

Tartalomjegyzék

1.	A DELOREAN MOTOR COMPANY BEMUTATÁSA	4
1.1.	JOHN DELOREAN ELŐÉLETE	4
1.2.	A DELOREAN MOTOR COMPANY MEGALAPÍTÁSA	4
1.3.	A DELOREAN MOTOR COMPANY BELFASTI GYÁREGYSÉGE	5
1.4.	DMC-12 ADATAI	6
1.5.	TECHNIKAI SPECIFIKÁCIÓ	6
1.6.	GIORGETTO GIUGIARO FORMATERV	8
2.	GAZDASÁGI VONATKOZÁSOK	11
2.1.	PIACI ELHELYEZÉS	11
2.2.	MÉDIA MEGJELENÉSEK	12
2.3.	REPUTÁCIÓ	13
2.4.	MENEDZSMENT ÉRTÉKELÉS	14
2.5.	GYÖKÉROK FELTÁRÁS	14
2.6.	HIBÁK, JAVASLATOK	16
2.7.	INNOVÁCIÓS LEHETŐSÉGEK	16
2.8.	FELHASZNÁLÓI KÖRNYEZET DEFINIÁLÁSA.....	16
3.	TERVVÁZLATOK.....	22
3.1.	KAROSSZÉRIA VÁLTOZATOK	22
3.2.	FEJLESZTENI KÍVÁNT TERÜLETEK BEMUTATÁSA	25
3.2.1.	<i>Gyalogos biztonság</i>	<i>25</i>
3.2.2.	<i>Utasbiztonság</i>	<i>31</i>
3.2.3.	<i>Karosszéria design és anyaghasználat</i>	<i>34</i>
3.2.4.	<i>Ajtó nyitási mechanika.....</i>	<i>34</i>
3.2.5.	<i>Lámpacsoport átalakítása.....</i>	<i>36</i>
3.2.6.	<i>Hátsó oldalsó ablakok</i>	<i>37</i>
3.2.7.	<i>Felületkezelés</i>	<i>37</i>
3.2.8.	<i>Elülső szellőzőrács</i>	<i>37</i>
3.2.9.	<i>Jegykiadó ablak.....</i>	<i>38</i>
3.2.10.	<i>Futómű korszerűsítése</i>	<i>38</i>
3.2.11.	<i>Logó újra tervezése</i>	<i>40</i>
3.3.	KONCEPCIÓK BEMUTATÁSA	43
3.3.1.	<i>Koncepciók összehasonlítása</i>	<i>43</i>
3.3.2.	<i>Koncepció összevetése az eredeti designnal</i>	<i>45</i>
4.	KONCEPCIÓK RÉSZLETEZÉSE	47
4.1.	MENETTULAJDONSÁGOK VIZSGÁLATA	48
4.2.	GYÁRTHATÓSÁGI FELTÉTELEKNEK VALÓ MEGFELELTETÉS.....	52
4.3.	LÁTVÁNYTERV KÉSZÍTÉSE	54
4.4.	PLAKÁT KÉSZÍTÉSE.....	58
4.5.	MAKETTEK ELKÉSZÍTÉSE	59
4.6.	GYÁRTÁSI DOKUMENTÁCIÓ KÉSZÍTÉSE	60
	ÖSSZEGZÉS.....	61
	SUMMARY	62
	FORRÁSOK	63
	ÁBRAJEGYZÉK	65
	TÁBLÁZATJEGYZÉK.....	67
	MELLÉKLETEK.....	68

BEVEZETÉS

Diplomamunkámban a John DeLorean által 1975-ben alapított DeLorean Motor Company fő tevékenységét jelentő, DeLorean DMC-12-es modell elemzését és az eredeti formai nyelvhez hű újratervezését mutatom be. A mára már kultautó kategóriába sorolható termék felhasznált anyagaiban, vállalatirányítási rendszerében, gazdasági stratégiai döntéseiben és még maga az autógyár elhelyezésében is, rendkívül újító megoldásokat alkalmazott, és emellett fejlesztési potenciált is hagyott a vállalat és a termék életútjában. Erre a fejlesztésre próbálok meg javaslatot tenni a legfrissebb rendelkezésre álló módszerek és eszközök segítségével, hogy ezáltal egy sikerebb alternatívát tegyek lehetővé.

Mivel egy autógyár több száz mérnököt foglalkoztat évekig egy formaterv gyártásra kész állapotba hozására, én pedig egymagam foglalkozok jelenleg a formaterven, így nem a teljes tervezési folyamatot végzem el, csak az első formatervezési ciklust. Ez a kutatástól kezdve, a koncepció fázison át az első 3D modellekig és azok validálásáig tart.

