalá deformace je povolena, ale musí být dodržena stanovená síla ve stanoveném čase. Trvalou deformací je myšleno sledování trhlin a deformací na kotevních úchytech. (4)

#### **OSN č.145 – Kotevní systémy a horní úchyty ISOFIX a polohy sedění i-Size**

Isofix je „Mezinárodní standardizovaný systém ukotvení dětské sedačky v automobilu.“ (13) Název Isofix je složeninou slova ISO – Mezinárodní organizace pro normalizaci (International Standardization Organization) a následně FIX (fixation), to znamená upnutí nebo fixaci. (13)

Od roku 2018 vyšel v platnost předpis OSN č.145, který popisuje podmínky systému ISOFIX a Top Tether. Původně byl tento předpis součástí předpisu OSN č.14. Doplnkem pro úchyt ISOFIX je systém i-Size. Systém i-Size je dalším podpěrným bodem, který přispívá k lepší stabilitě dětského zádržného systému dle obrázku (Obr. 9). (13)



Obr. 9 SFAD a SFAD pro i-SIZE (13)

Systém Top Tether je součástí Isofixových autosedaček. Principem tohoto systému je třetí kotevní bod, který zabraňuje přetočení dětské autosedačky v případě nehody.

Pevnost dolních úchytů ISOFIX (i-Size) a horního připojení Top Tether se zkouší staticky. Zkouška se provádí ve dvou základních směrech. Při podélném směru musí systémy odolat nebo vyhovět síle  $8 \text{ kN} \pm 0,25 \text{ kN}$  (Obr. 10). Při šikmém zatížení ( $75^\circ$  od podélné osy vozidla) je síla omezena na  $5 \text{ kN} \pm 0,25 \text{ kN}$  (Obr. 11). Limitem zkoušky je maximální možné posunutí 125 mm, které je měřeno na přípravku SFAD ve směru zatěžující síly. (13)

Vyhodnocení zkoušky OSN č.145 se určuje oční kontrolou na karoserii vozidla. V průběhu ani po ukončení zkoušky nesmí v místě uchycení do karoserie a v přilehlém okolí dojít k poškození úchytu systému ISOFIX. Příčina poruchy nesmí však ovlivnit specifikovanou časovou periodu. (13)



Obr. 10 Zatížení směrem dopředu – zdroj autor



Obr. 11 Zatížení šikmé – zdroj autor

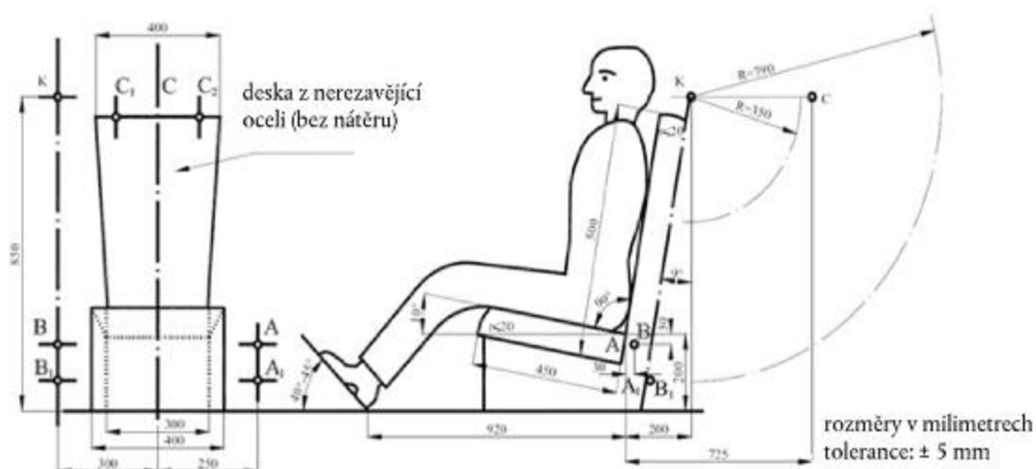
### OSN č.16 – bezpečnostní pasy a zádržné systémy

OSN č.16 pojednává o bezpečnostních pasech, jejich instalaci do vozidla, instalaci dětský zádržných systémů (DZS) a připomínačů zapnutí bezpečnostních pasů. (4)

V tomto předpise se posuzuje soubor zkoušek zádržných systémů, citlivost navíječů, jejich životnost a vnější vlivy (koroze, prach, světlo, výkyvy teplot). Posouzení probíhá s více vzorky pasů nebo zádržných systému, spon, navíječů a popruhů. (4) (9)

Předmětem dynamické zkoušky zádržného systému jako celku je montáž na urychlovací zařízení (saně) se sedačkou a zkušební figurínou dle obrázku (Obr. 12). Rychlost dynamické zkoušky je stanovena na  $50 \pm 1$  km/h na zkušební dráze  $40 \pm 2$  cm, kde se zařízení zastaví. (4) (9)

Poškození nesmí nastat u žádné části soupravy pasů a zároveň nesmí dojít k porušení spon. Nesmí se uvolnit nebo odjistit přestavovací nebo zajišťovací systém. (9)



Obr. 12 Zkouška na zkušebním vozíku dle OSN č.16 (9)

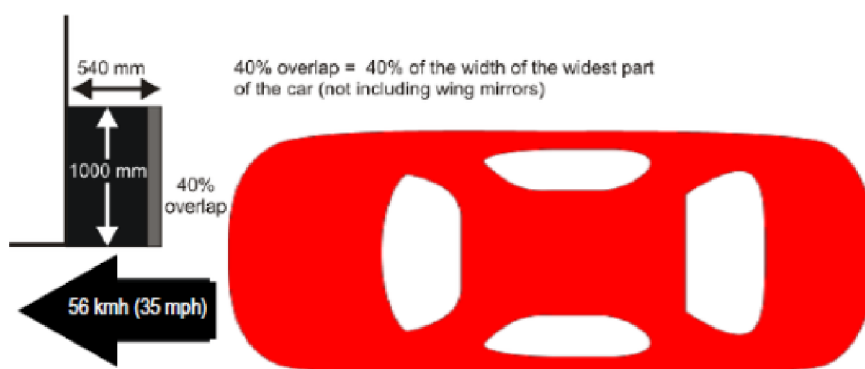
V rámci zástavby dětských zádržných systémů do automobilu se používají různé typy obálek, které simulují konkrétní typy dětských sedadel dle věku dítěte.

### **OSN č.94 – Bezpečnost posádky při přesazeném čelním nárazu vozidla (Frontal Impact)**

Předpis OSN č.94 stanovuje podmínky z hlediska ochrany posádky při čelním nárazu. Čelní náraz automobilu se provádí do deformovatelné bariéry (hliníkový voštinový blok) OBD (offset deformable barrier) o rychlosti 56 (–0/+1 km/h.). Vozidlo naráží 40 % přesazenou přední částí automobilu do bariéry (Obr. 13). Tato deformovatelná bariéra je o předepsané hmotnosti 70 tun. Rozměry bariéry při zkoušce o rozměrech 1000 mm x 540 mm. Dráha, po které se zkušební automobil pohybuje, musí být na svém povrchu rovná a hladká ve vzdálenosti minimálně 5 m. V době nárazu se automobil pohybuje pouze svojí setrvačností a nepůsobí na něj žádné řídicí ani hnané síly. V interiéru zkušební automobilu jsou na předních sedadlech umístěny minimálně dvě figuríny typu Hybrid 3. Tyto zkušební figuríny jsou připoutány bezpečnostním pasem. (4)

Testovací automobil musí být v této specifikaci, který určuje předpis OSN č.94 (4):

- Zkušební vozidlo musí být shodné s vozidlem běžného použití v provozu.
- Vozidlo musí být v pohotovostním stavu a hmotnost musí být rozložena na nápravy podle specifikace výrobce.
- Nádrž na palivo musí být naplněna vodou z 90 % ( $\pm 1$  %).
- Ostatní provozní kapaliny v automobilu mohou být nahrazeny, avšak jejich hmotnost musí být započítána do pohotovostního stavu vozidla
- V průběhu zkoušky musí být motor v klidu, naopak zádržné systémy musí být aktivní



*Obr. 13 Schematický popis čelního nárazu s offsetem 40 % (4)*



Hodnocení zkoušky se provádí měřením na figuríně HYBRID 3, kde se posuzují biomechanická kritéria. Tato kritéria jsou detailně popsána v (Tab. 2). Veličiny, které jsou naměřeny, se zaznamenávají do datových kanálů. Hodnotou zkoušky je CFC (kmitočtová třída kanálů). (4) (14)

*Tab. 2 Veličiny měřené biomechanicky na figuríně OSN č.94 (3)*

Část figuríny	Měřené veličiny, umístění spínače	CFC
<b>Hlava</b>	Zrychlení ve třech osách, snímač umístěn v těžišti hlavy.	1 000
<b>Krk</b>	Axiální tahová a smyková síla působící zřepředu dozadu na rozhraní mezi krkem a hlavou.	1 000
	Ohybový moment kolem příčné osy na rozhraní mezi krkem a hlavou.	600
<b>Hrudník</b>	Průhyb hrudníku mezi hrudní a páteřní kostí.	180
<b>Stehenní a holenní kosti</b>	Axiální tlaková síla a ohybové momenty.	600
	Posun holenní kosti vůči stehenní v kolenním kloubu.	180

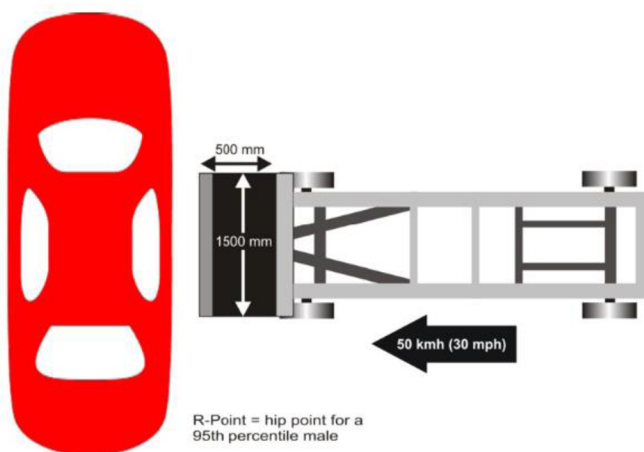
V průběhu zkoušky nesmí dojít k otevření dveří automobilu a k uzamčení celé soustavy zámků předních dveří. Zámky bezpečnostních pasů automobilu musí být schopny otevřít silou maximálně 60 N. Po nárazu musí být možno uvolnit figuríny ze zádržných zařízení a vyjmout figuríny z automobilu bez seřizování sedadel. Ukázka testovaného vozidla po zkoušce je zobrazena v (Obr. 14). Dále se hodnotí ochrana před úrazem elektrickým proudem, převážně absence vysokého napětí. Při této zkoušce se převážně sleduje ochrana životního prostředí, konkrétně rozliti elektrolytu z baterie. Během 30 min po nárazu nesmí dojít k vylití elektrolytu z baterie do prostoru pro cestující. Z nádrží nebo jiných nádob na provozní kapalinu nesmí unikat látka hodnotou větší jak 30 g/min. (3) (13)



*Obr. 14 Testované vozidlo po zkoušce čelního nárazu – zdroj autor*

#### **OSN č.95 – Bezpečnost posádky při nárazu na vozidlo z boku (Car to car side impact)**

Předpis definuje náraz mobilního vozíku s deformovatelnou bariérou (hliníkový voštinový blok), MDB = mobile deformable barrier, do boku stojícího automobilu dle obrázku (Obr. 15). Hmotnost mobilní bariéry je  $950 \pm 20$  kg. Nárazová rychlost mobilního vozíku do stojícího vozidla je  $50 \pm 1$  km/h. Zkouška se provádí na straně řidiče. Střed zkušební vozíku je nasměrován do R-bodu sedadla, kde je umístěn kyčelní kloub figuríny. Ve vozidle je umístěna jedna zkušební figurína na pozici pro řidiče. Testovací automobil musí být ve specifikaci v podobných podmínkách tak, jako je popsáno v OSN č.94. Po nárazu musí být možné otevřít dostatečný počet dveří k nastoupení a vystoupení cestujících a možné sklopení opěradel k případné evakuaci všech cestujících. Dále je zapotřebí uvolnit figurínu z ochranného systému a vyjmout figurínu z vozidla. V oblasti interiéru nesmí vzniknout žádné ostré hrany, které by mohly poranit cestující během evakuace z testovaného vozidla. (4) (15)



*Obr. 15 Schematický popis bočního nárazu (4)*

Obdobně, jako u OSN č.94, se hodnotí biomechanické veličiny figuríny typu HYBRID 3. Figurína tohoto typu je nejpoužívanější figurínou na zkoušky bezpečnostních zádržných systému. Figurína byla původně vyvinuta firmou General Motors. V dnešní době je udržována a rozvíjena společností Humanetics a společností SAE. Figurína HYBRID 3 50. percentil muže je velmi složité zařízení, které má tvar a poměr hmotností jako živý člověk (Obr. 16). Figurína představuje mužské tělo výšky 175 cm o hmotnosti 77 kg. Tento přípravek musí být pečlivě vyráběný a certifikovaný dle stanovených kritérií, jako jsou rozměry, hmotnost, parametry hrudníku, krku, kolenního kloubu, bérce a nohy. (15)



*Obr. 16 Figurína HIBRID 3. 50-ti percentilního muže (47)*

Hodnocení zkoušky se provádí měřením na figuríně HYBRID 3, kde se posuzují biomechanická kritéria. Tato kritéria jsou detailně popsána v (Tab. 3). Veličiny, které jsou naměřeny, se zaznamenávají do datových kanálů. Hodnotou zkoušky je CFC (kmitočtová třída kanálů) a CAC (amplitudová třída kanálu). (4) (15)

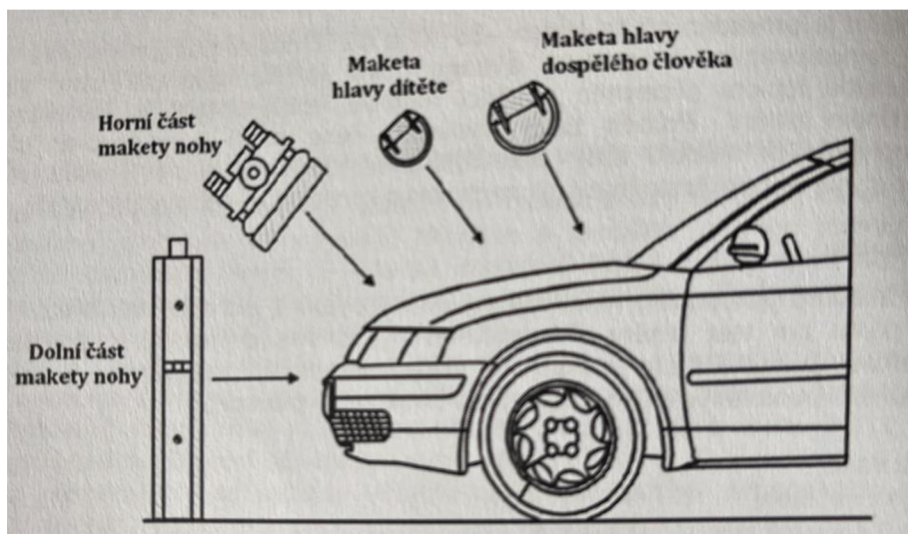
*Tab. 3 Veličiny měřené biomechanicky na figuríně č.95 (4)*

Část figuríny	Měřené veličiny, umístění spínače	CFC	CAC
<b>Hlava</b>	Zrychlení ve třech osách, snímač umístěn v těžišti hlavy.	1 000	150 g
<b>Hrudník</b>	Průhyb hrudníku (žeber figuríny).	1 000	60 mm
<b>Pánev</b>	Síla působící na pánev v oblasti stydké kosti.	1 000	15 kN
<b>Břicho</b>	Síla působící na břicho.	1 000	5 kN

## OSN č.127 – Ochrana chodců

Předpis stanovuje zkoušky z hlediska ochrany účastníku provozu při čelním nárazu. Zkouška se provádí v laboratorních podmínkách v certifikovaných zkušebnách. Automobil je umístěn tak, aby odpovídal výšce reálného vozidla silniční dopravy. (4)

Zkoušky jsou rozděleny na náraz maketou dolní nebo horní části do nárazníku (dle geometrie a výšky vozidla) a zkouškou nárazem maketou (dětské nebo dospělé hlavy) do kapoty automobilu. Dle názorného obrázku (Obr. 17). (4)



Obr. 17 Makety při zkouškách ochrany chodců (4)

Vzhledem k rozmanitosti automobilů se v dnešní době tento předpis rozvíjí. V dnešní době jsou všechny modely automobilů a jejich karoserie konstruována tak, aby minimalizovaly zranění chodců. Například z přední části v průběhu let zmizely sošky, emblémy nebo také v 90. letech minulého století oblíbené designové vyklápějící světlomety. Povrch předního nárazníku vyvíjejí konstruktéři automobilek s předepsanými rádiusy a bez ostrých hran. Příkladem, jak se historicky zkoušel náraz ochrany chodců, je obrázek, který z dnešního zkušebního pojetí působí komicky (Obr. 18). (16)



*Obr. 18 Historické testování nárazu do chodců (16)*

Ve zkoušce je kladen velký důraz na nastavení zkoušky v závislosti na aktivní pérování vozidel. Proto se uvažuje o návrhu změny k rozšíření zóny nárazu hlavou na A sloupek vozidla a čelní sklo. (4)

Předpis OSN č.127 je rozdělen do těchto čtyřech tříd. Třída 1a („*Náraz dolní části makety nohy do nárazníku při rychlosti 40 km/h*“) (4), 1b („*Náraz horní části makety nohy do nárazníku při rychlosti 40 km/h*“) (4). Druhou třídou označenou jako 2. je „*Náraz horní části makety nohy do náběžné hrany kapoty při rychlosti 40 km/h*“. Třída 3. „*Náraz makety hlavy dítěte nebo malého dospělého do horního povrchu kapoty při rychlosti 35 km/h*“. (3) Poslední je 4. třída, která se zabývá nárazem makety dospělého člověka do čelního skla při rychlosti zkušebního zařízení 35 km/h. (4)

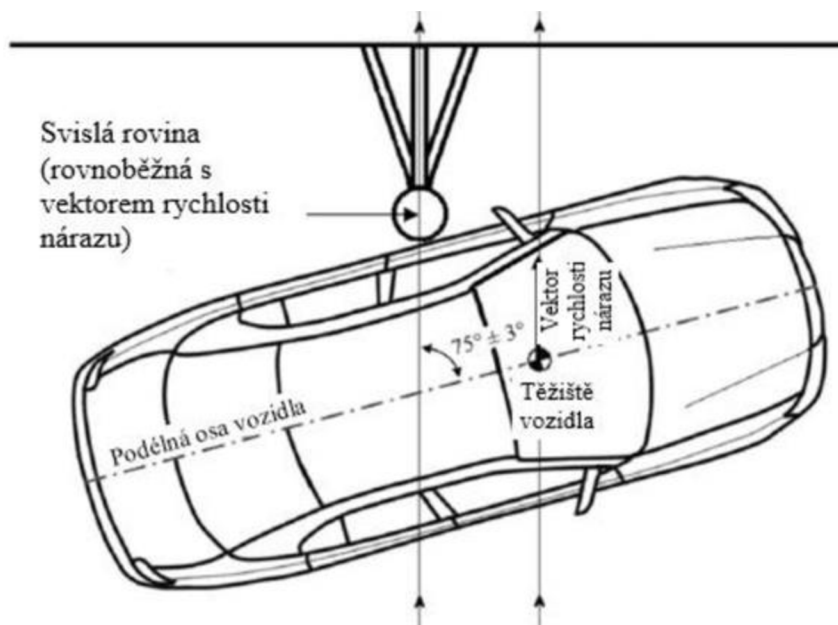
Hodnotícím kritériem je ohybový moment působící na maketu. U třídy 1a například zrychlení na horním konci holeně nebo úhel ohybu kolena. Dále pak mnoho dalších kritérií, které jsou specifikována v předpise OSN č.127. (4)

### **OSN č.135 – Boční náraz na sloup**

Předpis definuje ustanovení pro schvalování vozidel z hlediska jejich vlastností při bočním nárazu na sloup. Hodnotícím kritériem je povolená deformace vozu při určené rychlosti vozidla a úhel, pod jakým musí vozidlo při zkoušce do sloupu narazit. Nárazová rychlost je určena na 32 km/h. Náraz zkušebního vozidla do kúlu o průměru 256 mm. Vyhodnocení probíhá opět podle biomechanických kritérií, měřeno na figuríně WorldSid představující dospělého muže 50 percentilu. Figurína je obvykle umístěna na pozici řidiče, což je dle výkladu nárazová strana pro zkoušku. Zkouška se provádí ve dvou polohách

zkušebního vozu, a to v podélné ose vozidla nebo vychýlením  $175^\circ \pm 3^\circ$  od podélné osy vozidla. Schematické znázornění zkoušky je uvedeno v obrázku (Obr. 19). (17)

V interiéru nesmí vzniknout žádné ostré hrany, musí dojít možnému otevření dveří a vozidlo nesmí vykazovat žádný únik paliva. (17)



Obr. 19 Schéma bočního nárazu na sloup – vychýlené od osy (16)

**Pozn.:** Předpis OSN č.21 – Vnitřní vybavení vozidel z hlediska uspořádání prostoru pro cestující, je popsán v kapitole 3.5. Předpis OSN č.17 – Sedadla vozidel, jejich ukotvení a opěrky hlavy, popsáno v kapitole 4.3.

### 3.3 Hodnocení Euro NCAP

Mnozí koncoví zákazníci nových, ale i starších vozů se již setkali s hvězdičkovým hodnocením bezpečnosti vozů. Toto hvězdičkové hodnocení vyplývá z testů pod záštitou Euro NCAP (European New Car Assessment Programme), což je organizace, která v roce 1996 vznikla v Bruselu za cílem lepší orientace v bezpečnosti vozů. Logo Euro NCAPu (Obr. 20) (18)

Na počátku je nutné zmínit, že testy pod záštitou Euro NCAP jsou pouze testy spotřebitelskými a není nutné je plnit při uvedení vozu na trh, jako je tomu při zkouškách dle Evropské hospodářské komise. Jedná se tedy o něco navíc v testování bezpečnosti vozidel v průběhu jejich vývoje. Zatímco testy dle UNECE jsou nejčastěji zaměřeny na vozidlo a jeho příslušenství, tak zkoušky dle Euro NCAP jsou zaměřeny především na

posádku vozidla. Tyto testy jsou především pro orientaci zákazníka, který může být v dnešní době velkého množství typů vozidel zmatený. (18) (19)

Lze tedy říct, že Euro NCAP je další úroveň požadavků, které se prolínají a navzájem doplňují s legislativními požadavky. U Euro ENCAPu se nehodnotí „vyhověl/nevyhověl“ ale tzv. hvězdičkovým systémem. Výsledkem tedy není stažení automobilu z prodeje nebo úprava konstrukce automobilu. (19)

Hvězdičkové hodnocení vyplývající z testů Euro NCAP se těší velké popularitě mezi koncovými zákazníky. Proto je pro výrobce vozidel důležité testy plnit a uspět v nich co nejlépe. Dá se říct, že se jedná o marketingový tah, který i přes vysoké nároky zákazníků stále platí a výrobcům se vynaložené náklady vrátí. Pro potencionální zákazníky určitého typu automobilu nebo značky umožňuje Euro ENCAP informovaný výběr. Může se také říci, že vyvíjí tlak na nové technologie, inovace, konstrukce nebo design ze strany výrobce (18)



*Obr. 20 Logo organizace Euro NCAP (18)*

Jak již napovídá část názvu Euro NCAP, jedná se pouze o evropský program. Mezi další programy patří Latin NCAP (pro Latinskou Ameriku), ANCAP (pro Austrálii a Nový Zéland), J-NCAP (pro Japonsko) nebo C-NCAP (pro Čínu) v grafickém znázornění (Obr. 21). (18) (19)



Obr. 21 Spotřebitelské testy Svět – zdroj autor

Vzhledem k tomu, že scénářů dopravní nehody je v dnešní době opravdu hodně, je i velké množství testů pod záštitou této organizace. S tím se samozřejmě pojí i velká finanční náročnost v průběhu vývoje vozidla. Automobilky jsou však ochotny tuto cenu platit, vzhledem k velké popularitě hvězdičkového hodnocení. (19)

Druhy testů: (18)













- Čelní náraz do mobilní deformovatelné bariéry
- Čelní náraz do plné zdi
- Boční náraz pohyblivé bariéry do stojícího auta
- Boční náraz na kůl
- Boční náraz
- Whiplash testy
- Chodci a další

Každý takovýto náraz má vlastní předpis určující, jak se daný test má provádět, jaké je obsazení posádky ve vozidle a jejich kritické hodnoty ohrožující zdraví.

Vzhledem k velké popularitě a rozsáhlosti hodnocení Euro NCAP se v průběhu let připojily některé spolupracující instituce, dle (Tab. 4).