Dolgozatom első és második részében az eredeti DeLorean DMC-12-es modellt szeretném bemutatni minél több aspektusból, hogy korszaktól függetlenül megértsem az autó által képviselt értékeket és a megcélzott végfelhasználói csoport tulajdonságait. A kielégítően informatív összkép alkotásának érdekében a gyár alapítóját, John DeLorean-t és a gyár alapításának körülményeit is bemutatom.

A dolgozat következő, harmadik részében a már megismert design-ban rejlő fejlesztési lehetőségeket ismertetem és javaslatot is teszek annak érdekében, hogy az eredeti modell szellemiségét a lehető leghűbben át lehessen ültetni a mostani elvárásoknak megfelelően.

A dolgozat legfontosabb részét jelentő negyedik szakaszban szeretném bemutatni az elkészült koncepciókat, melyek négy különböző adaptációban manifesztálódnak annak érdekében, hogy egy termékcsaládként képviseljék az eredeti modell értékeit és stílusát.

A dolgozat során nemcsak a formatervezési folyamatot fogom bemutatni, hanem a látványtervek és arculati elemek, 3D modellek, áramlástani végelelemes szimuláció, valamint 3D nyomtatott makettek elkészítését is.

Célom a folyamat során a rendelkezésemre álló legtöbb és legkorszerűbb technika felhasználása, így a manapság egyre nagyobb teret nyerő mesterséges intelligenciát is igénybe veszem a fejlesztés korai szakaszában.

1. A DELOREAN MOTOR COMPANY BEMUTATÁSA

Ahhoz, hogy a felhasználókat, a piacot, a termék mögött rejlő filozófiát, vagy akár a gyár működését megértsük, meg kell ismernünk az egész rendszert hajtó ideát létrehozó embert, majd az így kapott perspektívából érdemes végig vizsgálni a DMC-12 létrejöttéig vezető rögzös utat. Ezen élményekkel teli idő- és térbeli utazás végén tudok érdemi konklúziót levonni, amit fel tudok majd használni a tervezési fázisban.

1.1. John DeLorean előélete

John DeLorean (1925-2005), amerikai autóiipari mérnök, a saját vállalkozása megalapítása előtt a Chryslernél, a Packardnál, majd legvégül a General Motorsnál is dolgozott, melyek közül ez utóbbi helyen érte el munkavállalói karrierje legmagasabb pozícióját. Először ugyanis a cégcsoporton belül a Pontiac, majd a Chevrolet igazgatói székét kapta meg, a vállalat történetének legfiatalabbjaként. Kiemelkedő sikere a Pontiac GTO sportautó volt, mely jelentős elismertséget hozott a számára. DeLorean zavarta, hogy a kortárs tömeggyártott sportautókat csak 10 évre tervezték, míg DeLorean szeretett volna megbízhatóbb, környezetbarátabb és sokáig funkcionáló autót készíteni. Emellett az autók formatervét is szerette volna megreformálni, mivel az art deco stílus kései szakaszában elterjedtek a túlzóan elegáns, gyakran funkció nélküli formatervvvel rendelkező autók, míg DeLorean diszkrétebb és dinamikusabb formát kívánt elterjeszteni az autóiiparban. Az ezidő alatt középkorúvá és túlsúlyossá vált férfi életközepi válságon ment keresztül, melynek következtében fittebb életmódot kezdett el folytatni, valamint extrovertáltabb életet élt, és ezáltal rendkívül szerteágazó kapcsolati tőkére tett szert. Ezt felhasználva vágott bele az önmagáról elnevezett DeLorean Motor Company megalapításába. [7]

1.2. A DeLorean Motor Company megalapítása

John DeLorean cégét 1975-ben alapította Detroitban, mely helyszín a korabeli észak-amerikai autógyártás központja volt, jelentős versenytársakkal, így a környéken lévő autóiipari dolgozók szakképzettek és potensek voltak, ám magas bérekkel rendelkeztek, így egy induló vállalkozásnak ez a helyszín nem adott jó táptalajt egy új gyáregység kialakítására. A cég alapításául szolgáló tőke jelentős részét a Bank of America nevű banktól hitelezve, valamint partneri megállapodáson keresztül, viszonteladó magán autókereskedők befektetéseiből fedezte John DeLorean. A cég gyártási tevékenységét - az előbbieken említett szoros versenypiaci helyzet miatt - az akkoriban belviszályok sújtotta Írországból tervezték az ír állam közreműködésével. Ennek a tervzetnek a segítségével a kezdeti akadályok után az ír munkanélküliség megoldására fókuszáló előadásával sikerült pozitív kimenetelűvé fordítania és kölcsönösen jövedelmező megállapodássá formálnia a DeLorean Motor Company és az ír állam számára. [7]

1.3. A DeLorean Motor Company belfasti gyáregysége

A gyáregységet az írországi Belfast közelében, a DeLorean Motor Company központtól pár kilométerre fekvő Dunmurryben építették fel. A munkálatokat 1978 októberében kezdtek el és az előzetes tervek szerint 1979-ben már kezdődött volna a sorozatgyártás, ám ez tervezési problémák és a rossz pénzgazdálkodás révén kicsúszott 1981 elejére. A gyártósor kialakításában, felhasznált eszközeiben és az alkalmazottak honoráriumát tekintve is prémium autógyári szintet képviselt, ám a dolgozók az akkoriban folyó vallási belviszályok és tetőző munkanélküliség miatt nem rendelkeztek sem megfelelő autóiipari tapasztalattal, sem megfelelő magánéleti stabilitással, amely lehetővé tette volna a gyártás akadálymentes kezdeti periódusát. Sok minőségügyi, vállalatirányítási probléma merült fel, melyeket 1982-re javarészt sikeresen kiküszöböltek, ám ezévben John DeLorean ellen rendőrségi nyomozás indult drogkereskedelemmel kapcsolatban, és mire lezajlott a bírósági folyamat, a hiányzó vezetés tükrében, valamint az egyre emelkedő gyártási árból fakadó, a fogyasztói árra ráterhelt eladási összeg következtében kialakuló, be nem folyó összeg azt eredményezte, hogy 1983-ra már nem folytatta tevékenységét a belfasti gyáregység. (1.1. ábra) [7]



1.1. ábra A DeLorean Motor Company belfasti gyáregysége [1]

A gyár teljes működése alatt gyakoriak voltak a minőségügyi hibák is, melyek között a legjellemzőbb a mechanikus alkatrészek és a karosszéria hibái voltak, ugyanis az autó teljes gyártási ciklusa alatt 8987 darab készült el, ez idő alatt pedig két szériaváltás is volt a gyártásban, mely ezen tényezők miatt, manufakturális jelleget kapott, így a már ekkoriban ismert 5S és 8D, továbbá LEAN folyamat- és minőségbiztosítási rendszerek alkalmazása szóba sem jöhetett volna. Ilyen feltételek mellett nem tudott kialakult érdemi know-how a termékekre. (1.2. ábra)

Érdeemes továbbá szót ejteni a gyári dolgozók viszonyairól is, mivel az 1980-as években is zajlott az észak-írországi belviszály, mely során a nem politikai alapon elnevezett két oldal a protestánsok és a katolikusok napi szintű utcai összeütközésekben vettek részt és az újonnan létesített DeLorean gyár épp az érintett régióban helyezkedett el. A gyár humán erőforrási részlege is észlelte ezt a problémát, így a gyárban külön bejáratot hoztak létre a két politikai félnek, továbbá szeparált műszakok és osztályok alakultak ki.



1.2. ábra A DeLorean Motor Company gyár belső működése [1]

1.4. DMC-12 adatai

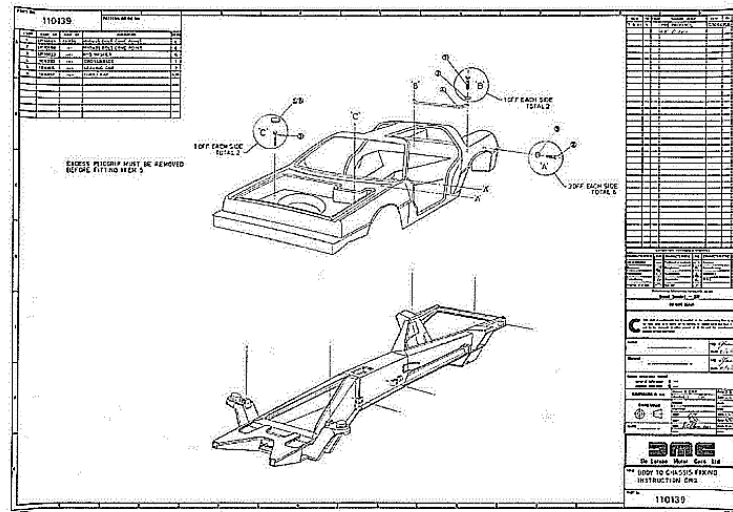
A DMC-12-es modell története nagyratörő és innovatív jövővel kecsegtetett, hiszen az akkori autóipar több remek szakembere is dolgozott a modellen, továbbá a termék irányadó vízióját John DeLorean túl magasra pozicionálta, hiszen egyszerre kellett volna teljesítenie a terméknek a környezetbarát, takarékos, sportos, egyedi, esztétikus, közepes árkategóriájú, korszerű, időtálló, megbízható, új gyártási technológiákat meghonosító, könnyű, biztonságos, nagy darabszámban eladható és ikonikus jellemzőket, amire építkezve a vállalat felfutó ívet vehet. Sajnos ezen elvárások közül alig teljesült pár, ám magát a víziót hagyományosan racionalista innovációs stratégiai tervnek lehet tekinteni.