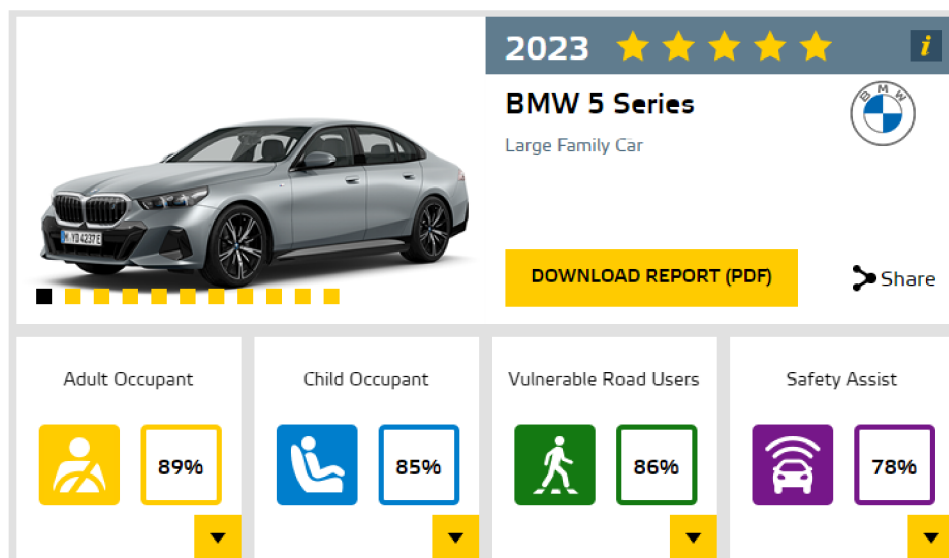


Tab. 4 Organizace spolupracující s Euro NCAP (20)

	Allgemeiner Deutscher Automobil-Club e V (ADAC)		FIA Federation Intenationale de l' Automobile
	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur		Swedish Transport Administration
	Mezinárodní spotřebitelský výzkum a testování		Thatcham Research
	Department for Transport (DfT)		Ministere de la Transition écologique et solidaire
	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat		Automobile Club d'Italia (ACI)
	Ministère de l'Economie		Generalitat de Catalunya

### 3.3.1 Hvězdičkové hodnocení

Samotné hvězdičkové hodnocení vozu a bezpečnosti jeho posádky při případné nehodě vzniká pomocí měření mnoha veličin, jak na karoserii vozu, tak na měřených figurínách. Sleduje se hodnota zpomalení na různých místech karoserie, stabilita karoserie a mnoho kritických míst na figurínách (hlava, krk, žebra, pánev, kolena, aj.), které nesmí překročit dané limity možného vážného zranění. Body z těchto hodnocení se poté sečtou v jednotné číslo pro danou kategorii a ohodnotí se počtem hvězdiček od jedné do pěti, kde pět je nejlepší hodnocení. Příklad hodnocení na voze BMW s plným počtem hvězdiček (Obr. 22). (21)



Obr. 22 Příklad hodnocení vozu (BMW 5 dle Euro NCAP) (21)

Je také důležité zmínit, že hvězdičkové hodnocení procházelo v minulosti úpravou. Jako se zdokonalovaly technologie používané ve vozech, tak se muselo zpřísnovat bodové hodnocení. To má za následek, že třeba první pětihvězdičkově ohodnocené vozidlo Renault Laguna, které bylo testováno v roce 2001 by při dnešních požadavcích na toto hodnocení nedosáhlo. (22)

### 3.3.2 Rozdělení kategorií dle Euro NCAP

Hodnocení do čtyř základních kategorií:

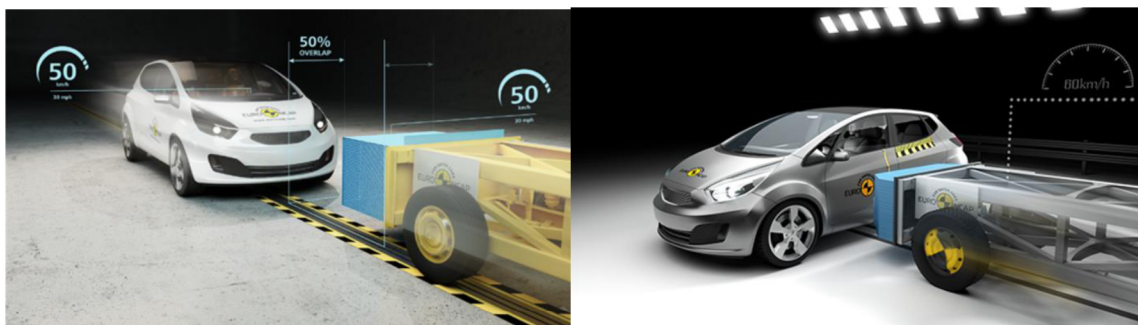
- Ochrana dospělých cestujících (řidič a spolujezdec)
- Ochrana dětských cestujících
- Ochrana chodců
- Bezpečnostní asistenti

#### Ochrana dospělých

Tato kategorie se věnuje ochraně dospělé posádky vozidla, symbol první kategorie dle (Obr. 23). Zahrnuje testy čelního nárazu do plné zdi při rychlosti 50 km/h dle (Obr. 24), čelního nárazu do mobilní deformované bariéry v rychlosti 64 km/h čtyřiceti procenty čelní strany vozu, bočního nárazu deformovatelné bariérou do stojícího vozu v rychlosti 50 km/h dle (Obr. 24) a boční náraz do kůlu a zkoušky „Whiplash“ efektu, který vzniká při zadním nárazu. (21)



*Obr. 23 Ochrana dospělé posádky (23)*



*Obr. 24 Znáznornění testů pro ochranu dospělé posádky (24)*

### **Ochrana dětí**

Kategorie ochrany dětí, symbol dle (Obr. 25), se věnuje nejmenším pasažérům, které jsou uloženy v dětských sedačkách při čelním a bočním nárazu. Velikost a typ dětské sedačky se odvíjí od velikosti či věku dětské posádky a výrobce sedaček si vybírá sama automobilka. Součástí hodnocení je také možnost vypnutí airbagu (ON/OFF) v případě, že dítě je na pozici spolujezdce (pouze pro nejmenší děti v dětské sedačce známé jako vajíčko) a také testování úchytů ISOFIX. Ukázka testů znázorňující ochranu dětské posádky dle (Obr. 26). (21)



*Obr. 25 Symbol ochrany dětské posádky (23)*



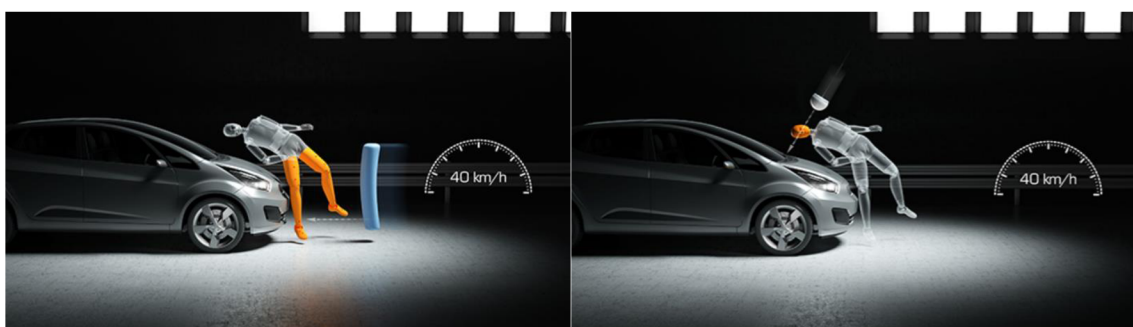
*Obr. 26 Znárodnění testů pro ochranu dětské posádky (24)*

## **Ochrana chodců**

Velmi důležitou součástí je také ochrana chodců (Obr. 27), které se věnuje třetí kategorie. V této kategorii je možné setkat se s testy, kdy se na kapotu testovaného vozu naráží impaktorem, který simuluje lidskou hlavu (dospělou či dětskou), nárazem prototypu pánve či celých nohou na hranu kapoty a nárazník vozidla nebo vozidla do prototypu nohou při rychlosti 40 km/h dle (Obr. 28). (21)



*Obr. 27 Symbol ochrany chodců (22)*



*Obr. 28 Znárodnění testů pro ochranu chodců (25)*

## **Bezpečnostní asistenti**

Největšímu rozmachu se v poslední době dostalo právě bezpečnostním asistentům (Obr. 29). Do této kategorie patří například kontrola stability vozu, kontrola jízdy v pružích (Obr. 30), kontrola zapnutí bezpečnostního pásu během jízdy, únavoví asistenti, systém AEB Car-to-Car (automatické nouzové brždění) dle (Obr. 30) a mnoho dalších. (21)



Obr. 29 Symbol Bezpečnostní asistenti (22)



Obr. 30 Znáznornění testů bezpečnostních asistentů (26)

### 3.3.3 Budoucnost Euro NCAP

Tak jako se posouvá doba a s ní i používané technologie ve vozidlech, tak se musí posouvat dále i hodnocení nových vozidel. Euro NCAP proto chystá velké změny, které nazval „Vize 2030“. Jejich obsahem je kompletní změna rozdělení do čtyřech skupin hodnocení na skupiny nové, které zobrazují děj před nehodou. V prvním bodě se zaměřují na bezpečné řízení, kdy se ještě nic neděje. Poté následuje situace, kterou ještě může řidič společně s asistenty vozidla vyřešit. Následující skupina se věnuje už možným následkům nehody. Poslední skupina zahrnuje především co nejrychlejší přivolání pomoci zraněné posádce po nehodě a možnost dát záchraným službám co nejvíce informací o nehodě předem. (28)

Nové skupiny hodnocení s nejdůležitějšími body: (28)

#### **Bezpečné řízení**

- rychloměr
- alkohol tester
- rozptýlení při řízení (telefon, zdravotní)
- detekce dětí při zamknutí auta

#### **Vyhnutí se nehodě**

- Záměna pedálů

- Bezpečnost cyklistů a chodců
- ADAS

#### **Ochrana při nehodě**

- whiplash zranění
- diverzita posádky

#### **Ochrana po nehodě**

- E-call (monitorování nehody a přivolání pomoci)

Tyto skupiny budou poté stejně jako předchozí rozložení ohodnoceny procenty z jednotlivé skupiny a následným vypočtením hvězdičkového hodnocení. (28)

Dalšími změnami budou procházet i samotné testy, ve kterých se bude měnit zastoupení posádek. Tato změna je cílená na diverzitu posádky a bezpečnost všech možných pasažérů v závislosti na jejich postavě či věku. Aktualizací projdou také kritéria hodnocení figurín, které budou například více zohledňovat slabší tělesnou schránku starší posádky či mechaniku tělesně hmotnější posádky. (28)

### **3.4 Konstrukce automobilových sedadel**

#### **Historický vývoj sedadel**

V konstrukci, tvaru a designu sedaček v automobilu proběhlo v průběhu let mnoho změn, základní principy, účel a vrstvy sedaček však zůstaly podobné. V 50. - 60. letech minulého století ještě některé sedačky neměly hlavové opěrky, ani v první a už vůbec v druhé řadě sedal. Například v automobilu Škoda Superb z roku 1948 dle obrázku (Obr. 31) je možné vidět sedačky bez hlavových opěrek. Sedačky také spíše připomínají lavici, ale již v této době sedačky obsahovaly vypěněnou část pro pohodlí pasažérů. Dnešní sedačky musejí plnit mnohem větší škálu bezpečnostních, legislativních, konstrukčních nebo designerských a dalších mnoha požadavků. Tyto historické sedačky svými konstrukčními a zkušebními podmínkami však určovaly dobu a byly testovány pro dobu, ve které byly vyvíjeny. První automobil Benzův patentní vůz číslo jedna (kočár bez koní) měl také svoji sedačku dle obrázku (Obr. 32), která je vybavena polstrovanou lavicí (sedákem) a tvrdým nebo v některých případech změkčeným opěradlem. Přibližně kolem roku 1955 se u sériově

vyráběných automobilů začaly konstruovat a instalovat manuálně nastavitelné sedačky, které pasažérům umožňovaly změnit sklon nebo výšku sedáku. (29) (30)



*Obr. 31 Sedadla ve Škodě Superb z roku 1948 (29)*



*Obr. 32 První Benzův patentní vůz číslo jedna (30)*

### **Konstrukce sedadel přední, zadní**

Konstrukce sedaček se rozděluje na dva typy automobilových sedaček, a to na přední (pro řidiče a spolujezdce) a zadní (druhá řada případně třetí). V dnešní době existuje velká škála různých koncepcí sedaček, v této práci je uveden nejčastější konstrukční koncept sedaček. Sedačky v první řadě jsou, jak už bylo uvedeno v historii, v dnešní době oddělené. Z konstrukčního hlediska jsou přední s vlastní nosnou konstrukcí, druhá řada je připevněna ke karoserii (sedáky, opěradla). U některých automobilek a typů automobilů, především vyšší třídy, se může druhá řada sedadel vyskytovat v podobě samostatné, je tedy umožněno polohování. Konstrukce bez ohledu na výrobce a typ se téměř vždy skládá a zároveň tvoří sestavu ze čtyř základních prvků dle obrázku (Obr. 33). U sportovních sedaček je hlavová opěrka integrovaná do opěradla sedačky (Obr. 35). (31)

- Rám
- Pěna
- Potah
- Opěrka hlavy



*Obr. 33 Čtyři hlavní konstrukční prvky sedadel (sedadlo přední) (31)*

### **Přední sedadlo automobilu**

Přední sedadlo je navrženo z dílů dle obrázku (Obr. 34), skládá se z opěradla a sedáku, které jsou spojeny pantem. Další součástí je hlavová opěrka, která může být samostatná nebo integrovaná do sedadla. Dále sedačku tvoří systém ovládání, které lze rozdělit na manuální a elektrické. Tyto systémy umožňují posádce nastavení různých výškových poloh. Poloha umožňuje posuv v osách X a Z osového systému vozu. Nosnou částí sedačky je rám, který je většinou z plechového tvarového materiálu a drátů. Součástí moderních vozů je sedačkový airbag. Mezi další vybrané části patří příslušenství jako je vyhřev, teplotní nebo tlakové senzory, klimatizace, masážní funkce. Nedílnou součástí jsou potahované materiály. Znárodněnou přední sedačku s integrovanou opěrkou hlavy a popisem dílů v řezu je možné vidět na obrázku (Obr. 35). (30)





Obr. 34 Sedadlo přední zdroj autor



Obr. 35 Přehled dílu ve sportovní sedačce přední (49)

### Zadní sedadlo

Zadní sedadla se dají rozdělit do dvou konceptů, a to u menších automobilů a variabilnějších. Ty větší používají stejnou konstrukci jako přední první řada sedadel. Jedná se o samostatný celek (kus) s vlastním potahem a podobným složením jako u sedadel řady první. V menších automobilech dle obrázku (Obr. 36) je využit koncept lavice. V tomto případě jsou zamontovány komponenty sedák a opěradlo, které jsou upevněny do karoserie vozu. Opěradlo tvoří plechový rám a dráty, potah, který je ve stejném designu jako první řada sedadel a pěna. Součástí opěradel je v některých případech loketní opěrka s držákem nápojů, držákem tabletu atd. (31)



*Obr. 36 Zadní sedačky lavicového typu – zdroj autor*

### **Rám sedadla**

Rám sedadel z hlediska materiálů je tvořen ocelovou konstrukcí trubek, drátů a plechových výlisků spojené technologií svařování. Konstrukce rámu se skládá ze dvou částí sedáku a opěradla, které jsou spojeny pomocí sklápěče (kloubu). K rámu automobilu je připevněn posuvný mechanismus, který se posouvá po kovových kolejničích. Tyto kolejnice umožňují pohyb sedadel v před a zad. Opěradlo je navrženo s rámem opěry předního sedáku a klenutou bederní částí. Z hlediska efektivity jsou ve většině případů rámy tvořeny tzv. modulární strukturou, která zajišťuje snadnější konfiguraci. Dalšími částmi sedadel je ovládání (mechanické, elektronické) pro polohy sedadel a úchyty pro bezpečnostní prvky sedadel. Svařená sestava rámu sedadel je na obrázku (Obr. 37). (31)



*Obr. 37 Rám sedadla přední řady sedadel – zdroj autor*

## **Pěna**

Pro výplň sedadla je z materiálového hlediska vhodná pěna. Většinou se jedná o polyuretanovou (PU) pěnu, která se z hlediska technologie rozlišuje na pěnu lisovanou, nebo litou dle obrázku (Obr. 38). Nejdůležitějším aspektem pěny je tlumení vibrací mezi pasažérem a automobilem, které vyvolávají vibrace na silničních komunikacích. Materiál PU je navíc dostatečně tepelně vodivý, flexibilní a deformačně stálý. Nevýhodou PU pěny je špatná prostupnost vzduchu a vodních par, které v konstrukci sedačky částečně kompenzují klimatizační systémy a ventilační systémy v sedáku. Polštářové vložky jsou vyrobeny technologií odlévání do forem. Důležitým aspektem pro konstrukci sedadla je ergonomie, která určuje komfort cestujících. Je zapotřebí zvolit správné a rovnoměrné rozložení tlaků mezi pasažérem a sedadlem. Pěny z PU materiálu jsou podrobovány zkouškami podle standardů a norem. (31)



*Obr. 38 Potah sedačky přední – zdroj autor*

## **Potah**

Potah sedaček je tvořen z imitací kůže nebo u luxusních značek vozů z kůže pravé, nebo materiálu Alcantara. Potahové materiály jsou u různých značek v různých barevných kombinacích dle výbavových stupňů vozů. Potahový materiál je tvořen švy, které jsou funkční nebo také ozdobné a jsou v mnoha barevných kombinacích dle výbavy. Ve značce Škoda specifikuje tyto potahy oddělení Color and Trim v průběhu konstrukce sedaček. První vrstva je tkanina, usně nebo pletenina, pod touto vrstvou je umístěna tenká vrstva PU pěny a poslední vrstvou je podšívka z osnovní pleteniny. Vrstvy jsou mezi sebou sešity speciálně odzkoušenými nitěmi. Ty musí splňovat přísné nároky na pevnost a tažnost a musí

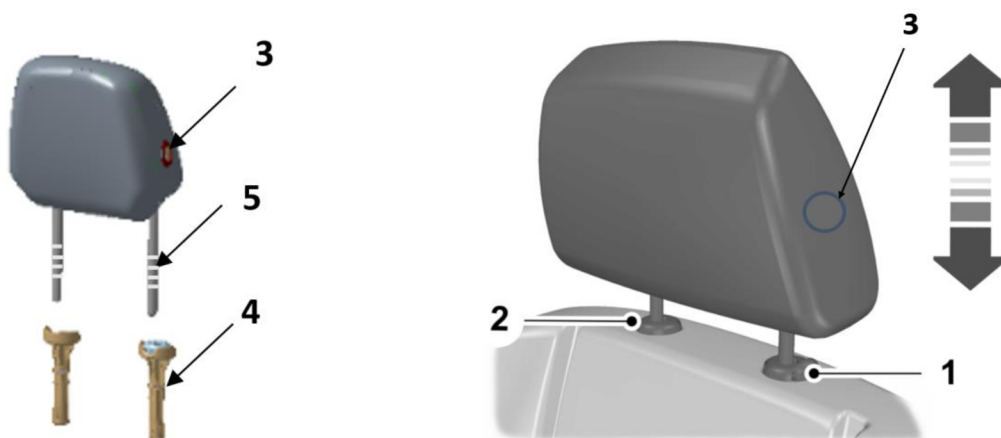
umožňovat správnou destrukci při aktivaci airbagu v sedadle. Důležitým aspektem je odolnost potahu, švů vůči UV záření. (31)

### Opěrka hlavy

Pro hlavovou opěrku existuje od roku 1969 bezpečnostní norma, která specifikuje povinnost hlavové opěrky pro všechna motorová vozidla. Požadavkem specifikace je schopnost absorpce energie při nehodě, což je prvek pasivní bezpečnosti automobilu. Přesné výškové nastavení hlavové opěrky zabraňuje hlubokému a prudkému záklonu hlavy při nehodě. Správnost nastavené opěrky dle velikosti pasažéra je dobrým předpokladem k zamezení rizika poranění krční páteře – Whiplash (syndrom prásknutí bičem). (31)

Co se týče bezpečnosti, tak mnohem větší bezpečnost zajišťuje aktivní hlavová opěrka. Konstrukčně se jedná o mechanismus páky, kde při nárazu dochází k působení těla pasažéra na opěradlo, tím dochází k posunu vzhůru a dopředu a ke zkrácení vzdálenosti mezi hlavovou opěrkou a hlavou pasažéra. Mechanické opěrky hlavy svojí jednoduchou konstrukcí minimalizují rizika zranění. Konstrukčně existuje také elektronicky ovládaná varianty hlavové opěrky, která funguje na principu aktivace při nárazu, kdy dochází k signálu ze senzorů na nárazníku automobilu. Opěrka hlavy při správném použití a nastavení dokáže snížit poranění páteře až o 45 %. (31)

Mechanismus hlavové opěrky je spojen za pomoci tenkostěnných ocelových trubek s kostrou opěradla dle obrázku (Obr. 39). K nastavení výšky hlavové opěrky slouží drážky, které jsou vytvořeny technologií frézování, dle obrázku. Polohu může pasažér nastavit pomocí plastového aretačního mechanismu, který je umístěn na pravé tyči opěrky hlavy u starších typů automobilů nebo z boku hlavové opěrky u automobilů nových typů u Škoda Auto. (31)



Obr. 39 Hlavová opěrka s tenkostěnnými ocelovými trubkami – zdroj autor

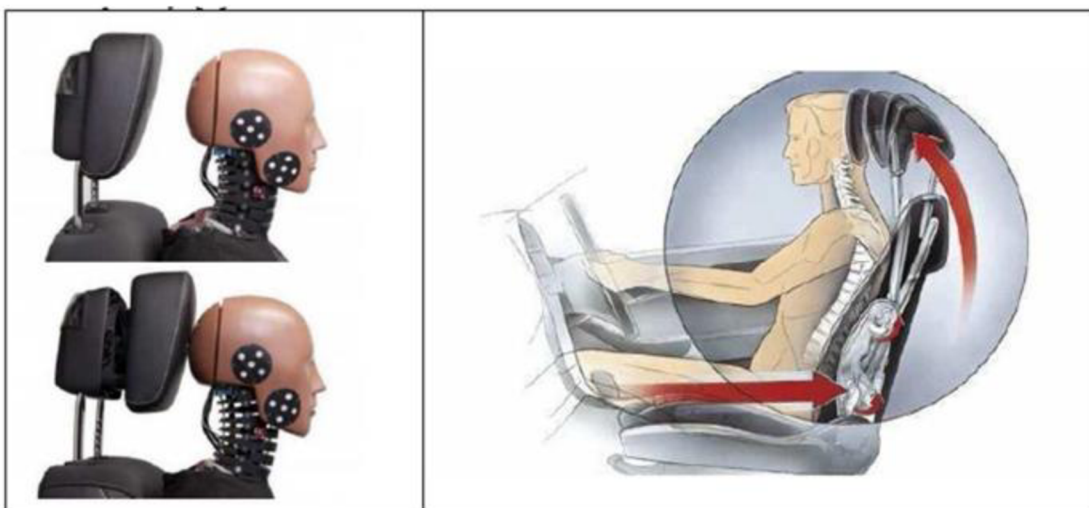
1. Pojistné tlačítko pro uvolnění hlavové opěrky
2. Plastový kroužek
3. Plastový tlačítko pro uvolnění opěrky (nový způsob)
4. Tenkostěnná ocelová trubka
5. Frézovaná drážky pro nastavení hlavové opěrky

### **Opěrka RHR (reactive Head Restraint)**

Bezpečnostní účinek RHR opěrky je, že v momentě nárazu se posune hlavová opěrka vpřed a nahoru. Pro aktivaci tohoto prvku je signál ze senzorů uvnitř automobilu nebo v nárazníku vozu. Průběh je znázorněn na obrázku levém (Obr. 40). (32)

### **PAHR (Pro Active Head Restraint)**

U této metody ochrany pasažéra se v průběhu nehody pasažér opře silou vyvolanou nárazem do opěradla vyvolaným působením hmotnosti pasažéra v bederní oblasti. Tlaková síla vyvolá zády pasažéra aktivaci pákového mechanismu, který je zabudovaný v bederní oblasti a vysune část hlavové opěrky do dvou směrů dopředu v ose X a vzhůru v ose Z. Po nehodě se celý mechanismus znovu vrací do startovací polohy. Mechanismu je znázorněn na obrázku vpravo (Obr. 40). (32)



*Obr. 40 Princip funkce RHR (levý Obr.) a PAHR (pravý Obr.) (32)*

## Nafukovací hlavová opěrka

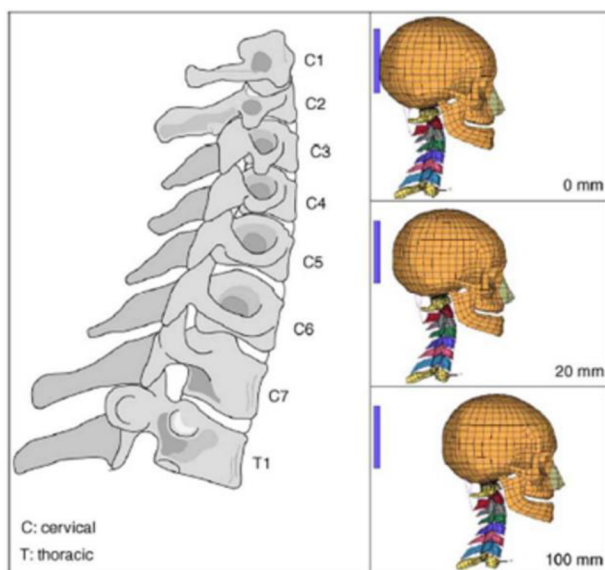
Tento prvek je většinou použit v automobilech vyšších výbav, kde je základní princip založen na integrovaném airbagu. Během nárazové síly dojde zvětšení airbagové plochy. Princip nafukovacích hlavových opěrek je velice efektivní, z důvodu nezávislosti na přednastavenou pozici opěrky pasažéra, nebo na výšce pasažéra. Komfort cestujících zajišťuje PU pěna, která pokrývá airbag uvnitř hlavové opěrky. (32)

### 3.4.1 Vliv hlavové opěrky na bezpečnost cestujících

Je zjištěno, že až polovina všech úrazů s trvalými následky při autonehodách je způsobena ze 70 - 90 % špatným nastavením hlavové opěrky, které způsobuje poranění krční páteře. V nejhorsím případě se jedná o ochrnutí nebo při lehčích zranění křeče a bolesti hlavy. Většina podobných zranění vznikne při nárazu do zadní oblasti automobilu, při kterém vznikne zranění, kterému se říká opěrkové trauma neboli Whiplash. (33)

Poranění krční páteře je způsobeno při rychlostech nižších než 20 km/h. Při této rychlosti dochází v 10 % k trvalému poškození krční páteře. Po správném nastavení hlavové opěrky se riziko sníží o 24 % u pevných opěrek a 14 % u opěrek polohovatelných.

Krční páteř tvoří celkem sedm obratlů (C1 – C7), které jsou mezi sebou spojeny meziobratlovými ploténkami. Na obrázku vlevo je možné vidět schéma krční páteře, a vpravo tři polohy hlavy s opěrkou (Obr. 41). (33)



Obr. 41 Schéma obratlů krční páteře (vlevo) a různé vzdálenosti od hlavové opěrky (vpravo) (32)

### **Vznik poranění krční páteře**

- Rotace – otočení
- Extenze – natažení
- Flexe – ochrnutí
- Axiální tenze – osové natažení
- Axiální komprese – osové stlačení
- Předozadní stříh (33)

### **Příčiny vzniku poranění**

Při nízkých rychlostech nehody u zadního nárazu si účastníci nehody stěžují na symptomy WAD (whiplash-associated disorders). Přesné mechanismy, které nebyly v průběhu let zatím zjištěny se rozdělují do tří skupin. Bylo však zaznamenáno mnoho faktorů, které ovlivňují vznik a trvání WAD. (33)

1. Vliv sedadla
  - Geometrie sedadla a hlavové opěrky
  - Tuhost sedadla a opěrky
  - Pevnost sedadla a opěrky
  - Náklon sedadla a opěrky (33)
2. Vliv cestujícího
  - Pohlaví o Antropometrie
  - Pozice před nárazem
  - Připravenost (33)
3. Vnější vlivy
  - Hmotnost vozidla
  - Tuhost karoserie
  - Tvar nárazníku
  - Závažnost nehody (33)

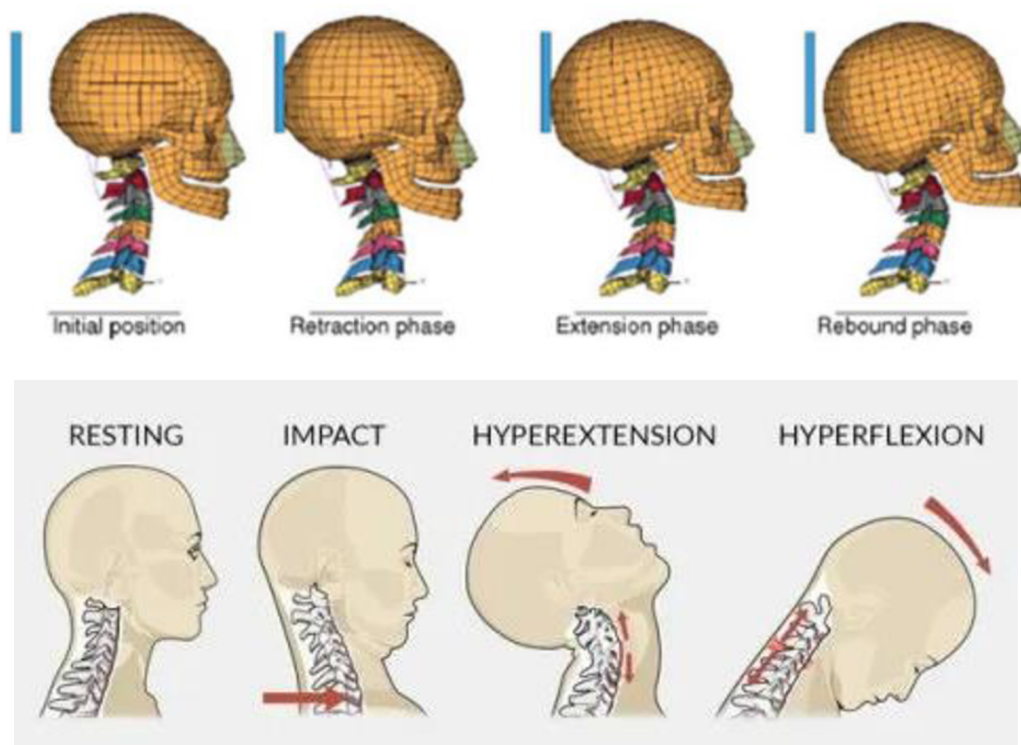
Automobilka Škoda Auto má v technickém vývoji specializované oddělení, které se zabývá výzkumem bezpečnosti dopravy. Pracovníci této skupiny jezdí k majitelům automobilů Škoda Auto, kteří měli nehodu, a zjišťují zdravotní a technické informace o průběhu nehody nebo následku nehody. Tyto informace se dále předávají do konstrukce jednotlivých dílů automobilu k prověření a případným změnám konstrukce, pokud daná oblast dílů úpravy umožňuje.

### 3.4.2 Whiplash syndrom

Syndrom Whiplash byl definován poprvé v roce 1919, kdy byl spojený především s železniční dopravou. Až déle v průběhu vývoje motorových vozidel byl spojen také s automobilovými vozidly, avšak může se vyskytnout i v jiných disciplínách například u běžných sportovních výkonů. (33)

Whiplash neboli „prásknutí bičem“ tvoří dvě třetiny poranění v silniční dopravě. Syndrom Whiplash je lékařský termín, který přesně popisuje poranění páteře při nehodě. Při nehodě dochází k tzv. hyperextenzi a následně hyperflexi dle obrázku (Obr. 42). Jedná se tedy o velice prudký a nečekaný pohyb hlavy vzad a vpřed při zadním nárazu, po kterém následuje v řádu setin sekundy pohyb opačným směrem, tento pohyb připomíná právě pohyb vlnícího se biče. Na hlavu pasažéra působí odstředivá síla, která působí na posádku během nárazu. Syndrom lze pojmenovat také výrazem „opěrkový syndrom“ z důvodu střetu hlavové opěrky s hlavou pasažéra. (33)





Obr. 42 Fáze kinematiky syndromu Whiplash (51)

V průběhu poranění syndromem Whiplash dochází k poraněním a ke zhmožděninám měkkých tkání v oblasti šíje a hlavy. Mezi poranění tohoto typu se řadí natržení meziobratlové plotýnky, natržení vazů, porušení nervových kořenů, poranění nebo natržení trapézového svalu, poškození čelistního kloubu a další. Největším zastoupením poranění po nehodě jsou bolesti ramen, krku a zad, bolesti krční páteře, tinnitus (pískání v uších) brnění v dolních a horních končetinách, bolesti hlavy, migrény, závratě (nestabilita a poruchy rovnováhy) a poruchy zraku. Do další skupiny se řadí symptomy psychologické, jako jsou deprese, úzkost, stres, nespavost nebo závislost na lécích. (34) (35)

Syndrom Whiplash je velice těžké identifikovat rentgenem nebo na CT, tato lékařská vyšetření bývají většinou negativní. Prvotní příznaky se nemusí objevit ihned po nehodě, mohou se na poraněných pasažérech projevit do týdne nebo i s větším odstupem času. Proto je toto poranění velice nenápadné a pro lékaře těžce identifikovatelné. Z důvodu rozdílné fyziologie muže a ženy v oblasti krční páteře, dochází k poranění více u žen nebo pak dětí či seniorů. (33)

Léčebné postupy při poranění v oblasti krku je dočasná fixace krčním límcem, ledové nebo teplé obklady, klid, masáže, rehabilitace nebo různé druhy injekcí. Chirurgický zákrok

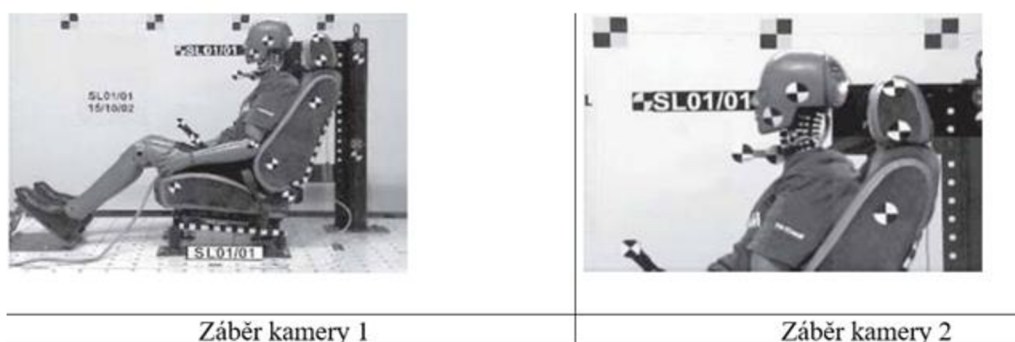
je řešen minimálně, ale pokud je zákrok nezbytný provádí se, celoživotní problémy po nehodě jsou pak statisticky u zhruba 10 až 15 % postižených pacientů. (35)

### **Možný způsob testování syndromu Whiplash Euro NCAP**

Kolizní data ukazují, že k většině whiplash úrazů, vznikajících při nárazu zezadu, dochází při  $\Delta V$ s 16 km/h (10 mph). Avšak data pojišťoven také ukazují, že k úrazům dochází při vyšších i nižších rychlostech. Ve světle těchto údajů je test Euro NCAP tvořen třemi saňovými testovacími simulacemi s různými scénáři zadního nárazu při různých  $\Delta V$ s. (36)

Tento testovací postup se vyznačuje třemi impulsy, nízké, střední a vysoké intenzity. Záznamové studie impulsů z reálných kolizí ukazují, že v reálných kolizích se vyskytuje řada různých impulsů a špičkových zrychlení, které tvoří základ pro impuls nízké intenzity. Impuls střední intenzity byl odvozen od výzkumu prováděného v pojišťovnictví, vyznačujícím se velkým počtem zkušebních kolizí dvou vozidel. Impuls vysoké intenzity se používá pro prevenci dlouhodobých úrazů, ke kterým dochází při závažnějších kolizích. (36)

Test se provádí na saních a využívá sedadlo vozidla, umístěné v podobné geometrické poloze, jako v reálném vozidle. Používá se figurína BioRID pro zadní nárazy a je usazená ve standardizované poloze s upnutým tříbodovým bezpečnostním pásem dle obrázku z kamer 1 a 2. (Obr. 43). (36)



*Obr. 43 Záběry ze zkoušky Whiplash (36)*

### **3.5 OSN č.21 - Vnitřní výčnělky vozidla**

Přepis OSN č.21 byl poprvé vydán a vstoupil v platnost 08.10.1980. V průběhu let byl za pomoci doplňků aktualizován. Všechna tato pravidla byla definována a uzavřena 20. března 1958 ve švýcarském městě Ženeva. I když byl dokument přibližně šestkrát aktualizován, podstata a základ předpisu zůstal stejný. (37)

Předpis OSN č.21 je předpis pro kontrolu vnitřních výčnělků a rádiusů v interiéru vozu. Tato norma je určena pro oblast nárazu hlavou a kolenem, které zahrnuje všechny tzv. A plochy (plochy viditelné, designové) kokpitu automobilu, tyto plochy nesmí obsahovat žádné ostré hrany nebo nebezpečné výčnělky. Do těchto ploch nespádají prosklené plochy (čelní sklo, boční skla). A plochy jsou kontrolovány v daných oblastech (oblasti 5.1, 5.2, 5.3 a 5.9) dle obrázku (Obr. 45). Každá oblast má svá přesně stanovená kritéria pro kontrolu. Předpis OSN č.21 je zaměřen na sestavu přístrojové desky, středové konzoly, výplní dveří a jejich zástavbové díly, které jsou ve voze. (2) (3)

Předpis OSN č.21 je definován pro dvě rozdílné metody, a to na statické a dynamické zkoušky. Zkoušky statické i dynamické se provádějí v certifikovaných zkušebnách jako jsou firmy TÜV SÜD nebo TÜV NORD a další. Pro vozy Škoda Auto tyto zkoušky provádí firma TÜV SÜD Czech v Bezděčíně u Mladé Boleslavi nebo Nymburce. Pro značku Volkswagen se zkouší ve většině případech v TÜV NORD. V praxi při výběru zkušebny vše závisí na dohodě mezi automobilkou, danou zkušebnou a na ceně poskytované služby. Každá potencionální zkušebna musí být pro realizaci bezpečnostních zkoušek certifikována, pokud není firma certifikována zkouška zde nemůže být provedena. Certifikace dané zkušebny znamená, že zkušebna je povinna přihlásit svoji firmu (zkušebnu) k povinné certifikaci u orgánu státního zkušebnictví. Daný orgán naplánuje kontrolu ve firmě, kde kontroluje správnost všech podmínek pro automobilový průmysl jako je utajení, GDPR, označení zařízení atd. Po této kontrole vydá dokument (certifikát) který firmu určuje za způsobilou v daném oboru zkoušek.

### 3.5.1 Díly související s předpisem

#### **Přístrojová deska**

Tento komponent je sestaven z mnoha specifických dílů a je umístěn v interiéru vozu před první řadou sedadel (Obr. 44). Přístrojová deska je plastový díl z materiálu (PP/PE, PC+ABS, ABS a další). Přístrojová deska podléhá nárokům zákazníka na funkcionalitu, udržitelnost, ergonomii, bezpečnost a především design, to jsou hlavní aspekty při výběru automobilů. Tento díl je také největším a nejsložitějším dílem celého interiéru. V dnešní době je přístrojová deska nosnou částí dotykových displejů různých rozměrů, ovládání, tlačítek, ofukovačů, klimatizace, světel nebo odkládacích schránek. Je také důležitým nosným dílem airbagu pro spolujezdce, který se řadí mezi pasivní bezpečnostní prvky interiéru. Přístrojová deska je za pomoci spojovacích materiálů (šroubů, matic, klipů)

spojena s ocelovým modulovým nosníkem kokpitu. Ve spodní části navazuje na podlahový koberec, středovou konzolu a obložení sloupku. Po levé a pravé straně z pozice cestujících jsou umístěny klínované nebo šroubované výplně dveří, které jsou spojeny s karosérií vozu. V horní oblasti navazuje na přístrojovou desku čelní sklo. (38) (39)

### **Středová konzola**

Sestava střední konzoly je umístěna v interiéru vozu mezi sedačkami v první řadě sedaček (Obr. 44). Střední konzola je plastový díl z často stejných materiálů jako přístrojová deska (PP/PE, PC+ABS, ABS a další). Sestava střední konzoly zakrývá středový tunel automobilu, slouží jako odkládací prostory pro kelímky nápojů, prostor pro bezdotykové nebo kabelové nabíjení mobilních zařízení, tlačítka pro ovládání nebo ofukovače pro pasažéry v druhé řadě sedadel. V zadní části u nových typů automobilů je umístěna loketní opěra, která je přišroubována k podlaze. Na loketní opěře je umístěn měkčený díl pro ergonomické a pohodlné odkládání ruky. V přední části je umístěno manuální nebo automatické řazení. Historické vozy měly v prvopočátku řazení pod volantem, které se následně přesunulo do středové konzole, aby se v posledních letech znovu přesunulo na místo pod volant do podvolantových prepínačů. Na začátku výroby automobilů nebyly díly střední konzoly výbavou interiéru, sedačky byly spojeny k sobě a tvořili pomyslnou lavici. Díly střední konzoly jsou dnes neodmyslitelnou součástí interiéru automobilu, které podléhají náročnému zákazníkovi z pohledu funkčnosti, materiálů, materiálové udržitelnosti, a především designu a ergonomie. (39)

### **Výplně dveří**

Výplně dveří jsou svařenec plastových dílů. Sestava je tvořena převážně z plastových materiálů (PP/PE, PC+ABS, ABS a další). Výplně dveří jsou nosným dílem pro ovládání bočních oken, polohy zrcátek a otevírání pátých dveří.

Součástí výplní jsou také reproduktory různých druhů a velikostí nebo ve Škoda Auto odkládacím prostorem pro deštník a košťátko, kapsou pro odkládání menších věcí a lahví. Pro pohodlné a měkké odložení ruky slouží měkká loketní opěra s ozdobným

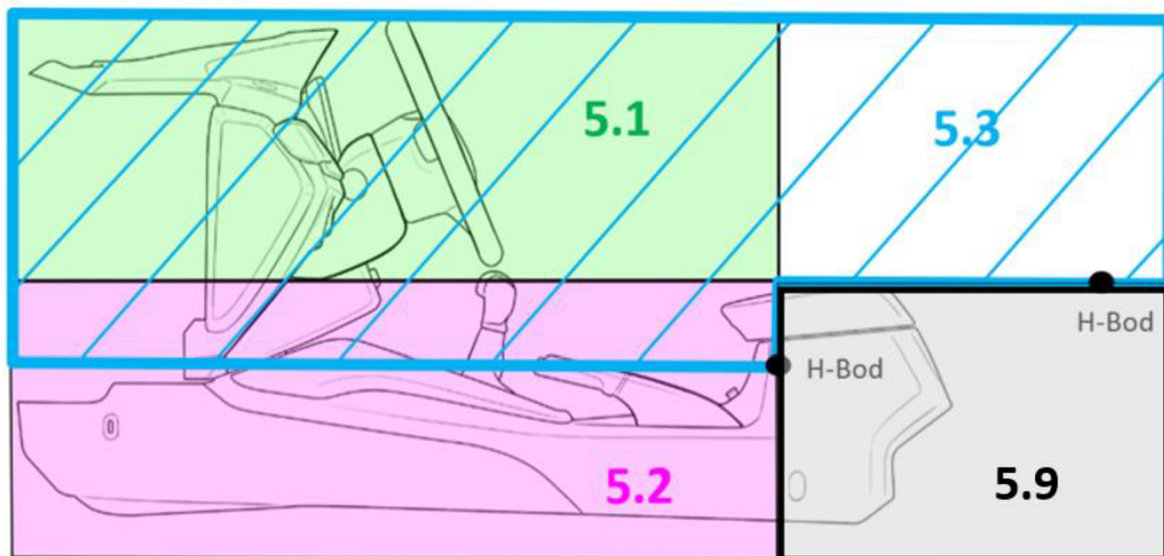
a funkčním švem. Výplně dveří přední a zadní jsou ve stejné materiálové a barevné koncepci a sladěny se zbytkem interiéru vozu dle obrázku (Obr. 44).



*Obr. 44 Interiér vozu Škoda Kodiaq (39)*

### 3.5.2 Statická zkouška

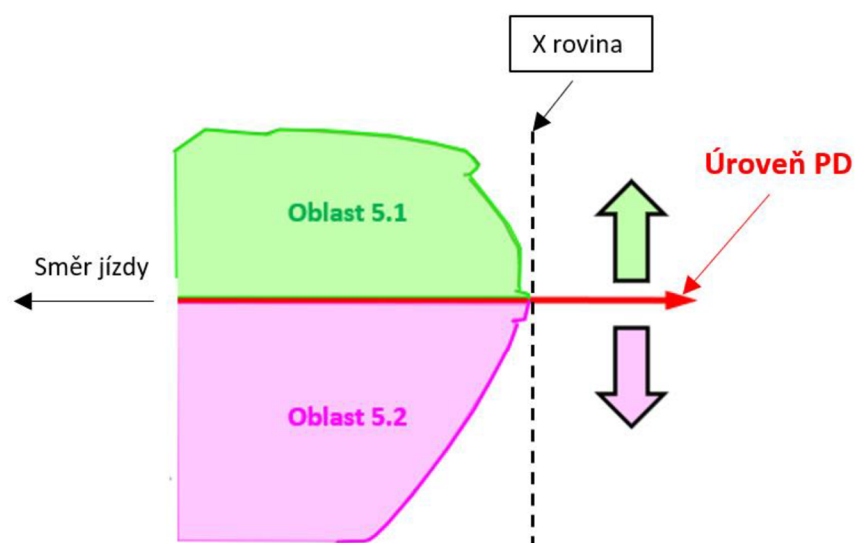
Interiér vozu je rozdělen do čtyř stanovených oblastí (Obr. 45) které jsou rozděleny H-bodem nebo pro oblast 5.1 a 5.2 nejzazším bodem ve směru osy X. Pro určení oblastí se používají dva H-body, pro přední řadu sedadel a zadní řadu sedadel. Nejzazší bod ve směru osy X je také často znám jako „spodní okraj přístrojové desky“ nebo také „úroveň přístrojové desky“. Nejzazší bod ve směru osy X lze definovat jako bod dotyku svislých tečen s přístrojovou deskou (Obr. 46) (Viz příloha 10, vysvětlivky, odstavec 2.4.) Čtyři určené oblasti jsou pojmenovány podle odstavce v předpise OSN č.21. (37)



Obr. 45 Rozložení oblastí – statická zkouška – zdroj autor

Přesná a doslovná definice určení úrovně přístrojové desky (Obr. 46) dle přílohy 10, odstavec 2.4.: „Úroveň přístrojové desky se vztahuje na celou šířku prostoru pro cestující a je vymezena nejzadnějšími body dotyku svislice s povrchem přístrojové desky, pohybuje-li se tato čára napříč šířky vozidla. Vyskytnou-li se zároveň dva body dotyku, použije se k stanovení úrovně přístrojové desky spodnější bod. V případě konzol, není-li možné stanovit úroveň přístrojové desky podle bodů dotyku svislice, bude úroveň přístrojové desky v místě, ve kterém vodorovná čára ve výši 25,4 mm nad bodem "H" předních sedadel protíná konzolu.“ (37)

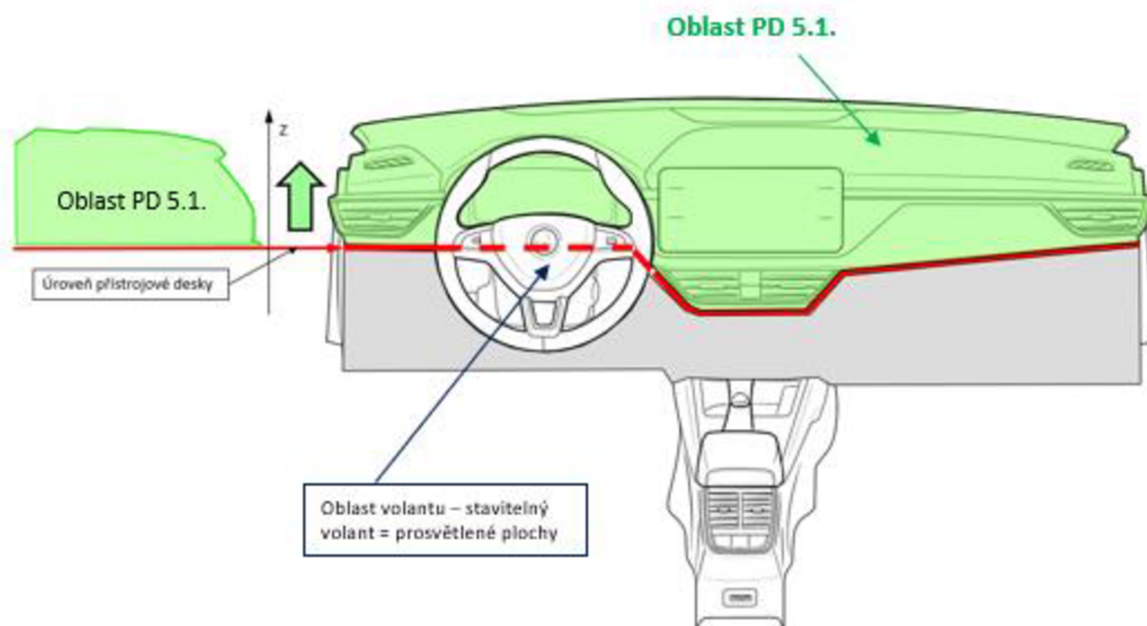
Definice H-bodu je definována dle OSN jako: *H-bod znamená střed otáčení trupu a stehna zařízení 3DH umístěného na sedadle vozidla. H-bod se nachází ve středu osy zkušebního zařízení, tj. mezi zaměřovači H-bodu na obou stranách zařízení 3DH. H-bod teoreticky odpovídá R-bodu.*“ (37)



Obr. 46 Určení úroveň přístrojové desky v Y řezu  
přístrojové desky – zdroj autor

### Oblast 5.1.

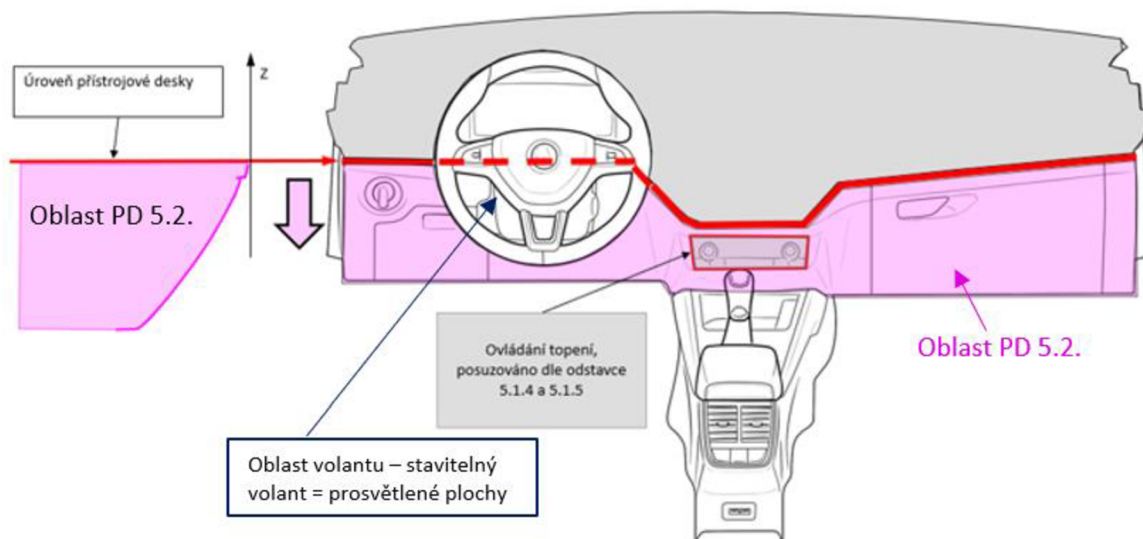
Úroveň přístrojové desky rozděluje oblasti 5.1. a 5.2. Díly, respektive jejich plochy, které podléhají požadavkům odstavce 5.1, jsou ve vnitřní části prostoru pro cestující, nacházející se vpředu nad úrovní přístrojové desky před bodem H předních sedadel dle obrázku (Obr. 47). Rádiusy v této oblasti nesmí být menší než 2,5 mm. Zkušebním impaktorem je koule o průměru 165 mm. (37)



Obr. 47 Definice oblasti 5.1. – zdroj autor

## Oblast 5.2.

Tuto oblast definuje stejně jako oblast 5.1. úroveň přístrojové desky. Oblast 5.2. podléhá požadavkům vnitřní části prostoru pro cestující, nacházející se taktéž v předu před první řadou sedadel. Oblast je umístěna pod úrovní přístrojové desky a před bodem H předních sedadel. Zkušebním impaktorem je klín o velikosti rádiusu  $R\ 60\text{ mm}$ . (viz OSN č.21 definice klínu), klín imituje koleno cestujících. Tato oblast má minimální požadavek na rádius  $3,2\text{ mm}$ . Oblast 5.2. dle obrázku (Obr. 48) má vyčleněnou jednu část, a to oblast například ovladačů topení, nebo dalších otočných ovladačů. Tyto malé oblasti jsou posuzovány dle odstavce 5.1.4 a 5.1.5. (37)

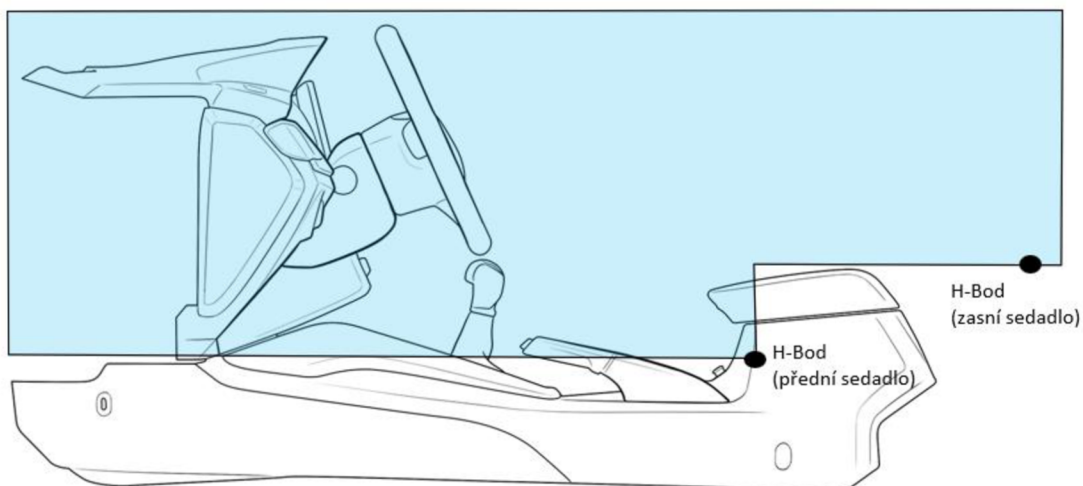


Obr. 48 Definice oblasti 5.2. – zdroj autor

## Oblast 5.3.

Tato oblast je doplňkem dvou předchozích oblastí tedy oblasti 5.1. a 5.2. Oblast 5.3. dle (Obr. 49) platí pro díly, které nejsou zahrnuty v oblastech 5.1. a 5.2. Díly pro oblast 5.3. nejsou oblastí přístrojové desky, ale díly jako jsou střední konzola nebo výplně dveří. Oblast je definována minimálním rádiusem  $3,2\text{ mm}$  a posuzuje se impaktorem koulí (imitace hlavy) o průměru  $165\text{ mm}$ . Kontrolují se všechny polohy dílů v dané oblasti jako jsou například loketní opěra, žaluzie na středové konzole a další. (37)

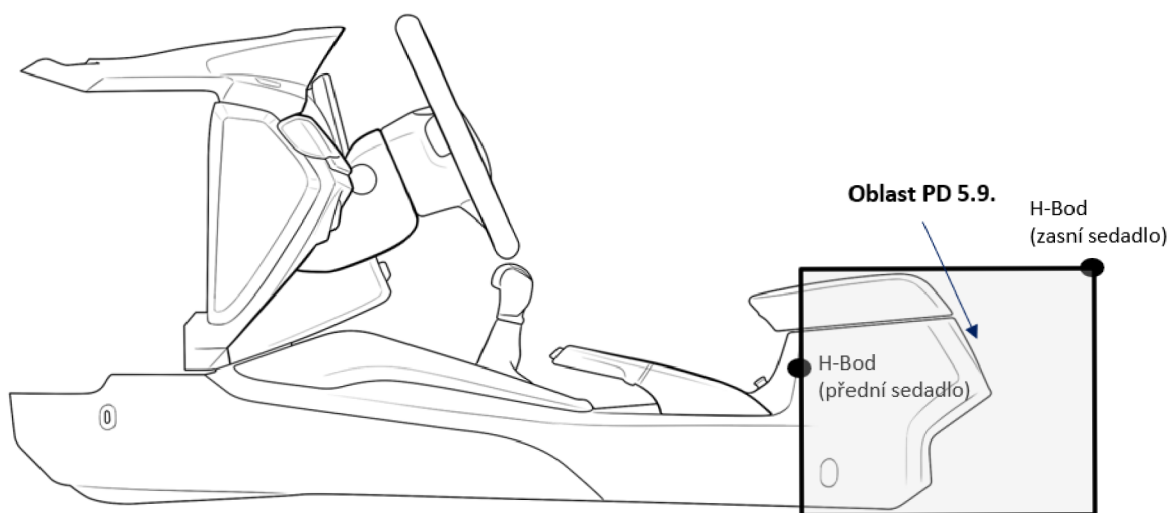




*Obr. 49 Definice oblasti 5.3. – zdroj autor*

### **Oblast 5.9.**

Poslední čtvrtou oblastí pro určení oblastí pro statickou zkoušku je oblast na středové konzoli. Oblast je umístěna pod H-body předního a zadního sedadla dle obrázku (Obr. 50). Pro tuto oblast se kontrolují rádiusy s minimální hodnotou 3,2 mm, zkušebním impaktorem je koule o průměru 165 mm. Kontrolují se všechny polohy dílů v dané oblasti například ofukovače, loketní opěra. (37)

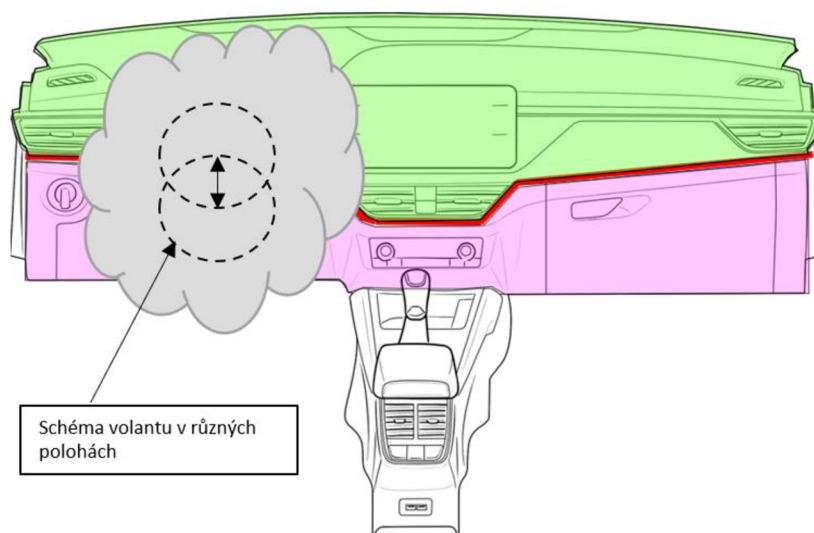


*Obr. 50 Definice oblasti 5.9. – zdroj autor*

### Oblast za volantem

V oblastech č. 5.1 a č. 5.2 relevantní přístrojové desce platí několik výjimek. Jednou z nich je oblast za volantem. V této oblasti jsou R min. definovány dle přílohy 6. OSN č.21 sražená hrana nebo minimální technický rádius (definice v následujícím odstavci). Tam a pouze v místech, kde se zkušební zařízení koule nebo klín nedostane mezi ovládací orgán řízení (volant) (Obr. 51). Pro určení této oblasti jsou zapotřebí všechny polohy volantu dle diagramu seřízení sloupku řízení (pohyb v ose Za v ose sloupku řízení). V konstrukčním programu Catia V5 lze podle tohoto diagramu nastavit a definovat všechny polohy, a tedy určit maximální obálku v oblasti volantu. V reálné zkoušce je zapotřebí za pomoci páky polohovat volantem a určit tak danou oblast, respektive ověřit, zkontrolovat možnost dosahu impaktorem. (37)

U různých značek automobilů jsou pro každý model automobilu používány různé druhy volantů. Například sportovní automobily mají sportovnější typ a design, a to se rovná jinému tvaru než v jiných výbavových stupních daného typu automobilu. Je tedy zapotřebí dbát na průnik všech druhů volantu pro daný automobil, jen tak dojde k úspěšnému splnění zkoušky. (37)



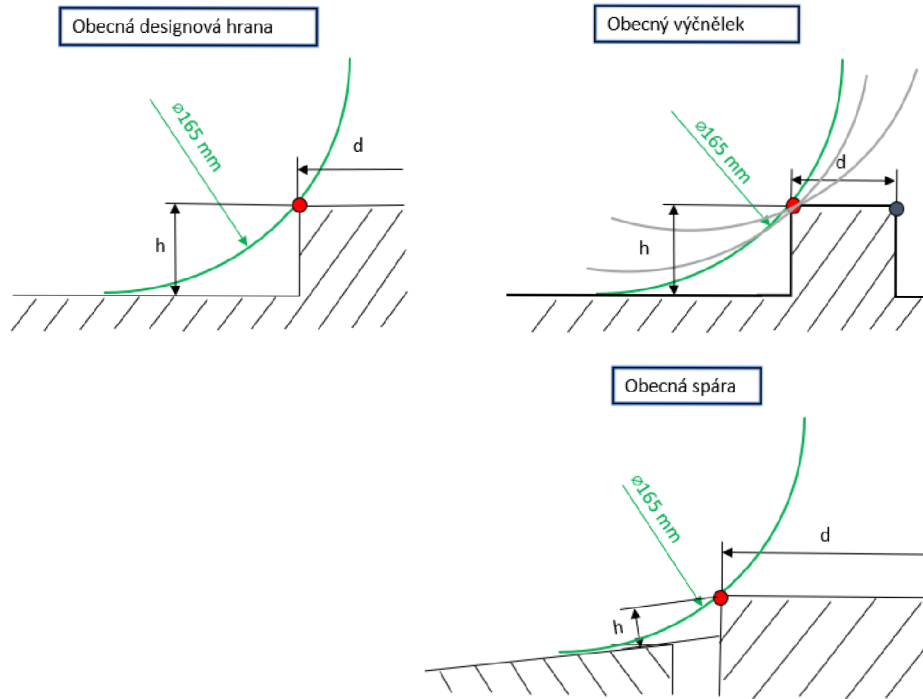
Obr. 51 Oblast za volantem – zdroj autor

### Obecný výčnělek / designová hrana / obecná spára

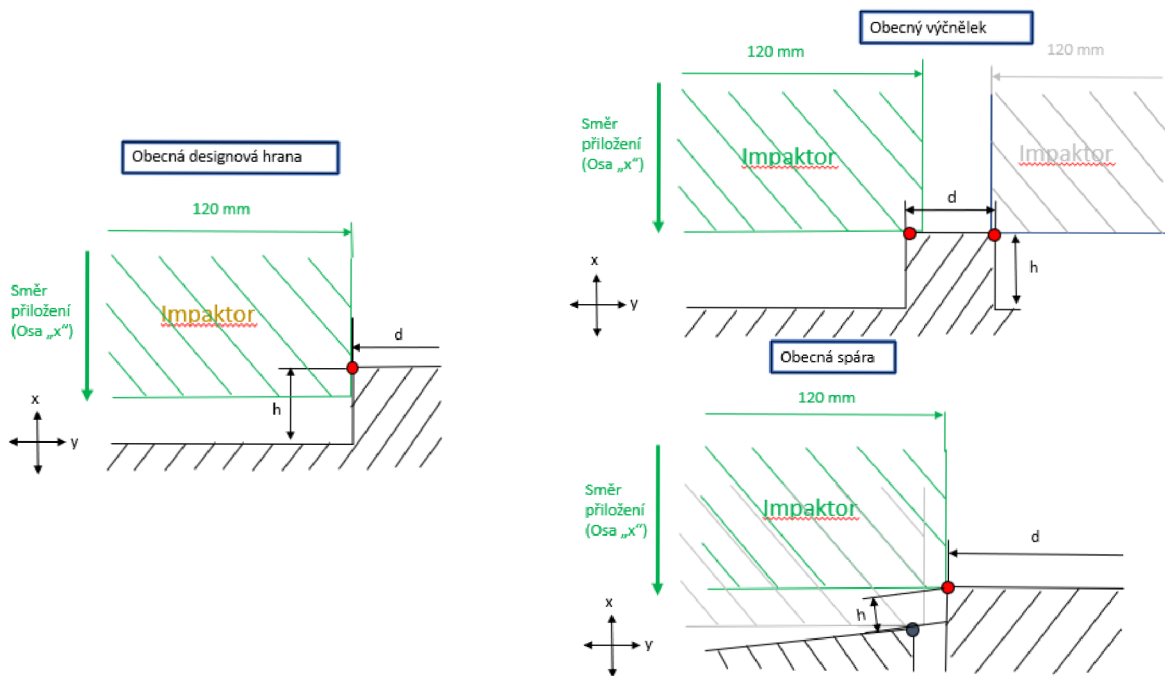
Pro oblast kokpitu, tedy oblast přístrojové desky a středové konzole oblast 5.1. a 5.2, platí dle OSN č.21 definice „ostré hrany“ dle odstavce 2.18. Ostrá hrana = Hrana tuhého materiálu s  $R_{min} < 2,5$  mm. Pokud jsou dodrženy rozměry dle vzorce níže, lze připustit

minimální poloměr  $R_{min}$  0,5 mm zaoblení sraženou, tupou hranou. Přesné vysvětlení dle názorných příkladů obecného výčnělku, obecné designové hrany (Obr. 52 a Obr. 53). (37)

Vzorec: **Pokud je  $h < 3,2 \text{ mm}$  a zároveň platí min.  $2 \cdot d > h$ , může být sražená hrana.**



Obr. 52 Obecný výčnělek pro oblast 5.1. – zdroj autor



Obr. 53 Obecný výčnělek pro oblast 5.2. - zdroj autor

Přesné znění z předpisu OSN č.21: „Ostrá hrana“ je hrana tuhého materiálu mající poloměr zaoblení menší než 2,5 mm s výjimkou případů výčnělků menších než 3,2 mm, měřeno z panelu postupem popsaným v odstavci 1. přílohy 6. V tomto případě se nepožaduje minimální poloměr zaoblení za předpokladu, že výška výčnělku není větší než polovina jeho šířky a jeho hrany jsou tupé (viz příloha 10, vysvětlivky, odstavec 2.18.). (37)

### **Hodnocení odvětrávací mřížky**

Odvětrávací mřížka v moderních automobilech byly nahrazeny sofistikovanými kinematickými ofukovači, které slouží v automobilu k proudění studeného nebo teplého vzduchu v interiéru vozu. Příklad ofukovače ze Škody Superb 3. generace (Obr. 54). Za pomoci klima skříně a vedení vzduchu je vzduch tlačěn a veden skrze ofukovače do interiéru vozu pomocí lamel, které jsou umístěny v těle ofukovače. Lamely také slouží k proudění vzduchu do interiéru vozu a těmito díly lze regulovat nebo směřovat vzduch. Ve vozidle jsou umístěny ofukovače před cestujícími, pro přední pasažéry jsou umístěny v přístrojové desce a pro druhou řadu ve středové konzole nebo v obložení sloupků, dle značky, typu automobilu. (40)

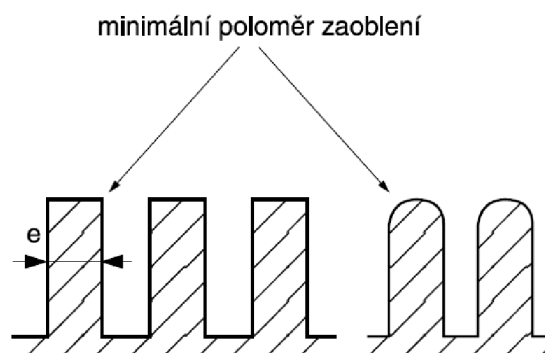


*Obr. 54 Ofukovač ve Škoda Superb 3. generace (40)*

Samotná mřížka dle předpisu OSN č.21 musí splňovat pro statickou zkoušku také své kritéria dle odstavce 5.1.1 příloha 10. Mřížky, lamely vyhovují předpisům jestli-že splňují požadované informace uvedené v (Tab. 5). V případě možného dotyku impaktoru koule, musí vždy lamely ofukovače tvořit minimální poloměry dle (Obr. 55). (37)

*Tab. 5 Požadavky na odvětrávací mřížky (37)*

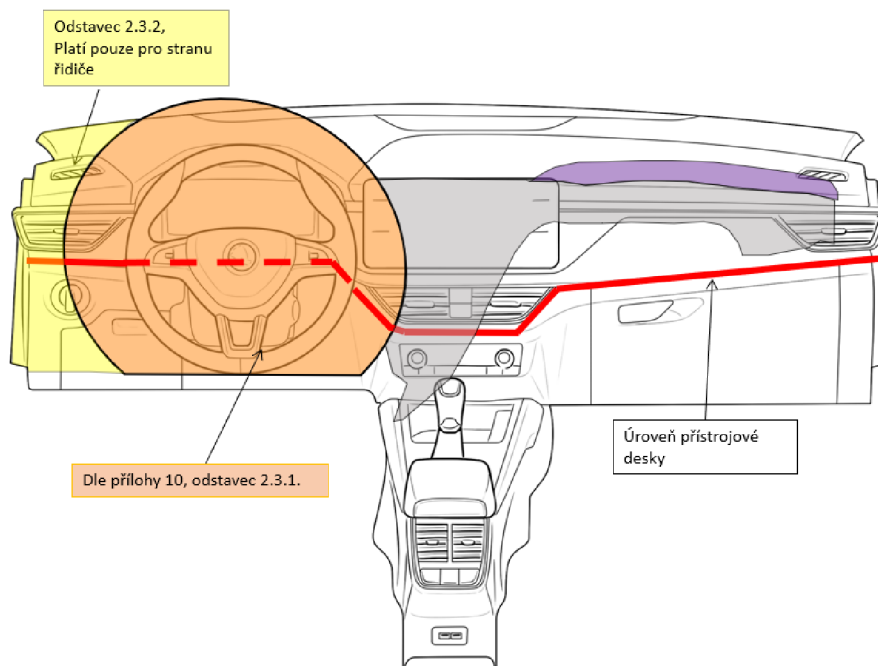
mezera mezi prvky	ploché prvky		zaoblené prvky
	e/min. (mm)	min.poloměr (mm)	min.poloměr (mm)
0 - 10	1,5	0,25	0,5
10 - 15	2,0	0,33	0,75
15 - 20	3,0	0,50	1,25



*Obr. 55 Minimální poloměr zaoblení (38)*

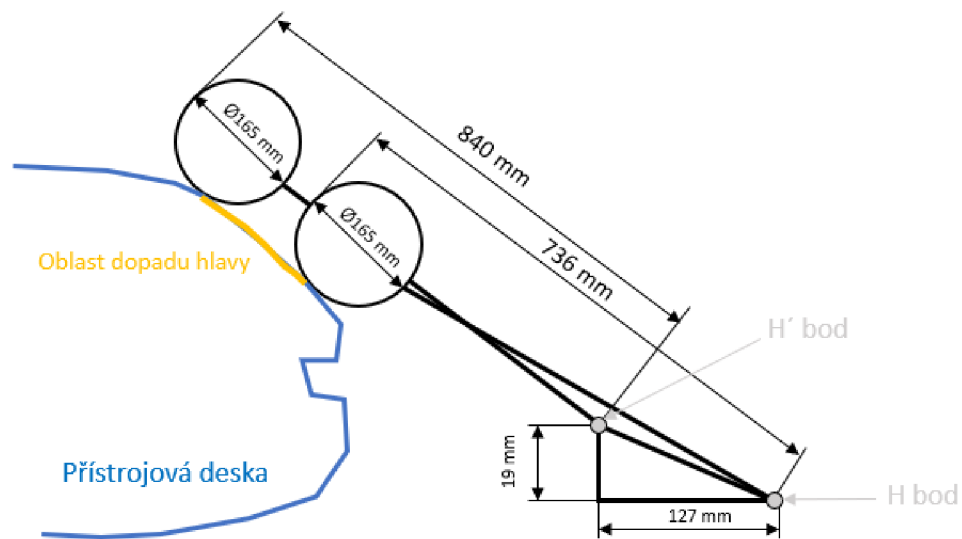
## Stanovení statické oblasti nárazu hlavou – pohlcení energie

Oblast nárazu hlavou pro statické určení pohlcení energie se určí dle přílohy 1. OSN č.21. Pro oblast označenou šedou barvou (Obr. 56) platí podmínky plnění minimálních rádiusů dle 5.1, 5.2 a 5.3. Jedná se o oblast, které řeší všechny nezasklené plochy prostoru interiéru vozidla. Tyto plochy mohou přijít do kontaktu s kulovým impaktorem o průměru 165 mm. Plocha označená fialovou barvou je vyjmutá oblast, a to z důvodu kolize se stropem a sluneční clonou. Oranžová oblast je vyjmutá oblast dle odstavce 2.3.2. předpisu OSN č.21, kdy se od průmětu všech poloh řídicího orgánu (volantu) vytvoří zvětšený obvodový pás široký 127 mm. Žlutá oblast je vyjmutou oblastí, kde se průměr koule (165 mm) nedotkne plochy přístrojové desky z důvodu nedostatečného prostoru mezi oranžovou vyjmutou plochou a výplní dveří. Tato žlutě vyznačená oblast platí pouze pro stranu řidiče. Výsledná oblast je určena šedou barvou po určení všech omezujících podmínek (vyjmutých oblastí). (37)



Obr. 56 Stanovení statické oblasti nárazu hlavou – zdroj autor

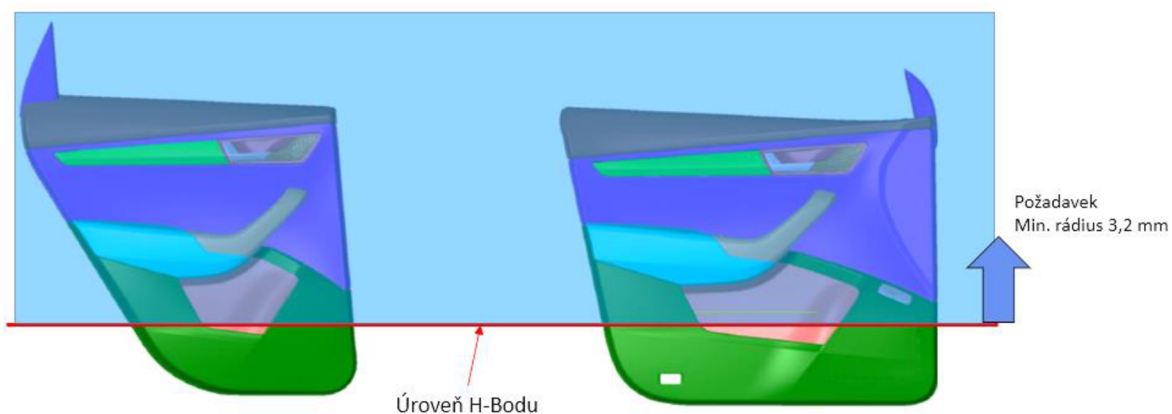
Dopadová plocha na přístrojové desce je určena H bodem ze sedadla první řady. Do sedadla je umístěno ocelové zkušební zařízení (Obr. 57). Za pomoci kyvadla v rozsahu s délkou 736 mm až 840 m, umístěno v H-bodu. V případě, že sedadla mají podélné natavení je oblast určena z H' - bodu. (127 mm před a 19 mm nad H - bodem). (37)



Obr. 57 Určení dopadu hlavy – zdroj autor

### Určení zón pro výplně dveří

Výplně dveří spadají do oblasti 5.3 dle OSN č.21. Výplně rozdělují Z rovina, kterou určuje H-bod. Všechny díly a plochy vyskytující se nad úrovní H-bodu jsou kontrolovány impaktorem koulí imitující hlavu pasažéra o průměru 165 mm. Pro tuto oblast platí minimální požadovaný rádius 3,2 mm. Oblast výplní dveří pod úrovní H-Bodu nepodléhá kontrole. H-bod určuje úroveň pro přední i zadní výplně dveří v interiéru automobilu dle obrázku (Obr. 58). (37)



Obr. 58 Stanovení oblasti 5.3 na výplních dveří – zdroj autor

### 3.5.3 Dynamická zkouška

Dynamická zkouška se provádí v certifikované zkušebně. Stejně jako tomu je v případě statické i dynamické zkoušky. Dynamická zkouška má své určené oblasti, které stanovuje Příloha 8. OSN č.21. Zde může žadatel, který musí mít všechny postupy schválené technickou organizací (zkušebnou) prokázat, že určená oblast přísluší danému typu vozu pro náraz hlavou. Pro určení, prokázání oblastí nárazu hlavou v dynamické zkoušce, se může provést dle předpisu třemi způsoby. Metoda simulovaného nárazu není jednoznačně prokazatelná, proto se musí ověřit nejméně třemi podmínkami uvedenými v saňové zkoušce a ve zkoušce nárazové. (37)

První možností jsou nárazové zkoušky automobilu. V tomto případě se jedná o zkušební automobil, který má funkční a aktivní zádržné systémy (pasy, airbag a další) pro daný typ automobilu. Zkouška se provádí za použití podmínek čelního nárazu do pevné bariery (Obr. 59). Rozsah při této zkoušce je  $\pm 30^\circ$  s rychlostí nárazu minimálně 48,3 km/h. Předpis definuje, že dostatečně zkoušet při  $0^\circ$ ,  $+30^\circ$  a  $-30^\circ$ . Pro tuto zkoušku nejsou v kabině automobilu umístěni pasažéři, ale figuríny různých typů. Například 5% dospělá žena, 50% a 95% dospělý muž. Výrobce automobilu před zkouškou tyto figuríny usadí v poloze dle předpisu. Tento typ zkoušky je z ekonomického hlediska velice drahý. Při každé zkoušce dojde k trvalému poškození a deformacím (crash) na zkušebním automobilu. Proto většina výrobců automobilů používá druhý levnější typ provedení zkoušky. (37)



*Obr. 59 Zkouška čelního nárazu (45)*

Možností, jak zkoušet, aniž by byl porušen zkušební automobil je saňová zkouška (Obr. 60). V tomto typu zkoušky je použita stejná rodina figurín jako v předchozím typu.



Pohyb cestujících není ve směru jízdy, ale otočením zkušebního zařízení o 180°. V této zkoušce tedy dochází ke zrychlení nikoliv zpomalení jako tomu je u nárazové zkoušky. Pohyb figurín se určí za pomoci časového diagramu působením zpoždění. (37) „Směr dopředného pohybu figurín se považuje za vyhovující, pokud střední osa zkoušeného objektu, běžně karosérie, pokrývá rozsah  $\pm 18^\circ$  od podélné střední osy sani. Normálně je dostačující zkoušet při  $0^\circ$ ,  $+18^\circ$  a  $-18^\circ$ .“ (37)

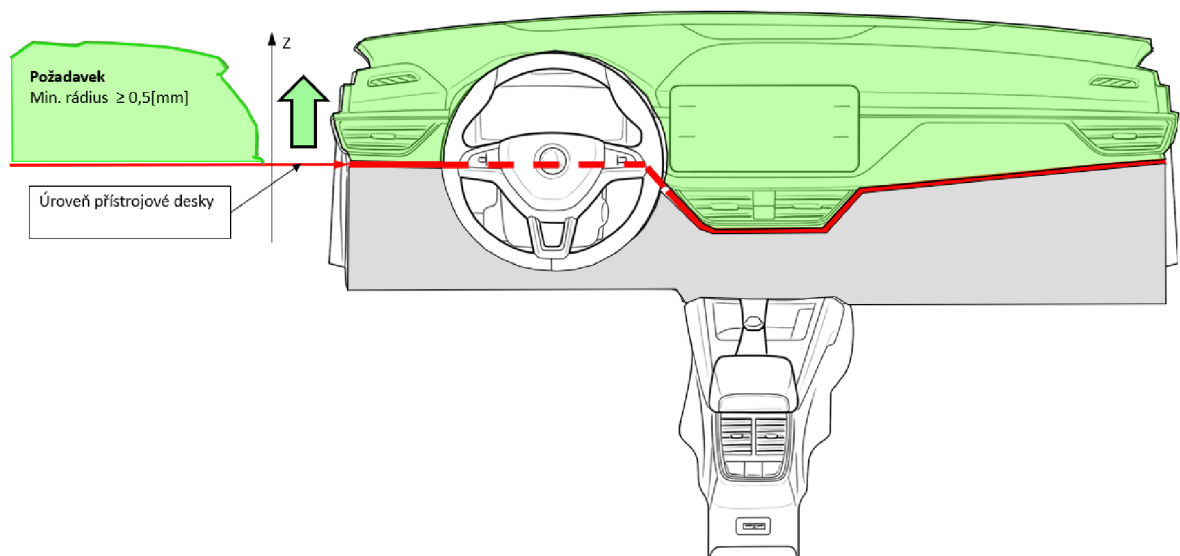


Obr. 60 Saňová zkouška (urýchlovací vozík) (46)

Dynamicky určená oblast nárazu hlavy obsahuje oblast 5.1 přístrojové desky. V těchto oblastech může dojít ke kontaktu s hlavou, kdy cestující jsou připoutáni. Tito cestující používají ochranné systémy, které jsou instalovány v daném typu automobilu. Většina automobilů je vybavena různými typy ochranných systémů. Je nutné prověřit všechny systémy s minimálním výkonem. V automobilu jsou umístěny systémy, které řidič případně spolujezdec mohou před nebo v průběhu jízdy deaktivovat. Tyto systémy jsou určeny jako doporučené a výrobce automobilu je musí označit v příručce. (37)

Výrobci automobilů nebo zástupci těchto firem musí předložit simulace, výpočty, zkušební data nebo výsledky zkoušek. (37)

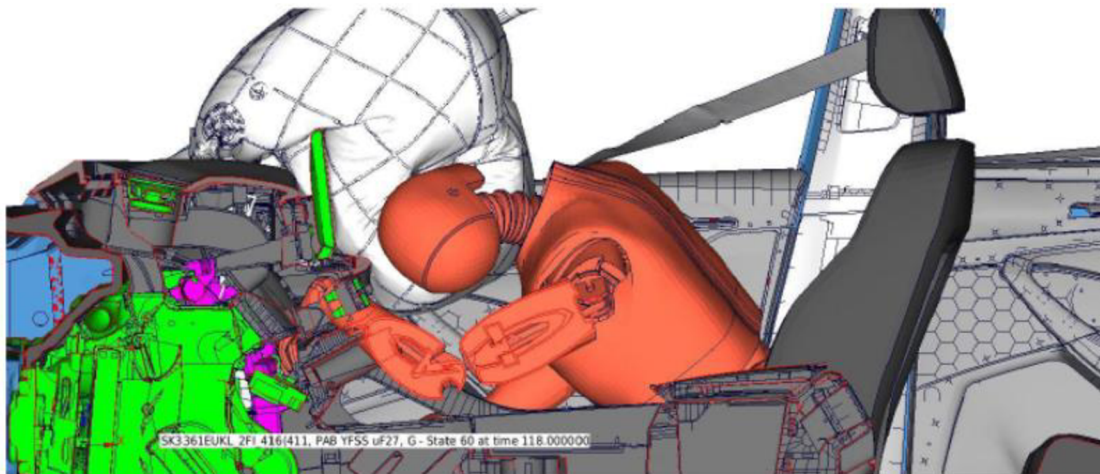
V případě, že simulace za použití aktivních zádržných systémů vozu prokáže, že hlava pasažérů se nedotkla povrchu přístrojové desky ve vzdálenosti minimálně 50 mm od přístrojové desky, je možné v oblasti 5.1. (Obr. 61) použít rádiusy splňující definici ztupené hrany, tedy rádiusy R 0,5 mm. (37)



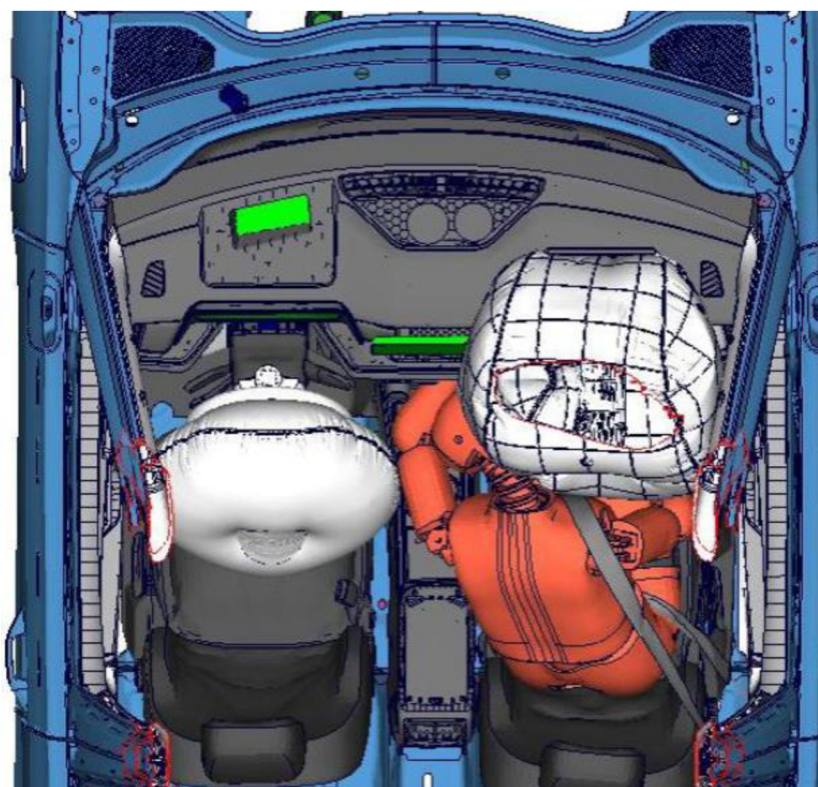
*Obr. 61 Určení oblasti nárazu hlavou pro dynamický test – zdroj autor*

### **Příklad**

Obrázek (Obr. 62) znázorňuje pohled ve směru Y, simulaci figuríny v automobilu Kodiaq. Figurína je pomocí bezpečnostního pasu připoutána k sedadlu a je vystřelený airbag spolujezdce a řidiče. Hlava pasažéra po sklouznutí z airbagu dle obrázků (Obr. 62 a Obr. 63) nesmí přijít do kontaktu s přístrojovou deskou (tuhým dílem) a zároveň hlava musí být minimálně 50 mm od přístrojové desky. Simulace je zobrazena v čase 118 ms, ve vzdálenosti 26,1 mm od přístrojové desky a 57,4 mm od displeje. Dle předpisu OSN č.21 musí rádius, který je od hlavy vzdálen pouze 26,1 mm splňovat minimální rádius 2,5 mm dle statické zkoušky předpisu OSN č.21. Na displeji může být rádius 0,5 mm dle dynamické zkoušky předpisu OSN č.21. (37)



*Obr. 62 Simulace dynamické zkoušky pasažéra do přístrojové desky – zdroj autor*



*Obr. 63 Simulace dynamické zkoušky pasažéra do přístrojové desky pohled shora – zdroj autor*

## 4 Praktická část práce

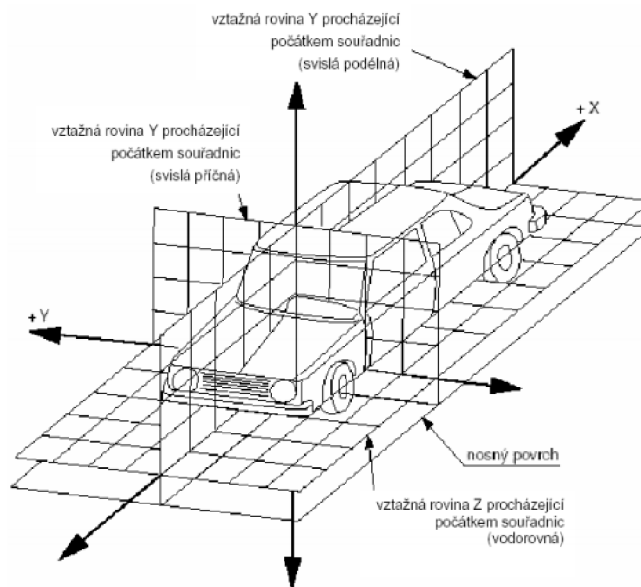
V této části diplomové práce je popsán průběh statické zkoušky vnitřních výčnělků na přístrojové desce a pohlcení energie v interiéru automobilu. Druhou zkouškou je statická zkouška hlavových opěrek. Všechny zkoušky jsou prováděny v okamžiku prvních výpadových dílů z nástroje. Reálné zkoušky na daných dílech byly provedeny v certifikované zkušebně.

### Trojrozměrný vztažný systém

Trojrozměrný vztažný systém dle obrázku (Obr. 64) slouží k určení tří pravoúhlých rovin, které určuje výrobce automobilu. Tento systém je popsán v oblohu předpisech (OSN č.17 a OSN č.21). Trojrozměrný vztažný systém je důležitý pro vyhodnocení statických zkoušek této práce. (37)

*„Měřicí polohy vozidla se dosáhne jeho postavením na nosnou plochu tak, aby souřadnice výchozí vztažných značek odpovídaly hodnotám určeným výrobcem.“ (37)*

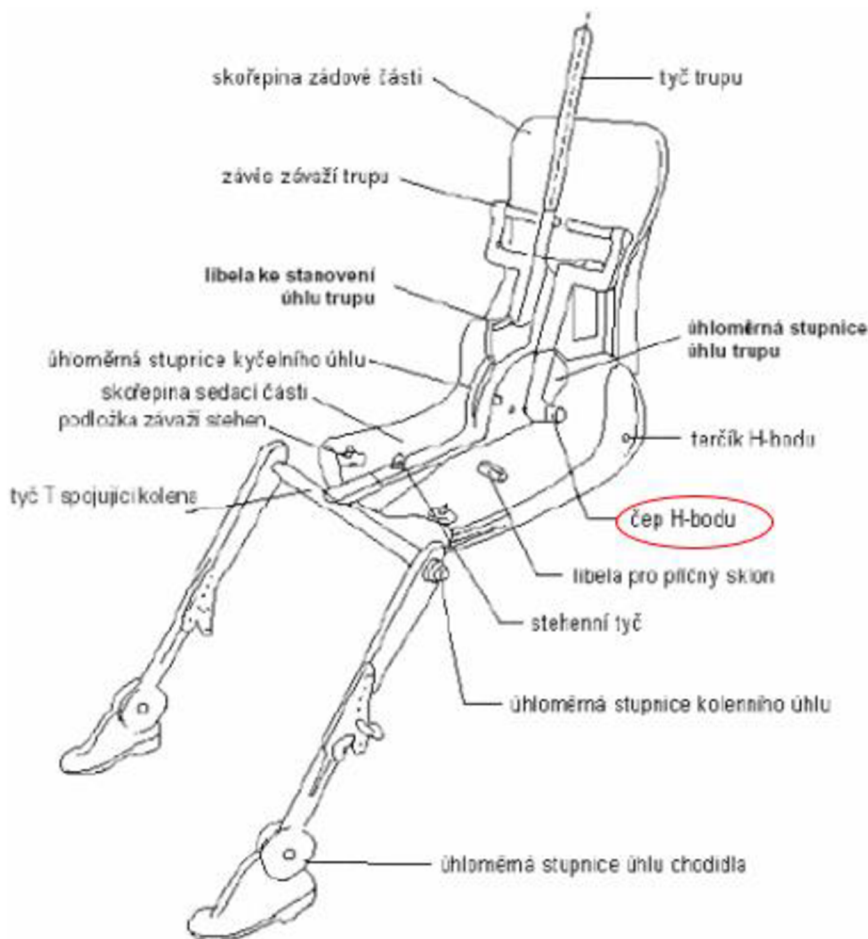
*„Souřadnice R-bodu a H-bodu se stanovují ve vztahu k výchozí vztažným značkám určeným výrobcem vozidla.“ (37)*



Obr. 64 Trojrozměrný vztažný systém vozidla (37)

Na základě souřadnicového systému je zapotřebí definovat čtyři základní parametry, a to polohy bodů H a R ve střežích osách, přímky a úhly. Body H a R jsou popsány v předpisech (OSN č.17 a OSN č.21) stejným způsobem. (37)

„H-bod znamená střed otáčení trupu a stehna zařízení 3DH umístěného na sedadle vozidla. H-bod se nachází ve středu osy zkušebního zařízení, tj. mezi zaměřovači H-bodu na obou stranách zařízení 3DH. H-bod teoreticky odpovídá R-bodu.“ (37) Zařízení 3DH a jeho části jsou popsány graficky na obrázku (Obr. 65). Dle předpisů jsou povoleny odchylky dle odstavce 3.2.2. „Vzájemná poloha R-bodu a H-bodu a vztah mezi konstrukčním a skutečným úhlem trupu se považují pro dotyčné místo k sedění za uspokojivé, jestliže H – bod určený svými souřadnicemi se nachází uvnitř čtverce s vodorovnými a svislými stranami délky 50 mm, jehož úhlopříčky se protínají v R-bodu, a jestliže se skutečný úhel trupu liší od konstrukčního úhlu trupu nejvýše o 5°.“ (37) H-bod dle obrázku (Obr. 65) pomyslným bodem středu pánve (mezi trupem a stehnem) pasažéra. (37)



Obr. 65 Označení části zařízení 3DH (37)

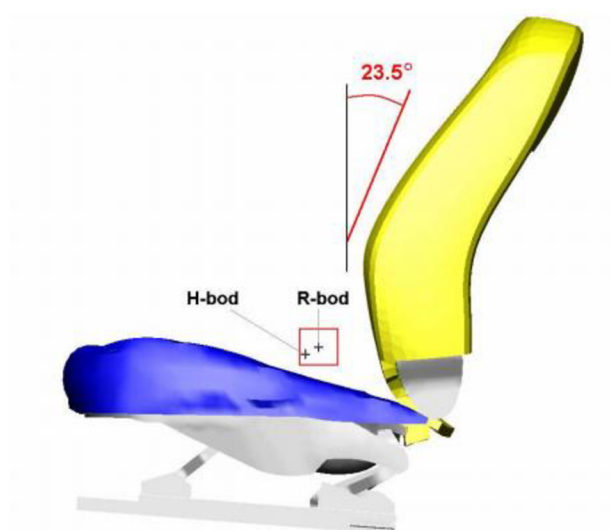
„R – bod nebo vztažný bod místa k sedění znamená konstrukční bod definovaný výrobcem vozidla pro každé místo k sedění a stanovený ve vztahu k trojrozměrnému vztažnému systému vozidla.“ (37) Polohy bodů H a R mohou být určeny jako totožné, ale ne

ve všech případech. Pozice H-bodu a R-bodu jsou v sedačce znázorněny v obrázku (Obr. 66).

R-Bod je bod, který slouží pro potřeby designu H-bod. Umístění R-bodu určuje čtverec o stranách 50 mm se středem v bodě H. (37)

Čára trupu je spojnice středu hlavy pasažéra s kyčelním kloubem. V měřícím zařízení je to tyč, které vede z H-bodu do hlavy. (37)

Posledním prvkem je úhel sedadla, tento úhel svírá čáru trupu se stehnem cestujících, nebo tyčí, která zastupuje pasažéra na měřícím zařízení. (37)



Obr. 66 Ukázka polohy H-bodu vůči R-Bodu (40)

#### 4.1 Statická zkouška vnitřních výčnělků dle OSN č.21

Před uvedením automobilu na trh, v takzvaném SOP projektu, jsou provedeny zkoušky statické i dynamické. Tyto zkoušky mají ověřit způsobilost automobilu ze všech možných hledisek dle legislativy tak aby automobil mohl být homologován.

Zkouška přístrojové desky byla provedena na přístrojové desce vozu Enyaq ve zkušebně TÜV SÜD Czech. Z důvodu předejití nevyhovujících statických zkoušek se v průběhu vývoje (konstrukce) automobilu provádí výpočty programem CATIA V5 (CAVA) nebo kontrola v řezu v CATIA V5. Software CATIA je vyvinut francouzskou firmou Dassault Systèmes. Tento software slouží k práci vývojářů v leteckém a automobilovém průmyslu po celém světě. CAVA je doplněk ke CATIA V5 od Dassault Systèmes. Tento doplněk slouží k mnoha úkonům a jedním z nich je také kontrola vnitřních rádiusů, určení zón daných dílů a určení zóny pohlcení energie.

Kontrola v řezu se provádí tak, že se v softwaru CATIA připraví řezy Y (může být Z nebo jejich úhlové natočení). Řez znázorňující konturu přístrojové desky, všechny rádiusy a výčnělky. Takových Y řezů po celé šířce přístrojové desky může být nespočet, volí se pouze oblasti, které jsou určeny odpovědným vedoucím konstrukce. Ke kontuře se v řezu nakreslí kružnice o průměru 165 mm a kontrolují se dané oblasti v místech kontaktu z pohledu minimálních rádiusů a výčnělků.

Druhou novější a přesnější metodou je kontrola CAVOU, která pracuje s přesností na 0,002 mm. K tomuto výpočtu se používají A-plochy určených dílů k výpočtu. Výsledkem je dlouhý seznam bodů, které mají svoji polohu v trojrozměrném osovém systému. Tyto body nám znázorňují kontrolované rádiusy a hrany. Problémová místa jsou znázorněna skupinou bodů většinou červenou barvou a vyhovující barvou zelenou.

Výsledek NOK z obou uvedených metod je určující pro změnu nebo úpravu povrchových dat daného dílu.

### **Fyzická zkouška**

Pro fyzickou zkoušku bylo zapotřebí použít zkušební přípravky, zařízení, které jsou popsány v předpise OSN č.21, postup zkoušky je také uveden v tomto předpisu. Pro určení zkušebních impaktorů je důležité určení zón, které jsou popsány v části 3.5. Zkouška byla provedena ve voze s plnou zástavbou všech dílu automobilu. (37)

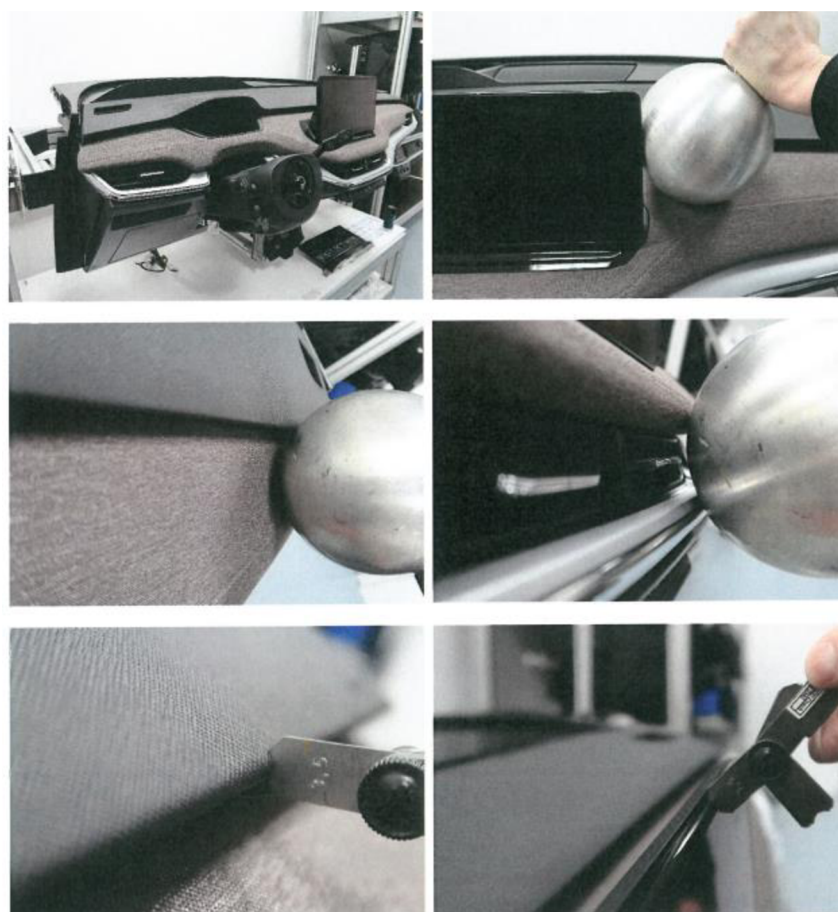
### **Zkušební přípravek koule a postup zkoušky v oblasti 5.1.**

Ke statické zkoušce rádiusů a výčnělků na přístrojové desce byl použit zkušební impaktor koule o průměru 165 mm. Zkušební přípravek se posouvá a je v kontaktu s posuzovanou plochou součástí. Velikost daného výčnělku je největší hodnota ze všech možných poloh a měří se od středu impaktoru kolmo k panelu. Při vykonávání této statické zkoušky byly kontrolovány všechny díly (povrchy) s tvrdostí menší jak 50 SHORE. (37)

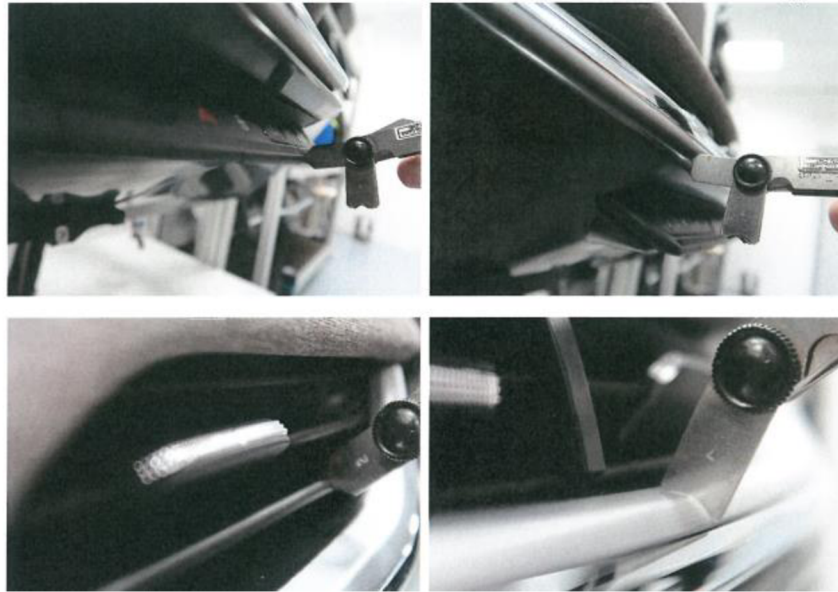
Přístrojové desky Enyaq jsou díly měkké a měkčené. Například látkové dekorové díly a vypěněný nosič přístrojové desky. U těchto dílu byla provedena zkouška tvrdosti, která prokázala, že díly vykazující tvrdost v hodnotách nad 50 SHORE Zde nemusí dojít ke stržení měkkých částí. Pokud by zkouška tvrdosti prokázala hodnoty pod 50 SHORE, je nutné svrchní měkkou část strhnout a rádiusy kontrolovat na plastovém nosiči dílu. Průběh zkoušky je patrný v obrázcích (Obr. 67).

Předpis OSN č.21 nepředepisuje, jakým zkušebním zařízením provádět kontrolu rádiusů, proto byly použity tvarové rádiusové měrky dle obrázku (Obr. 67). Tyto měrky jsou kalibrované, a proto splňují požadavky pro vykonání zkoušky. Tvarové měrky pro měření rádiusů mají pro tuto zkoušku jednu nevýhodu, kterou je přesný tvar rádiusu na měrkách, většina rádiusů na přístrojové desce má nerovnoměrný (křivostní), designový rádius. Pro vykonání zkoušky je toto měření dostačující. (37)

V případě, že zkušební specialista není přesvědčený o správnosti rádiusu dle měrky, vyžádá si řez od odpovědné osoby z konstrukce daného dílu, tento řez z reálných dat dílu poslouží jako pomocný mechanismus k určení správnosti rádiusu pro danou zónu.



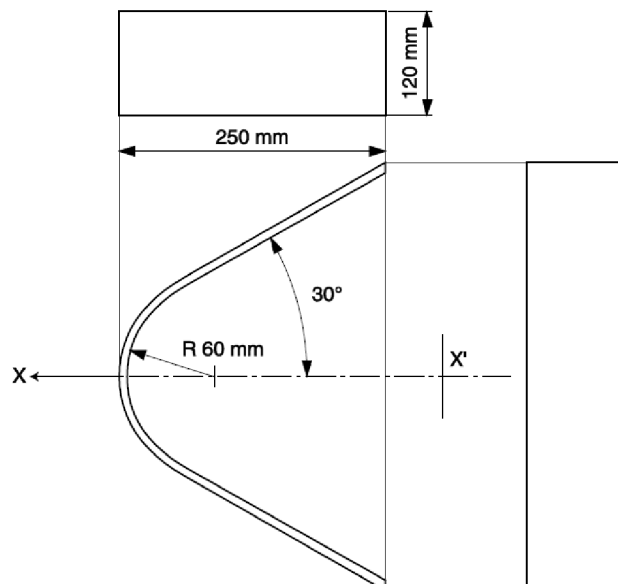




*Obr. 67 Statická zkouška v oblasti 5.1. – zdroj autor*

### **Zkušební přípravek klín a postup zkoušky v oblasti 5.2.**

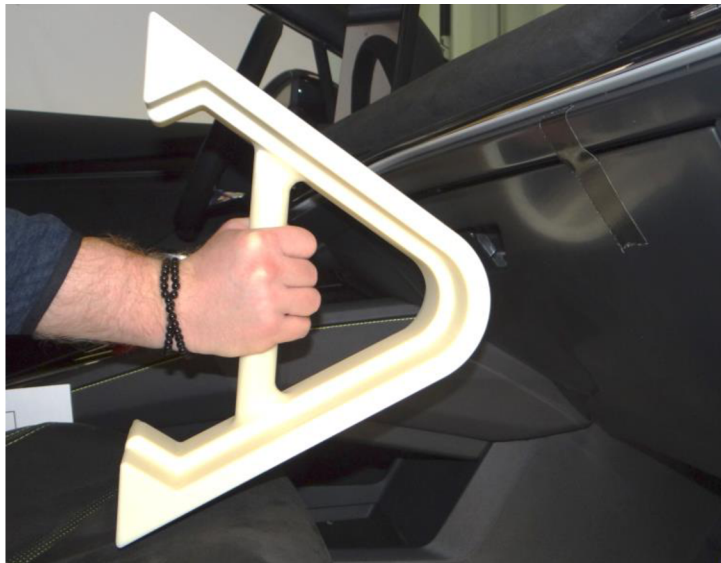
Tento přípravek imituje koleno pasažéra. Díly (tlačítka, vypínače, otočné mechanismy atd.) byly kontrolovány impaktorem o vrcholovém R 60 mm pod maximálním úhlem naklopení klínu o 30°. Velikost impaktoru je 250 x 120 mm dle schématické obrázky (Obr. 68). (37)



*Obr. 68 Zkušební impaktor klín (37)*

Zkušební impaktor klín určuje ty díly, se kterými impaktor pravděpodobně přijde do styku s kolenem pasažéra v plné zástavbě automobilu. Zkušební přípravek byl umístěn

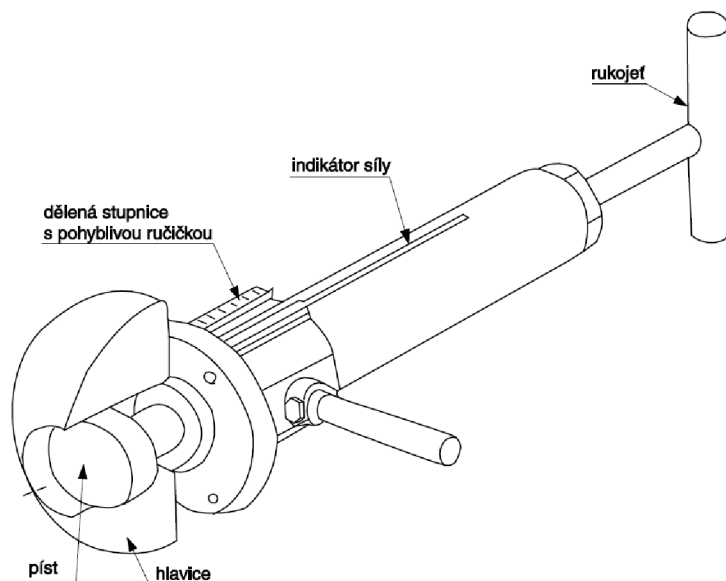
v případě zkoušky přístrojové desky pod úroveň přístrojové desky (oblast 5.2.). Zkušební přípravek v průběhu zkoušky udržuje rovnoběžnou polohu se střední podélnou polohou automobilu. Osa X se může otáčet pod a nad horizontálu maximálně do úhlu 30°. Při vykonávání této statické zkoušky byly kontrolovány všechny díly (povrchy) s tvrdostí menší jak 50 SHORE. V případě této zkoušky nebylo zapotřebí strhávat žádnou měkkou nebo měkčenou část (díl). Na přístrojové desce v zóně 5.2. jsou díly tvrdé a plastové. Ukázka ze zkoušky je znázorněna na obrázku (Obr. 69).



*Obr. 69 Statická zkouška v oblasti 5.2. – zdroj autor*

### **Zkušební přípravek k měření výčnělků**

Měřicí zařízení pro měření výčnělků se skládá z půlkulové makety o průměru 165 mm. V maketě je umístěn posuvný píst o průměru 50 mm, konec této makety je seříznut. Rovný konec makety a okraj makety musí být vzájemně signalizován na dělené stupnici zařízení (Obr. 70) Pohyblivá ručička zaznamenává největší rozměr výčnělku, který lze dosáhnout po odstranění zkušebního zařízení od zkušebního povrchu. Na zařízení lze měřit nejmenší možnou výšku výčnělku 30 mm. Měřicí stupnice zařízení musí obsahovat dělení po 0,5 mm tak, aby byla možná identifikace výčnělku daného předmětu. (37)



Obr. 70 Zařízení k měření výčnělků (37)

Postupem měření výčnělku zasunutím pístu v zařízení dojde k vytvoření dutiny a pohyblivá ručička se dotkne pístu. Zkušební zařízení se přiloží k výčnělku, který podléhá kontrole. Hlavice zařízení je přitlačena k ploše povrchu silou maximálně 20 N. Píst uvnitř hlavice se posouvá dopředu až dojde ke kontaktu s výčnělkem, který se měří na stupnici zkušebního zařízení se zjistí velikost výčnělku. Toto zařízení slouží ke změření výčnělku, zda výčnělek zajede či ne do nosného dílu podle definované síly, tento jev se nazývá zákluz. (37)

Jelikož zkoušená přístrojová deska splňuje všechny podmínky pro zákluz tlačítek displeje, není zapotřebí zkoušku tímto zařízením provést. Druhým potenciálním místem pro zkoušku je ovládání (směrování) ofukovačů. U tohoto dílu nebyla provedena zkouška na pohlcení energie, protože hlava (zkušební impaktor) se nedotkne ovládání ofukovačů. Výsledné hodnoty jsou uvedeny v tabulce (Tab. 6).

Tab. 6 Naměřené hodnoty při statické zkoušce dle OSN č.21 – zdroj autor

Zóna	Oblast, součást automobilu	Výsledky měření
5.2	Otevírání odkládací schránky spolujezdec	$R \geq 3,2 \text{ mm}$
5.2	Tlačítkový lem	$R \geq 3,2 \text{ mm}$
5.2	Přepínač LDS – strana řidiče	Zarovnání hrany spínačové lišty ztupené

5.1	Ovládání klimatizace s displejem	Části možného nárazu hlavy figuríny o průměru 165 mm. Žádné nebezpečná drsnost nebo ostré hrany
5.1	Mřížky (prvky) výstupu klimatizace na straně spolujezdce	e = 10,5 mm t = 4,3 mm r = 2,5 mm
5.1	Mřížky (prvky) klimatizace střední	e = 13,4 mm t = 4,3 mm r = 2,5 mm
5.1	Spodní úroveň přístrojové desky	R ≥ 4,5 mm
5.1	Krytka HUD	R ≥ 2,5 mm
5.1	Horní hrana palubní desky	R = 3,5 mm
5.1	Spodní okraj ozdobného lemu	Ztupený okraj
5.1	Dekorový díl	R = 3,5 mm
5.1	Ovládání klimatizace, audio rádio	Žádné nebezpečí ostré hrany
5.1	Ofukovač na straně spolujezdce	R = 2,5 mm
5.1	Ofukovač střední	R = 2,5 mm

e = spára (mezera) mezi díly

t = tloušťka dílu

r = rádius

Koncern Volkswagen zvyšuje bezpečnostní limity automobilu, a proto dochází k navýšení minimálních rádiusů oproti předpisu OSN č.21 pro oblasti 5.1, 5.2, 5.3 a 5.9 o 0,3 mm.

## 4.2 Statická zkouška dle OSN č.21 – pohlcení energie

Statická zkouška pohlcení energie byla provedena na automobilu Enyaq v certifikované zkušebně. Zkouška byla provedena na díle přístrojová deska se všemi zástavbovými díly přístrojové desky (rádio, ofukovače, tlačítková lišta, spínače, otočné ovladače).

Přístrojová deska byla namontována na konstrukčním nosném prvku (stolici) tak, aby se při testu neposunul zkušební díl. Podmínkou pro testování na zkušebním přípravku je, že součást (přístrojová deska) a přípravek mají stejné geometrické uspořádání jako skutečný celek a jejich tuhost není menší a ani schopnost pohlcení energie vyšší než u celku. Tyto podmínky byly pro zkoušku dodrženy.

Zkouška statické pohlcení energie se může provést v automobile nebo jako v případě této zkoušky na přípravku, kdy se jedná o levnější a rychlejší variantu zkoušky. (37)

### Zkušební zařízení

Pro zkoušku bylo použito zkušební zařízení, které se skládá z kyvadla, které je uloženo v kuličkových ložiscích. Toto kyvadlo je poháněno pneumatickým akumulátorem. Kyvadlo se skládá z brzdy, která slouží k zabránění sekundárního nárazu do přístrojové desky. Poloha kyvadla lze nastavit vůči přístrojové desce ve třech osách, kde okolo osy Z je kyvadlo otočné. Délka kyvadla je měnitelná v rozsahu 736 až 840 mm. Konec kyvadla je tvořen hlavicí o průměru 165 mm, kdy střed hlavice, je shodný se středem nárazu kyvadla. Hlavice byla opatřena akcelometry a snímačem rychlosti, které jsou způsobilé pro měření veličin ve směru nárazu hlavice. (37)

### Parametry zkušebního zařízení

- Zkušební zařízení nesmí překročit nárazovou rychlost 32 km/h
- Maximální kinetická energie je určena na 180 J
- Rozsah délky kyvadla 736 až 840 mm
- Přesnost nárazové rychlosti musí být  $\pm 0,1$  km/h

Tab. 7 Naměřené hodnoty pro statickou zkoušku pohlcení energie – zdroj autor

Test číslo	Testovací bod	Velikost Displeje	v [km/h]	v <sub>0</sub> [km/h]	a <sub>max</sub> [g]	$\Delta t_{a=80g}$ [ms]	p [mm]	a <sub><math>\Delta t=3ms</math></sub> [g]
1.	8	10 <sup>“</sup>	23,73	24,10	89,19	1,6	50,73	74,48
2.	8	13 <sup>“</sup>	23,73	24,02	93,20	1,8	50,26	75,78
3.	9	10 <sup>“</sup>	22,64	22,82	83,43	0,6	48,57	69,05
4.	9	13 <sup>“</sup>	22,64	22,91	84,85	0,3	48,26	65,08
5.	4	10 <sup>“</sup>	23,28	23,52	92,62	1,7	57,80	75,33
6.	4	13 <sup>“</sup>	23,28	23,52	73,30	0	66,76	59,35

v = požadovaná rychlost nárazu [km/h]

v<sub>0</sub> = měřená rychlost nárazu [km/h]

a<sub>max</sub> = maximální zpomalení [g]

$\Delta t_{a=80g}$  = doba trvání zpomalení na úrovni 80g [ms]

p = průnik zkušební hlavice do přístrojové desky [mm]

## Vyhodnocení zkoušky

Tab. 8 Hodnocení statické zkoušky pohlcení energie – zdroj autor

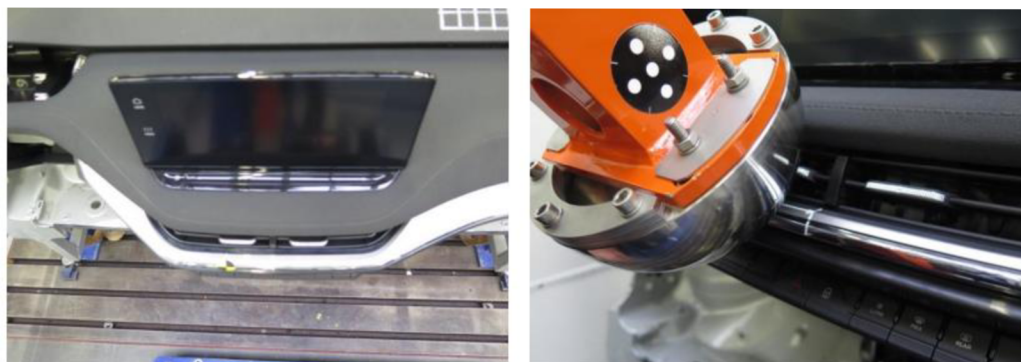
Test číslo	Poškození dílů přístrojové desky	Výsledek
1.	Displej rozbitý s ostrými hranami. Nosný díl displeje prasklý.	NOK
2.	Displej rozbitý bez ostrých hran, dekorový díl byl bez klipů a zdeformovaný na vnitřní straně. Bez ostrých hran.	OK
3.	Střední díl částečně bez klipů, ofukovač prasklá lamela, nosič displeje OK prasklý. Kryt tlačítkové lišty zdeformovaný. Bez ostrých hran.	OK
4.	Střední část částečně odklipována, vtlačeny lamely do ofukovače, Nosič displeje prasklý, kryt tlačítkové lišty zdeformován. Žádné ostré hrany.	OK
5.	Nosič displeje prasklý, lamely vtlačeny, ofukovač zdeformovaný pod dekorový díl, Krytky tlačítkové lišty byli odděleny. Žádné ostré hrany.	OK
6.	Nosič displeje prasklý, ofukovač pod dekorovým dílem zdeformovaný, dekorový díl zdeformovaný na vnitřní straně, levý kryt tlačítkové lišty zcela oddělený. Žádné ostré hrany.	OK

Při zkoušce nedošlo k překročení zpomalení hlavice 80 g nepřetržitě po dobu delší než 3 ms. Velikost zpomalení bylo zaznamenáno na dvou akcelometru, ze kterých se určila průměrná hodnota. V testu číslo 1. bylo zjištěno rozbití displeje s ostrými hranami, tento bod je hodnocen jako nevyhovující. Další zkoušky byly vyhodnoceny jako vyhovující.

U dílu nosič displeje byla zjištěna deformace ve všech zkouškách (bodech). Tento díl slouží jako nosič displeje, ale také k pohlcení energie. V konstrukci dílu je za pomoci výpočtů a simulací tento díl testován a konstruován. Díl nosič displeje je vyroben z materiálu PP (polypropylen) plněný procentuálně skleněnými vlákny tak, aby vyhověl požadovaným zkouškám například materiál PP+GF30.

Pro názornou ukázkou byl vybrán průběh zkoušky číslo 3, dle obrázku (Obr. 71) byl stanoven bod na přístrojové desce v oblasti nárazu hlavou pro zkoušku pohlcení energie.

Po zkoušce bylo zjištěno dle obrázků (Obr. 72), že přístrojová deska splňuje požadavky v testovaném bodě číslo 3. Požadavek bez ostrých hran a správné pohlcení energie.



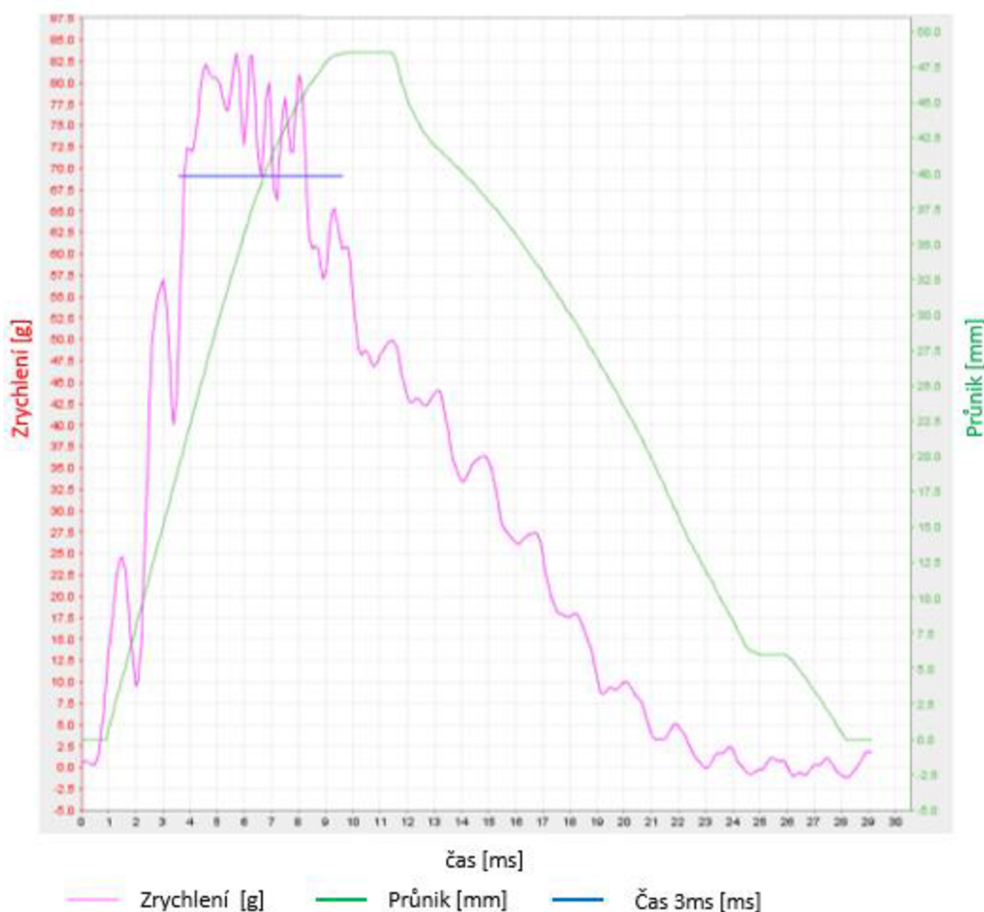
*Obr. 71 Přístrojová deska před zkouškou číslo 3 – zdroj autor*



*Obr. 72 Přístrojová deska po zkoušce číslo 3 – zdroj autor*

Průběh všech zkoušek byl zaznamenán do grafů. Pro názornou ukázkou byl vybrán průběh zkoušky číslo tři dle grafu (Graf 1).

*Graf 1 Průběh zkoušky číslo 3 – zdroj autor*



### 4.3 Statická zkouška pevnosti sedadel dle OSN č.17

Opěradlo sedadla, pokud je seřiditelné se nastaví zařízením 3DH dle obrázku (Obr. 73) v poloze nejbližší 25° od svislice směrem dozadu, pokud výrobce tak předepsal. Sklopná sedadla se testují v poloze, jak je určeno ve vozidle. (42)

Trojrozměrné zařízení se umísťuje na sedadlo a používá se ke stanovení H-bodu a skutečného úhlu trupu. H-bod je definován jako střed otáčení trupu a stehna zařízením 3DH (42)

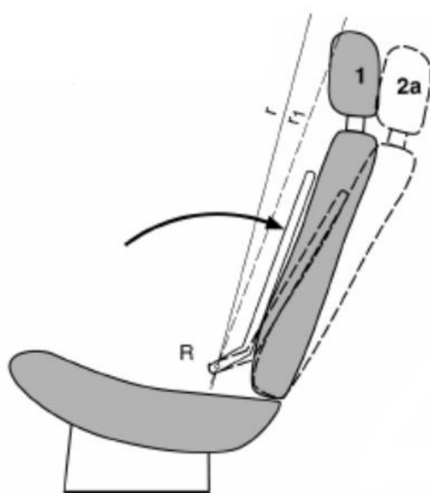




Obr. 73 Zařízení 3DH – zdroj autor

### Postup statické zkoušky pevnosti a posunutí opěry sedadla

Sedadlo se nastaví do polohy určené výrobcem vozidla. Opěrka hlavy se nastaví do nejvyšší polohy svislého nastavení určeného pro použití cestujícími, a zároveň do zadní krajní polohy vzhledem k sedadlu dle obrázku (Obr. 74). Na sedadlo se umístí zkušební zařízení a sedadlo je zatíženo momentem 373 Nm okolo R-bodu. V průběhu zkoušky nesmí být poškozen rám sedadla, který je namáhán stanoveným zatížením. (42)



1 = původní nezatížená poloha

2a = posunutá poloha vzniklá působením na záda figuríny

r = referenční čára

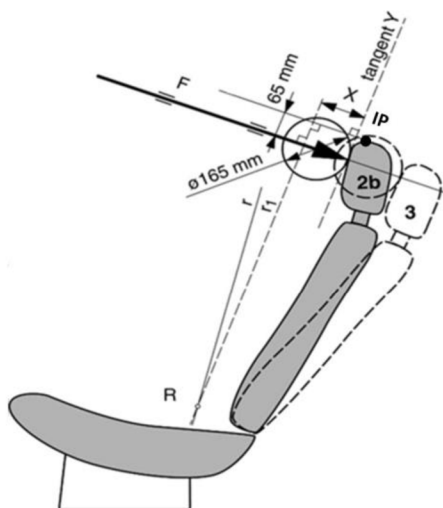
$r_1$  = posunutá referenční čára po vložení zkušebního zařízení 3DH

R = R-bod

Obr. 74 Schematické znázornění posunutí opěradla sedadla (42)

### Statický test hlavové opěrky

Opěrka hlavy musí odolat síle vyvolané hlavou cestujícího. Opěrka se testuje maketou hlavy o průměru  $165 \pm 2$  mm působením kolmo na posunutou čáru trupu, ve vzdálenosti 65 mm pod vrcholem opěrky hlavy, počátečním zatížením vzad momentem  $373 \pm 7,5$  Nm kolem R-bodu dle obrázku (Obr. 75). Moment se udržuje po dobu 5 sekund a poté se zaznamená posunutí hlavy směrem dozadu pod zatížením. Kritérium pro splnění posunutí hlavové opěrky je maximální posun 102 mm ve směru X vzhledem k referenční čáře. Zároveň se testuje pevnost sedačkového systému, kdy se působí až  $890 \pm 5$  N po dobu 5 sekund a nesmí dojít k jakémukoli rozbití sedačky, nebo opěrky hlavy. Obě zkoušky pevnost opěradla sedadla a pevnost hlavové opěrky se testují zároveň jedním zkušebním zařízením (Obr. 76Obr. 74). (42)



- 2b = Posunutá poloha po působení koule o průměru 165 mm silou  $F = 373$  Nm
- 3 = Poloha posunutí po zvýšení síly  $F=890$  N
- r = referenční čára
- $r_1$  = posunutá referenční čára
- X = maximální možné posunutí hlavové opěrky
- R = R-bod

Obr. 75 Schematické znázornění posunutí hlavové opěrky (42)



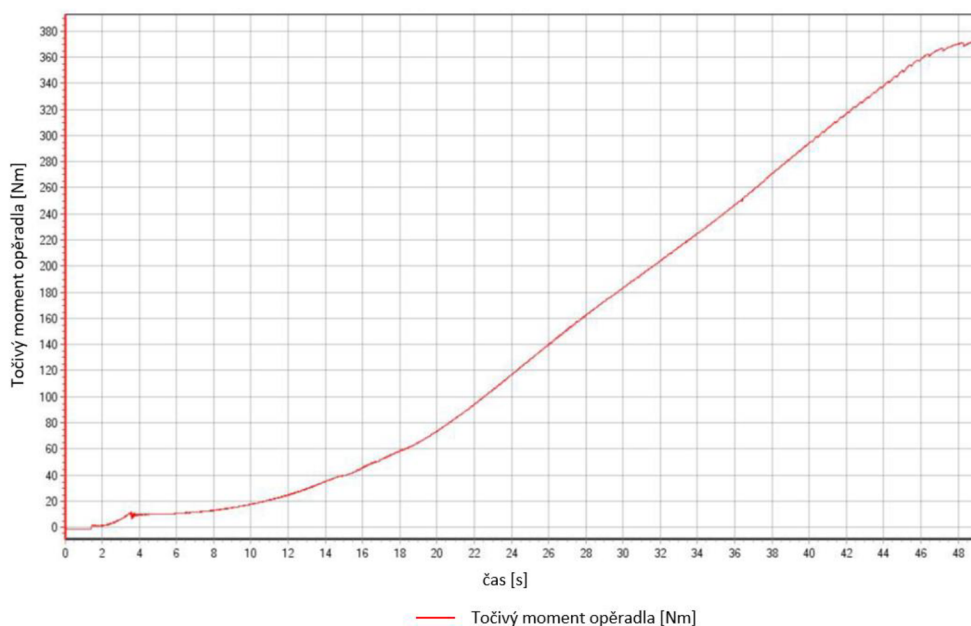
*Obr. 76 Zkušební zařízení pro testování opěradla a hlavové opěrky – zdroj autor*

### **Hodnocení testů**

Sedadlo, které se testovalo bylo vyrobeno pro vozidlo Škoda Karoq. Jedná se o přední sedadlo s manuálním posuvem. Testování proběhlo v certifikované zkušebně.

Na zádové opěradlo sedadla bylo působeno točivým momentem 374,4 Nm. Ve výsledném grafu zkoušky posunutí opěradla sedadla se znázorňuje závislost točivého momentu v Nm (svislá osa) na čase t v s (vodorovná osa) (Graf 2).

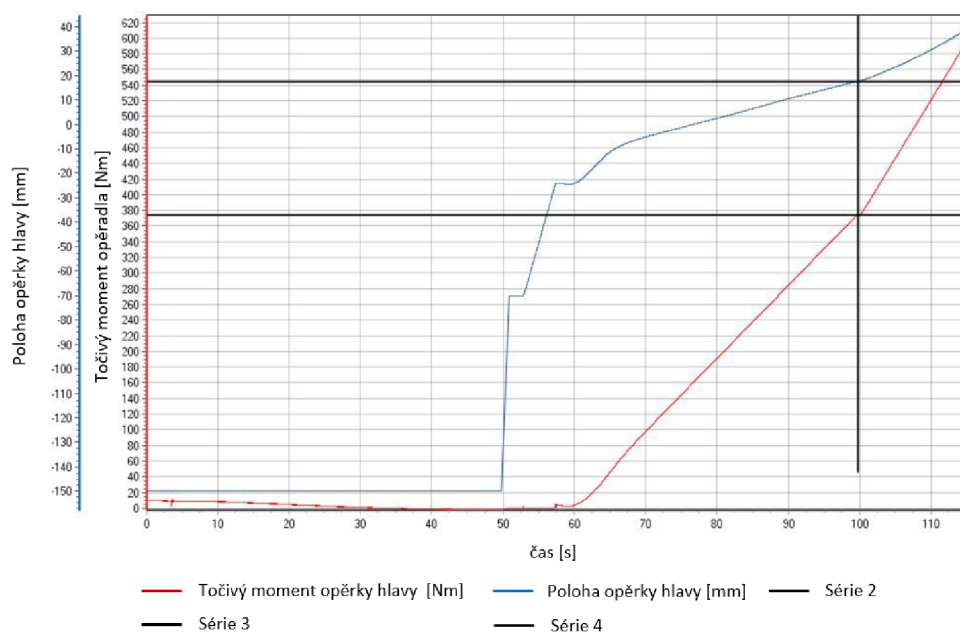
*Graf 2 Točivý moment kolem bodu R působící na opěradlo sedadla – zdroj autor*



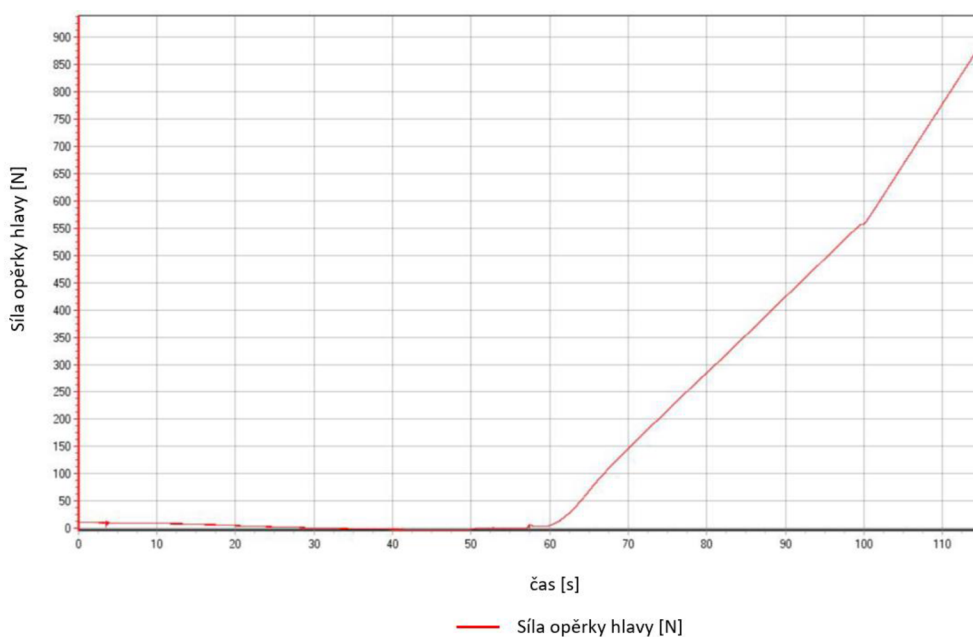
Výsledný graf (Graf 3) znázorňuje počáteční zatížení opěradla sedadla a následné zatížení na hlavovou opěrku. Při zatížení na hlavovou opěrku 374,4 Nm bylo zaznamenáno posunutí hlavy směrem dozadu o 17,7 mm a následně byla vyvinuta síla 895,1 N po dobu 5 sekund dle grafu (Graf 4). Výsledné hodnoty jsou uvedeny v tabulce (Tab. 9).

Z přiloženého videa je zřejmé, že nedošlo k rozbití sedačky, nebo opěrky – kritéria předpisu OSN č.17 pro statický test pevnosti hlavové opěrky byla splněna.

Graf 3 Posun hlavy dozadu a točivý moment působící na opěrku hlavy – zdroj autor



Graf 4 Síla působící na hlavovou opěrku silou max. 890 Nm – zdroj autor



Tab. 9 Výsledky statické zkoušky – zdroj autor

	Hodnota
<b>Maximální točivý moment kolem bodu R působící na opěradlo sedadla.</b>	<b>374,4 Nm</b>
<b>Posun hlavy dozadu, když je opěrka hlavy zatížena točivým momentem 373 Nm kolem bodu R v mm.</b>	<b>17,7 mm</b>
<b>Maximální zatěžující síla na opěrce hlavy v N</b>	<b>895,1 N</b>

#### 4.4 Statická zkouška dle OSN č.17 – pohlcení energie

Sedadlo namontované stejným způsobem, jako je ve vozidle se připevní na zkušební zařízení tak, aby se při nárazu nepohnulo. Opěrka hlavy se nastaví do nejméně příznivé polohy. (42)

Zkušební zařízení se skládá z kyvadla, které se pohybuje na kuličkových ložiskách, jehož hmotnost je 6,8 kg. Spodní konec kyvadla je opatřen maketou hlavy o průměru  $165 \pm 2$  mm. Zkušební hlavice je opatřena dvěma měřiči zrychlení a zařízením pro měření rychlosti vyvolané ve směru nárazu. (42)

Měřicí přístroje musí zaznamenávat celý průběh zkoušky v mezích 0,001 s. Při vyhodnocení zkoušky musí být určen počátek nárazu v okamžiku prvního dotyku zkušební hlavice se zkušebním předmětem. (42)

##### Zkouška opěradla sedadla zezadu

Náraz se vede zezadu směrem dopředu v podélné rovině  $45^\circ$  od svislice. Body nárazu určuje zkušební laboratoř, a to na povrchu s poloměrem zakřivení který je menší než 5 mm dle obrázku (Obr. 77). (42)



*Obr. 77 Zkouška pohlcení energie opěradla sedačky zezadu – zdroj autor*

### **Zkouška na opěrce hlavy**

Opěrka hlavy se namontuje opět do polohy nejméně příznivé. Body nárazu se testují na povrchu zakřivení menší než 5 mm. Na zadní stranu opěrky se vede náraz zezadu směrem dopředu v podélné rovině, pod úhlem 45° od svislice dle obrázku (Obr. 78). (42)

Na přední stranu opěrky se veden náraz zepředu směrem dozadu vodorovně v podélné rovině dle obrázku (Obr. 79). (42)



*Obr. 78 Zkouška pohlcení energie hlavové opěrky zezadu – zdroj autor*



*Obr. 79 Zkouška pohlcení energie hlavové opěrky zepředu – zdroj autor*

Zkušební hlavice musí v případě na opěradlo a v případě nárazu na hlavovou opěrku zezadu i zepředu dosáhnout rychlosti 24,1 km/h, buď energii samotného kyvadla, nebo pomocí doplňkového zařízení. V době nárazu by mělo být dosaženo energie 152 J. (42)

Celý test je zaznamenán vysokorychlostními kamerami a následně vyhodnocen. Za hodnotu zpoždění se považuje střední hodnota údajů obou akcelerometrů. Osa zařízení musí být shodná se středem makety hlavy a směrem nárazu. (42)

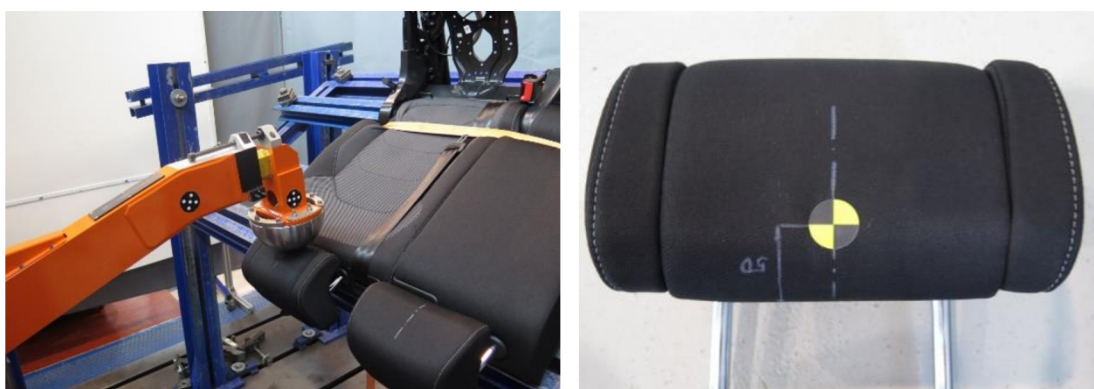
Směr nárazu se vede na přední povrch sedačky, nebo opěrky hlavy v kterémkoli bodě s výškou větší než 635 mm od bodu R a v boční vzdálenosti od svislé osy opěrky 70 mm. (42)

### **Kritéria pro zkoušku**

Kritérium pro zkoušky absorpce energie je, že zpomalení makety hlavy nesmí přesáhnout hodnotu  $785 \text{ m/s}^2$  (80 g) po dobu delší než 3 ms. Zároveň nesmí vzniknout žádná nebezpečná hrana na testovacích dílech. (42)

### **Fyzický test**

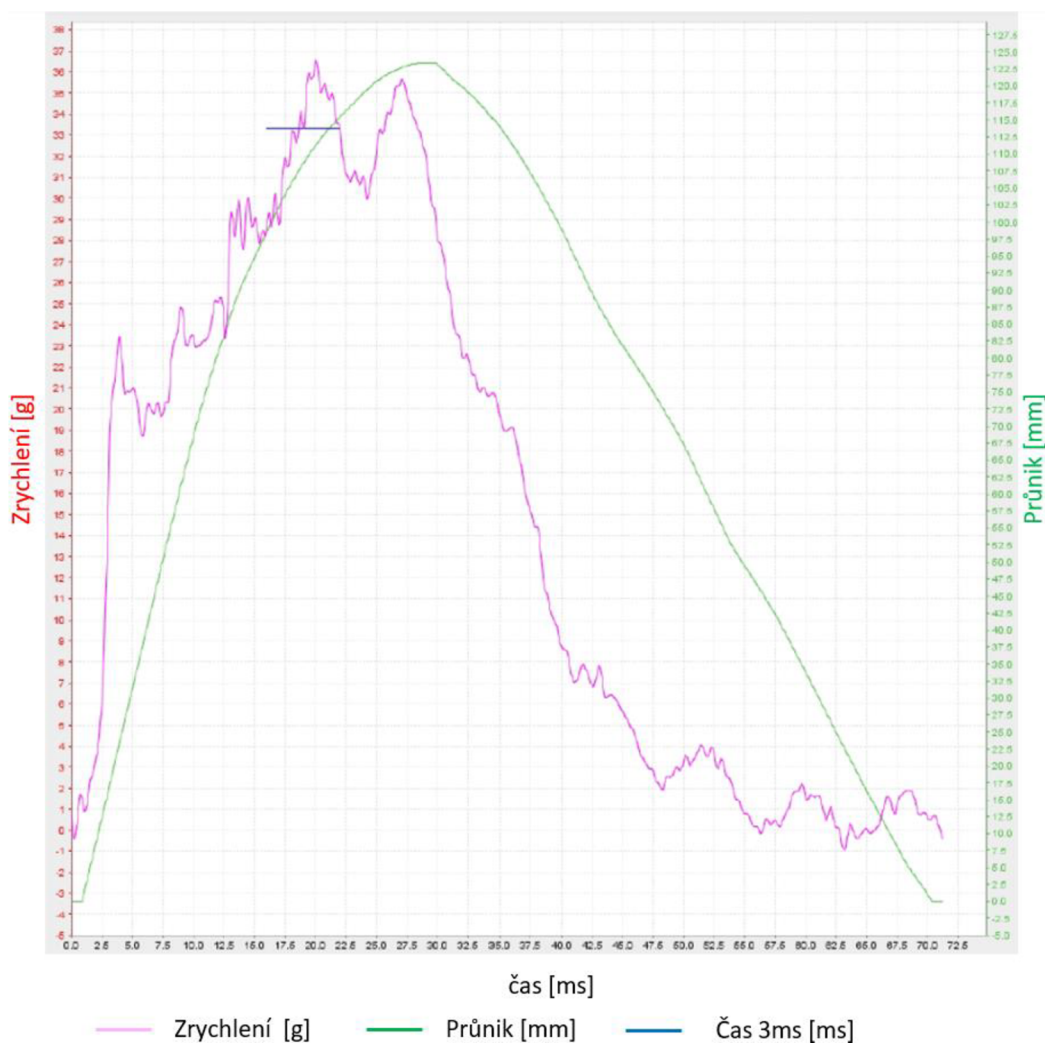
Zkouškové sedadlo s hlavovou opěrkou bylo použito z vozu Kodiaq. Testovaná hlavová opěrka se používá u vozu Kodiaq, výhradně ve 2. řadě sedadel. Tato speciální hlavová opěrka s názvem „spací paket“ zvyšuje komfort při cestování se svými integrovanými bočnicemi, které se mechanicky vyklápí dle obrázku (Obr. 80). (42)



*Obr. 80 Zkouška pohlcení energie hlavové opěrky zepředu druhá řada – zdroj autor*

Výsledný graf (Graf 5) ukazuje, že počáteční náraz hlavy zepředu, byl v rychlosti 24,47 km/h a v průběhu času 3 m/s se zaznamenala hodnota zpomalení 33,31 g uvedené v tabulce (Tab. 10). Zelená křivka znázorňuje průnik zkušební hlavice do materiálu hlavové opěrky a následné pohlcení energie. Po zkoušce nedošlo k žádnému poškození hlavové opěrky, kritéria předpisu OSN č.17 byla splněna, test byl vyhodnocen jako vyhovující.

*Graf 5 Průběh pohlcení energie – zdroj autor*





Tab. 10 Výsledné hodnoty pohlcení energie hlavové opěrky spací, zkouška zepředu dle OSN č.17 – zdroj autor

Výsledek zkoušky	Hodnota
Měřená rychlost nárazu	24,47 [km/h]
$a_{\max}$ = maximální zpomalení	36,57 [g]
Čas	0 [ms]
P = průnik	123,33 [mm]
Interval 3 ms	33,31 [g]

## 5 Závěr

Cílem diplomové práce bylo popsat prvky pasivní bezpečnosti se specializací na statické testování sedadel, hlavové opěrky a přístrojovou desky. V první části práce je popsána pasivní bezpečnost, její historie a význam ve světě a v České republice. Prvky pasivní bezpečnosti jsou rozděleny podle platných předpisů OSN a jsou vysvětleny postupy zkoušek, zkušební zařízení a také kritéria hodnocení dané zkoušky.

K posouzení automobilů z hlediska bezpečnosti slouží hodnocení nezávislého konsorcia pro testování automobilu Euro NCAP. V diplomové práci jsou specifikovány oblasti testování, ale také jsou zde vysvětleny principy výsledného hodnocení za pomoci hvězdiček. V práci byla specifikována budoucnost Euro NCAPu pro zlepšení hodnocení a zvyšování nároků na bezpečnost automobilů. S vývojem nových technologií a nových typů vozidel se nároky této laboratoře neustále zvyšují, a proto dojde k rozdělení do nových kategorií hodnocení. Teoretická část se také věnuje konstrukci automobilových sedadel, základnímu rozdělení a popisu dílů. Dále je popsán syndrom Whiplash, ke kterému dochází při nehodě především při nárazu zezadu. Tento syndrom způsobuje poranění krční páteře pasažéra. Důsledkem může být fyzické poranění nebo také psychické trauma, které může zapříčinit trvalé následky nebo problémy v osobním životě člověka.

Bylo zjištěno, že postup pro určení oblasti nárazu do přístrojové desky není zcela jednoznačný a výklad předpisu OSN 21 může být z hlediska výrobců automobilu v některých bodech rozdílný. Konečný a správný výklad musí však určit technická zkušebna.

Po určení všech kritérií a zón bylo v praktické části dosaženo vyhovujících výsledků statické zkoušky nárazu hlavou do přístrojové desky a nebyly zjištěny ostré hrany na dílu přístrojové desky. Všechny požadavky na minimální rádiusy v daných oblastech, které jsou popsány v předpisu OSN č.21 byly vyhodnoceny jako vyhovující.

V případě zkoušky pohlcení energie jsou obdobná kritéria pro určení oblasti nárazu hlavou jako u statické zkoušky. Tato zkouška musí však splnit limity pohlcení energie kulovou hlavici do přístrojové desky, a zároveň nesmí dojít k vytvoření ostrých hran na zkušebním díle. V této části testu bylo zároveň dosaženo vyhovujícího výsledku kromě testu č. 1, kde došlo k porušení dílu rádia a vytvoření ostrých hran, které nejsou dle předpisu OSN č. 21 přípustné. Návrhem pro opatření nevyhovující zkoušky je optimalizace ochranné folie dílu rádia. Tato folie by měla zabránit vytvoření ostrých hran po nárazu kulové hlavičky.

V případě předpisu OSN č. 17 bylo zjištěno, že určení a nastavení kritérií pro statické testy je jednoznačné a srozumitelné. Tento předpis má přísná kritéria pro nastavení zkušebních zařízení, což je nezbytně nutné vzhledem k ochraně pasažérů. Předpis přesně nedefinuje možné body nárazu kulovou hlavicí. V případě absorpce energie by bylo možné určit i jiné body nárazu, avšak opět v určení těchto bodů nárazu hlavou má hlavní slovo technická zkušebna. V obou případech statických testů byl výsledek vyhovující. V případě statické zkoušky opěradel a hlavových opěrek nedošlo k vytvoření ostrých hran a porušení zkušebních dílů. Výsledky všech zkoušek jsou zapsány do tabulek a průběhy testů znázorněny v grafech pro danou zkoušku.

Hlavním zjištěním bylo, že pokud pasažéři budou postupovat dle doporučení výrobců automobilů, kteří stanovují podmínky pro správné použití jednotlivých prvků bezpečnosti, je možné omezit následky dopravní nehody na minimum. Příkladem je správné nastavení výšky hlavové opěrky, které je nezbytně nutné pro zmírnění následků syndromu Whiplash, nebo přizpůsobit nastavení výšky sedadla a vzdálenosti řidiče od volantu dle návodu k obsluze výrobce. Bylo také zjištěno, že před zakoupením nového vozidla je vhodné sledovat hodnocení nezávislých organizací, které důkladně hodnotí výrobce automobilu a jejich výsledky testů ochrany cestujících.

## 6 Seznam použitých zdrojů

1. Bezpečné cesty. [Online]. TESÁREK, Rudolf. Historie testování pasivní bezpečnosti v ČR. Dostupné z: <https://www.bezpecnecesty.cz/cz/bezpecnost-automobilu/historie-testovani-pasivni-bezpecnosti-v-cr>. [cit. 2024-03-26]..
2. FRANTIŠEK, Vlk. Karoserie motorových vozidel. -. Brno: Nakladatelství a vydavatelství VLK, 2000. ISBN 80-238-5277-9..
3. FIRST, Jiří. Zkoušení automobilů a motocyklů. -. Praha: S&T CZ, 2008. ISBN 978-80-254-1805-5..
4. KOVANDA, Jan. Bezpečnostní aspekty návrhu dopravních prostředků. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta dopravní, 2015. ISBN 978-80-01-05893-0..
5. GRCC. [Online]. <https://www.grcc.vip/article-4885-.html>. 2021. Dostupné z: <https://www.grcc.vip/article-4885-.html>. [cit. 2024-03-01].. GRCC. Online. <https://www.grcc.vip/article-4885-.html>. 2021. Dostupné z: <https://www.grcc.vip/article-4885-.html>. [cit. 2024-03-01]..
6. UNECE. [Online]. Status of the 1958 Agreement (and of the annexed regulations). -. Dostupné z: <https://unece.org/status-1958-agreement-and-annexed-regulations>. [cit. 2024-03-03]..
7. UNECE. [Online]. , ITC. Uvádění výrobků na trh. 2024. Dostupné z: <https://www.nfnorm.cz/informacni-portal/224/pravni-predpisy-ehk-a-odsouhlasene-predpisy-eu>. [cit. 2024-03-03]..
8. Fitness of UN Regulations and UN Global Technical Regulations for their application to automated vehicles: Informal document WP.29-190-23. 2023. 2023..
9. Esipa. [Online]. EHK OSN č. 16. 2018. Dostupné z: <https://esipa.cz/sbirka/sbsrv.dll/sb?DR=SB&CP=42018X0629>. [cit. 2024-03-02]..
10. Esipa. [Online]. EHK/OSN č. 11. 2010. Dostupné z: [https://esipa.cz/sbirka/sbsrv.dll/sb?DR=SB&CP=42010X0513\(01\)](https://esipa.cz/sbirka/sbsrv.dll/sb?DR=SB&CP=42010X0513(01)). [cit. 2024-03-02]..
11. Esipa. [Online]. EHK/OSN č. 12. 2013. Dostupné z: [https://esipa.cz/sbirka/sbsrv.dll/sb?DR=SB&CP=42013X0327\(01\)](https://esipa.cz/sbirka/sbsrv.dll/sb?DR=SB&CP=42013X0327(01)). [cit. 2024-03-02]..
12. Esipa. [Online]. EHK/OSN č. 14. 2010. Dostupné z: [https://esipa.cz/sbirka/sbsrv.dll/sb?DR=SB&CP=42011X0428\(01\)](https://esipa.cz/sbirka/sbsrv.dll/sb?DR=SB&CP=42011X0428(01)). [cit. 2024-03-02]..
13. UNECE. [Online]. EHK/OSN č. 145. 2018. Dostupné z: <https://unece.org/fileadmin/DAM/trans/main/wp29/wp29regs/2018/R145e.pdf>. [cit. 2024-03-02]..
14. Esipa. [Online]. EHK OSN č. 94. 2016. Dostupné z: <https://esipa.cz/sbirka/sbsrv.dll/sb?DR=SB&CP=42018X0178>. [cit. 2024-03-03]..
15. Esipa. [Online]. EHK OSN č. 95. 2014. Dostupné z: [https://esipa.cz/sbirka/sbsrv.dll/sb?DR=SB&CP=42015X0710\(01\)](https://esipa.cz/sbirka/sbsrv.dll/sb?DR=SB&CP=42015X0710(01)). [cit. 2024-03-03]..
16. TipCars. [Online]. FUGLEVIČ, Daniel. Ochrana chodců se řešila i v minulosti. 2017. Dostupné z: <https://www.tipcars.com/magazin/nase-tema/ochrana-chodcu-se-resila-i-v-minulosti-vznikly-bizarni-napady-podivejte-20170313.html>. [cit. 2024-03-03]..

17. Esipa. [Online]. OSN č. 135. 2020. Dostupné z: <https://esipa.cz/sbirka/sbsrv.dll/sb?DR=SB&CP=42020X0486>. [cit. 2024-03-03]..
18. Euro NCAP. [Online]. Aktuálně.cz. 2013. Dostupné z: <https://www.aktualne.cz/wiki/auto/euro-ncap/r~i:wiki:3845/>. [cit. 2024-03-01]..
19. Euro NCAP. [Online]. In: Wikipedia: the free encyclopedia. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Euro\\_NCAP#Extern%C3%AD\\_odkazy](https://cs.wikipedia.org/wiki/Euro_NCAP#Extern%C3%AD_odkazy). [cit. 2024-03-01]..
20. EURO NCAP - ČLENOVÉ A TESTOVACÍ ZAŘÍZENÍ. [Online]. EURO NCAP. 2024. Dostupné z: <https://www.euroncap.com/en/about-euro-ncap/members-and-test-facilities/>. [cit. 2024-03-01]..
21. EURO NCAP. [Online]. EURO NCAP. 2024. Dostupné z: <https://www.euroncap.com/en>. [cit. 2024-03-01]..
22. EURO NCAP. [Online]. Renault Laguna (2001). 2024. Dostupné z: <https://www.euroncap.com/enhttps://www.euroncap.com/en/ratings-rewards/latest-safety-ratings/en/results/renault/laguna/15556>. [cit. 2024-03-01]..
23. EURO NCAP. [Online]. Renault Laguna. 2024. Dostupné z: <https://www.euroncap.com/en/car-safety/the-ratings-explained>. [cit. 2024-03-01]..
24. EURO NCAP. [Online]. Ochrana dospělých cestujících. 2024. Dostupné z: <https://www.euroncap.com/en/car-safety/the-ratings-explained/adult-occupant-protection/>. [cit. 2024-03-01]..
25. EURO NCAP. [Online]. Ochrana dětských cestujících. 2024. Dostupné z: <https://www.euroncap.com/en/car-safety/the-ratings-explained/child-occupant-protection/>. [cit. 2024-03-01]..
26. EURO NCAP. [Online]. Ochrana zranitelných účastníků silničního provozu (VRU). 2024. Dostupné z: <https://www.euroncap.com/en/car-safety/the-ratings-explained/vulnerable-road-user-vru-protection/>. [cit. 2024-03-01]..
27. EURO NCAP. [Online]. Safety Assist. 2024. Dostupné z: <https://www.euroncap.com/en/car-safety/the-ratings-explained/safety-assist/>. [cit. 2024-03-01]..
28. EURO NCAP. [Online]. Vize Euro NCAP 2030. 2022. Dostupné z: <https://www.euroncap.com/en/press-media/press-releases/euro-ncap-vision-2030-a-safer-future-for-mobility/>. [cit. 2024-03-01]..
29. Novinky.cz. [Online]. , Daniel Havlina. Co všechno je v sedadlech moderních aut? Skládají se ze stovek součástek. 2020. Dostupné z: <https://www.novinky.cz/clanek/auto-co-vsechno-je-v-sedadlech-modernich-aut-skladaji-se-ze-stovek-soucastek-40342493>. [cit. 2024-03-01]..
30. Novinky.cz. [Online]. , Daniel Havlina. Tohle je pět nejstarších automobilek světa. Nechybí český klenot. 2019. Dostupné z: <https://www.novinky.cz/clanek/auto-tohle-je-5-nejstarsich-automobilek-sveta-nechybi-cesky-klenot-40289377>. [cit. 2024-03-04]..
31. VINCENT, Josef. NÁVRH ZAŘÍZENÍ PRO TESTOVÁNÍ A MĚŘENÍ OVLÁDACÍCH SIL AUTOMOBILOVÝCH SEDADEL. [Online], Diplomová práce.

- Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2013. Dostupné z:  
[https://www.vut.cz/www\\_base/zav\\_prace\\_soubor\\_verejne.php?file\\_id=67201](https://www.vut.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=67201). [cit. 2024.
32. IIHS. [Online]. Insurance institute of highway safety. 2012. Dostupné z:  
<http://www.iihs.org/iihs/topics/t/neck-injury/topicoverview..> [cit. 2024-03-05]..
33. Science Direct. [Online]. CASEY, Petrina P.; FEYER, Anne Marie a CAMERON, Ian D. Associations with duration of compensation following whiplash sustained in a motor vehicle crash. 2015. Dostupné z:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S00201>.
34. místo neznámé : PHTLS Prehospital Trauma Life Support. 8. vydání. USA: Jones & Bartlett Pub, 2016. ISBN 978-1-284-04173-6.
35. Science Direct. [Online]. BOURDET, Nicolas a , Rémy Willinger. Coupled head–neck–torso and seat model for car seat optimization under rear-end impact. 2008. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022460X07009595>. [cit. 2024-03-1.
36. Evropský program hodnocení nových vozů (Euro NCAP): Testovací protokol dynamického hodnocení sedadel vozů pro ochranu proti úrazům krku. PDF. Verze 2.8. 2008..
37. Předpis Evropské hospodářské komise OSN (EHK/OSN) č. 21. [Online]. 2008. Evropská hospodářská komise Organizace spojených národů, 2008. Dostupné z: <https://op.europa.eu/cs/publication-detail/-/publication/588aa860-5042-4063-ad75-8ae5e18af385>. [cit. 2024-03-.
38. Přístrojová deska. [Online]. In: Wikipedia: the free encyclopedia. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2016, 2023. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/P%C5%99%C3%ADstrojov%C3%A1\\_deska](https://cs.wikipedia.org/wiki/P%C5%99%C3%ADstrojov%C3%A1_deska). [cit. 2024-03-02]..
39. Škoda Auto interiér vozu Kodiaq. [Online]. Škoda. 2023. Dostupné z: <https://autocentrum-vovice.skoda-auto.cz/novinky/skoda-auto-predstavuje-highlighty-interieru-novych-generaci-vozu-kodiaq-a-superb>. [cit. 2024-03-02]..
40. 10 tipů, jak používat správně klimatizaci. [Online]. Skoda-storyboard. 2019. Dostupné z: <https://www.skoda-storyboard.com/cs/skoda-svet-cs/inovace-a-technologie/technologie-cs/10-tipu-jak-pouzivat-spravne-klimatizaci/>. [cit. 2024-03-02]..
41. PETŘÍK, Jan. Interakce automobilové sedačky a zátěže. -. Technická univerzita v Liberci, Fakulta mechatroniky, 2008. ISBN 978-80-7372-426-9..
42. ESipa. [Online]. (EHK/OSN) č. 17. 2010. Dostupné z: [https://esipa.cz/sbirka/sbsrv.dll/sb?DR=SB&CP=42010X0831\(03\)](https://esipa.cz/sbirka/sbsrv.dll/sb?DR=SB&CP=42010X0831(03)). [cit. 2024-03-16]..
43. Technické řešení pro zlepšení absorbování energie při nárazu hlavou. [Online], Bakalářská práce. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2022. Dostupné z: [https://dspace5.zcu.cz/bitstream/11025/53339/1/BP\\_Starec\\_Final\\_S19B0030P.pdf](https://dspace5.zcu.cz/bitstream/11025/53339/1/BP_Starec_Final_S19B0030P.pdf). [cit. 2024-03-01]..
44. Legislative vs Consumer Testing. [Online]. Researchgate.net. 2017. Dostupné z: <https://www.greenncap.com/legislative-vs-consumer-testing/>. [cit. 2024-03-01]..

45. Crash test. [Online]. Crashtest.org - Vehicle safety and accident prevention. -. Dostupné z: [https://www.crashtest.org/#google\\_vignette](https://www.crashtest.org/#google_vignette). [cit. 2024-03-02].
46. Pasivní bezpečnost. [Online]. Tuv-Sud. -. Dostupné z: [http://www.tuvsud.cz/uploads/images/1295447599350026720602/pl\\_pasivni\\_bezip\\_a4\\_cj.pdf](http://www.tuvsud.cz/uploads/images/1295447599350026720602/pl_pasivni_bezip_a4_cj.pdf). [cit. 2024-03-02].
47. AUTO.CZ. [Online]. MAZAL, Mirek. Figuríny zkušebních crash testů. 2021. Dostupné z: <https://www.auto.cz/galerie/bezpecnost/125032/figuriny-zkusebnich-crash-testu-mohou-stat-miliony-korun?foto=3>. [cit. 2024-03-03].
48. 0 tipů, jak používat správně klimatizaci. [Online]. Skoda-storyboard. 2019. Dostupné z: <https://www.skoda-storyboard.com/cs/skoda-svet-cs/inovace-a-technologie/technologie-cs/10-tipu-jak-pouzivat-spravne-klimatizaci/>. [cit. 2024-03-02].
49. NejBusiness.cz. [Online]. Moderní sedadlo automobilu: Co je skryto pod potahem? 2012. Dostupné z: <https://www.nejbusiness.cz/zpravy/2020-11-18-moderni-sedadlo-automobilu-co-je-skryto-pod-potahem>. [cit. 2024-03-05].
50. Science Direct. [Online]. CASEY, Petrina P.; FEYER, Anne Marie a CAMERON, Ian D. Associations with duration of compensation following whiplash sustained in a motor vehicle crash. 2015. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S00201>.
51. GenPhysio. [Online]. Understanding Whiplash and Getting Treatment. 2018. Dostupné z: <https://www.genphysio.com.au/our-news/understanding-whiplash-and-getting-treatment/>. [cit. 2024-03-10].

## Seznam obrázků

Obr. 1 Historická osa pasivní bezpečnosti (1) .....	4
Obr. 2 Crashová zkouška Škoda 100 (1972) a moderní zkušebna v Uhelnici (2022) (1) .....	5
Obr. 3 Mapa celosvětového přehledu certifikačního systému (4) .....	7
Obr. 4 Regulace týkající se nárazu (43).....	8
Obr. 5 Logo organizace vydávající předpisy OSN (6) .....	8
Obr. 6 Zkouška pevnosti upevnění dveří – zdroj autor.....	10
Obr. 7 Ukázka zkoušky nárazem zkušební hlavicí a náraz torzem – zdroj autor .....	11
Obr. 8 Statická zkouška dle OSN č.14 – zdroj autor .....	12
Obr. 9 SFAD a SFAD pro i-SIZE (13) .....	13
Obr. 10 Zatížení směrem dopředu – zdroj autor .....	13
Obr. 11 Zatížení šikmé – zdroj autor .....	14
Obr. 12 Zkouška na zkušebním vozíku dle OSN č.16 (9) .....	14
Obr. 13 Schematický popis čelního nárazu s offsetem 40 % (4).....	15
Obr. 14 Testované vozidlo po zkoušce čelního nárazu – zdroj autor .....	17
Obr. 15 Schematický popis bočního nárazu (4).....	17
Obr. 16 Figurína HIBRID 3. 50-ti percentilního muže (47).....	18

Obr. 17 Makety při zkouškách ochrany chodců (4).....	19
Obr. 18 Historické testování nárazu do chodců (16) .....	20
Obr. 19 Schéma bočního nárazu na sloup – vychýlené od osy (16).....	21
Obr. 20 Logo organizace Euro NCAP (18) .....	22
Obr. 21 Spotřebitelské testy Svět – zdroj autor .....	23
Obr. 22 Příklad hodnocení vozu (BMW 5 dle Euro NCAP) (21).....	25
Obr. 23 Ochrana dospělé posádky (23) .....	26
Obr. 24 Znázornění testů pro ochranu dospělé posádky (24) .....	26
Obr. 25 Symbol ochrany dětské posádky (23).....	26
Obr. 26 Znázornění testů pro ochranu dětské posádky (24) .....	27
Obr. 27 Symbol ochrany chodců (22).....	27
Obr. 28 Znázornění testů pro ochranu chodců (25) .....	27
Obr. 29 Symbol Bezpečnostní asistenti (22) .....	28
Obr. 30 Znázornění testů bezpečnostních asistentů (26) .....	28
Obr. 31 Sedadla ve Škodě Superb z roku 1948 (29).....	30
Obr. 32 První Benzův patentní vůz číslo jedna (30).....	30
Obr. 33 Čtyři hlavní konstrukční prvky sedadel (sedadlo přední) (31) .....	31
Obr. 34 Sedadlo přední zdroj autor.....	32
Obr. 35 Přehled dílu ve sportovní sedačce přední (49).....	32
Obr. 36 Zadní sedačky lavicového typu – zdroj autor .....	33
Obr. 37 Rám sedadla přední řady sedadel – zdroj autor .....	33
Obr. 38 Potah sedačky přední – zdroj autor.....	34
Obr. 39 Hlavová opěrka s tenkostěnnými ocelovými trubkami – zdroj autor .....	35
Obr. 40 Princip funkce RHR (levý Obr.) a PAHR (pravý Obr.) (32).....	36
Obr. 41 Schéma obratlů krční páteře (vlevo) a různé vzdálenosti od hlavové opěrky (vpravo) (32) .....	37
Obr. 42 Fáze kinematiky syndromu Whiplash (51).....	40
Obr. 43 Záběry ze zkoušky Whiplash (36).....	41
Obr. 44 Interiér vozu Škoda Kodiaq (39) .....	44
Obr. 45 Rozložení oblastí – statická zkouška – zdroj autor.....	45
Obr. 46 Určení úrovně přístrojové desky v Y řezu přístrojové desky – zdroj autor.....	46
Obr. 47 Definice oblasti 5.1. – zdroj autor .....	46
Obr. 48 Definice oblasti 5.2. – zdroj autor .....	47
Obr. 49 Definice oblasti 5.3. – zdroj autor .....	48
Obr. 50 Definice oblasti 5.9. – zdroj autor .....	48
Obr. 51 Oblast za volantem – zdroj autor.....	49
Obr. 52 Obecný výčnělek pro oblast 5.1. – zdroj autor .....	50



Obr. 53	Obecný výčnělek pro oblast 5.2. - zdroj autor.....	50
Obr. 54	Ofukovač ve Škoda Superb 3. generace (40) .....	51
Obr. 55	Mínimální poloměr zaoblení (38).....	52
Obr. 56	Stanovení statické oblasti nárazu hlavou – zdroj autor .....	53
Obr. 57	Určení dopadu hlavy – zdroj autor .....	54
Obr. 58	Stanovení oblasti 5.3 na výplních dveří – zdroj autor .....	54
Obr. 59	Zkouška čelního nárazu (45) .....	55
Obr. 60	Saňová zkouška (urychlovací vozík) (46) .....	56
Obr. 61	Určení oblasti nárazu hlavou pro dynamický test – zdroj autor .....	57
Obr. 62	Simulace dynamické zkoušky pasažéra do přístrojové desky – zdroj autor.....	58
Obr. 63	Simulace dynamické zkoušky pasažéra do přístrojové desky pohled shora – zdroj autor .....	58
Obr. 64	Trojrozměrný vztažný systém vozidla (37) .....	59
Obr. 65	Označení části zařízení 3DH (37).....	60
Obr. 66	Ukázka polohy H-bodu vůči R-Bodu (40) .....	61
Obr. 67	Statická zkouška v oblasti 5.1. – zdroj autor .....	64
Obr. 68	Zkušební impaktor klín (37) .....	64
Obr. 69	Statická zkouška v oblasti 5.2. – zdroj autor .....	65
Obr. 70	Zařízení k měření výčnělků (37) .....	66
Obr. 71	Přístrojová deska před zkouškou číslo 3 – zdroj autor .....	70
Obr. 72	Přístrojová deska po zkoušce číslo 3 – zdroj autor.....	70
Obr. 73	Zařízení 3DH – zdroj autor.....	72
Obr. 74	Schematické znázornění posunutí opěradla sedadla (42) .....	72
Obr. 75	Schematické znázornění posunutí hlavové opěrky (42) .....	73
Obr. 76	Zkušební zařízení pro testování opěradla a hlavové opěrky – zdroj autor .....	74
Obr. 77	Zkouška pohlcení energie opěradla sedačky zezadu – zdroj autor.....	77
Obr. 78	Zkouška pohlcení energie hlavové opěrky zezadu – zdroj autor.....	77
Obr. 79	Zkouška pohlcení energie hlavové opěrky zepředu – zdroj autor .....	77
Obr. 80	Zkouška pohlcení energie hlavové opěrky zepředu druhá řada – zdroj autor .....	78

## Seznam tabulek

Tab. 1	Limitní hodnoty nárazu na mechanismus (2) .....	11
Tab. 2	Veličiny měřené biomechanicky na figuríně OSN č.94 (3) .....	16
Tab. 3	Veličiny měřené biomechanicky na figuríně č.95 (4) .....	18
Tab. 4	Organizace spolupracující s Euro NCAP (20).....	24
Tab. 5	Požadavky na odvětrávací mřížky (37) .....	52
Tab. 6	Naměřené hodnoty při statické zkoušce dle OSN č.21– zdroj autor .....	66

Tab. 7 Naměřené hodnoty pro statickou zkoušku pohlcení energie – zdroj autor.....	68
Tab. 8 Hodnocení statické zkoušky pohlcení energie – zdroj autor .....	69
Tab. 9 Výsledky statické zkoušky – zdroj autor .....	76
Tab. 10 Výsledné hodnoty pohlcení energie hlavové opěrky spací, zkouška zepředu dle OSN č.17 – zdroj autor .....	80

## Seznam grafů

Graf 1 Průběh zkoušky číslo 3 – zdroj autor .....	71
Graf 2 Točivý moment kolem bodu R působící na opěradlo sedadla – zdroj autor .....	74
Graf 3 Posun hlavy dozadu a točivý moment působící na opěrku hlavy – zdroj autor .....	75
Graf 4 Síla působící na hlavovou opěrku silou max. 890 Nm – zdroj autor .....	75
Graf 5 Průběh pohlcení energie – zdroj autor .....	79

## Seznam zkratk a symbolů

ADR – Australian Design Rules

CAC – amplitudová třída kanálu

CATIA – Software umožňující tvorbu 2D a 3D konstrukce, vizualizace a 3D tisk

CAVA – Doplněk ke CATIE V5 od Dassault Systemes

CFC – kmitočtová třída kanálů

DZS – dětský zádržný systém

ECE – Economic Commission for Europe

EHK – Evropská hospodářská komise

Euro NCAP – European New Car Assessment Programme

FMVSS – Federal Motor Vehicle Safety Standards

GRSG – Ustanovená pracovní skupina pro obecnou bezpečnost (Working Party on Automated/Autonomous and Connected Vehicles)

GRSP – Pracovní skupina pro pasivní bezpečnost (Working Party on Passive Safety)

GRVA – Pracovní skupina pro automatizovaná/autonomní a propojená vozidla (Working Party on Automated/Autonomous and Connected Vehicles)

Hyperextenze – nadměrné natažení

Hyperflexe – intenzivní pokrčení

impaktor – zkušební zařízení

Isofix – International Standardization Organization fixation

OBD – offset deformable barrier

OSN – Organizace spojených národů

PD – Přístrojová deska

SHORE – Zkouška tvrdosti podle Shore

Software – Programové vybavení

SOP – Start of Production

spára – vzdálenost mezi dvěma díly

UNECE – United Nations Economic Commission for Europe

WP.29 - Pracovní skupina pro automatizovaná a propojená vozidla

## **Seznam veličin**

cm – centimetr = jednotka délky

g – gram = jednotka hmotnosti

g – tíhové zrychlení =  $9,81 \text{ m/s}^2$

J – Joule = jednotka práce a energie

kg – kilogram = jednotka hmotnosti

km/h – kilometr za hodinu – jednotka rychlosti

kN – kilonewton = jednotka síly

lx - Lux – jednotka intenzity osvětlení

mm – milimetr = jednotka délky

ms – milisekunda = tisícina sekundy

N – newton = jednotka síly

Nm – newton metr – jednotka momentu síly

t – tuna – jednotka hmotnosti

## 7 Přílohy

Fotky ze statické zkoušky ONS č.21 – pohlcení energie:

Příloha I: Přístrojová deska zkouška číslo 1 – zdroj autor

Příloha II: Přístrojová deska zkouška číslo 2 – zdroj autor

Příloha III: Přístrojová deska zkouška číslo 4 – zdroj autor

Příloha IV: Přístrojová deska zkouška číslo 5 – zdroj autor



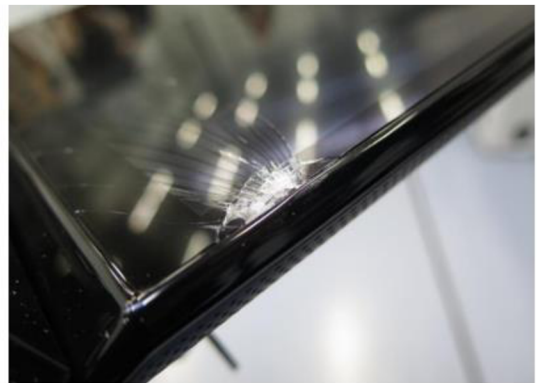
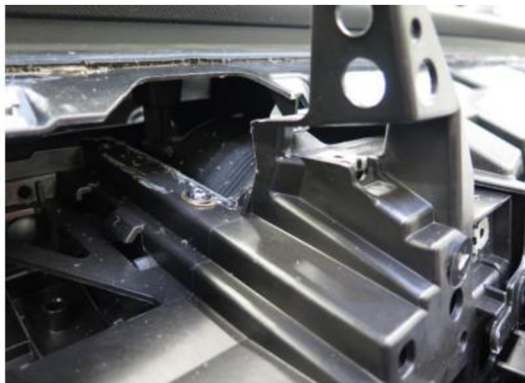
Obr. I Přístrojová deska před zkouškou číslo 1 – zdroj autor



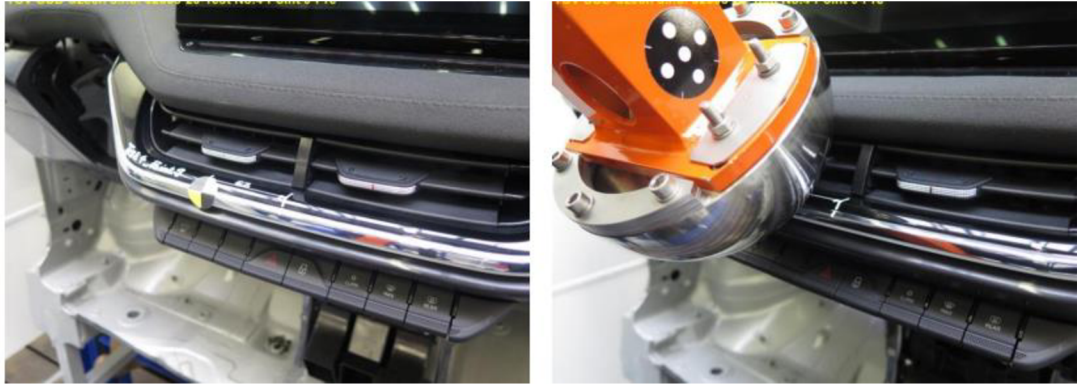
Obr. II Přístrojová deska po zkoušce číslo 1 – zdroj autor



Obr. III Přístrojová deska před zkouškou číslo 2 – zdroj autor



Obr. IV Přístrojová deska po zkoušce číslo 2 – zdroj autor



Obr. IV Přístrojová deska před zkouškou číslo 4– zdroj autor



Obr. V Přístrojová deska po zkoušce číslo 4 – zdroj autor



Obr. VI Přístrojová deska před zkouškou číslo 5– zdroj autor



Obr. VII Přístrojová deska po zkoušce číslo 5 – zdroj autor