1.5. Technikai specifikáció

Az autó technikai tartalmának feltöltésében irányadó volt az a több évtizedes múltú folyamat, mely során az autó designját az exteriőr és enteriőr elemek sajátossága jelenti, miközben az avatatlan szem számára láthatatlan alkatrészek, mint például a futómű mechanika, motor és hajtáslánc vagy akár komplett elektronikai egységek java része már autóipari beszállítók korszerű saját fejlesztésű kínálatából van összeválogatva és beépítve. Az autó karosszériája rozsdamentes, szálcsiszolt, felületkezelés nélküli acélötvözet lemezekből (SS304) készült, melyeket üvegszál-kompozit tartószerkezethez rögzítettek, továbbá elöl és hátul műanyag lökhárítókkal és hátsó légterelő lamellákkal egészítették ki. Az üvegszál-kompozit tartószerkezet gyártástechnológiája még nem volt elterjedt az autóipar sorozatgyártásában,

Az autó mérnöki tartalmát 1976 októberében William T. Collins készítette el az első prototípusként, ám később ezt a Lotus vezető mérnöke Colin Chapman tervezte át csapatával, mivel az eredeti koncepcióban használt motor típusa, elhelyezése, valamint a karosszéria előgyártási folyamata a technológia újszerűsége miatti szignifikáns

változtatásokon esett át. A futómű a korabeli Lotus Esprite S1-ből lett felhasználva, hiszen rokon formatervről volt szó, így kézenfekvő rokon alkatrészeket alkalmazni. (1.3. ábra) (1.4. ábra) (1.5. ábra) [7]



1.3. ábra Lotus Eprit alváz és DMC-12 karosszéria összeállítási rajza [2]



1.4. ábra Üvegszálas kompozit karosszéria [3]



1.5. ábra Y-alváz, a Lotus Esprit S1 összeállítása [4]

Motorja az autó hátuljába került, mely egy Peugeot-Renault-Volvo (továbbiakban PRV) hathengeres, licenszelt és beszállított alkatrészként beépített, 2849 cm³ hengerűrtartalmú, benzines szívó szerkezet (PRV ZMJ-159), amelyből a futóműhöz a hajtáshoz szükséges teljesítményt opcionálisan egy öt sebességű kézi, valamint egy három sebességű automata váltó továbbította, mely úgyszintén PRV fejlesztés. (1.6. ábra) (1. táblázat) Az autó két ülésel rendelkezik, 1230 kg súlyú, mely a megjelenésekor nehéznek számított az autó sportos, coupé kategóriájához képest.



1.6. ábra V6 PRV motor beépítve a DMC-12-es motorterébe, az autó hátuljába [5]

1. táblázat V6 PRV motor műszaki adatai [6]

Megnevezés	Érték
Hengerűrtartalom [cm ³]	2849
Szelepek száma [db]	12
Furat × löket [mm]	91x73
Kompresszió arány [-]	8.8-10.5:1
Teljesítmény [kW]	95–143 (5500–6000 fordulatszámon)
Nyomaték [Nm]	207–255 (2750–4000 fordulatszámon)
Gyújtási sorrend [-]	1-6-3-5-2-4
Tömeg [kg]	150

1.6. Giorgetto Giugiaro formaterv

Az autó formatervét az olasz Giorgetto Giugiaro, olasz formatervező által vezetett Italdesign vállalat készítette el, ám eredetileg nem a DeLorean Motor Company megbízása kapcsán öltött alakot a formaterv, hanem egy korábbi, bukott design lett újraélesztve, melyet a Hyundai 1974-es Pony coupé modellhez készítettek, ám nem készült el tömeggyártásban, csak prototípusként. Giorgetto Giugiaro pályafutása során ennek a formatervnek az alaksajátosságait tekintve, már többször is próbálta alkalmazni. Ennek ékes bizonyítéka, hogy 1969-ben már egy hasonló formatervet szolgáltatott az Alfa Romeo 33 Iguanára, továbbá Giugiaro poligonszerű designjainak első interpretációja a Lotus Esprit első, 1976-os verziója. (2. táblázat) Magára a formatervre jellemző volt a dinamikus, sportautós ék

forma, a csúcsban végződő farrész, alacsony kialakítás, a kontrasztos ezüst és fekete színhasználat, továbbá a futurisztikus szellőző rostélyok elhelyezése a karosszérián. Élvezetése és áramvonalassága ötvözi a monolitszerűséget és a cseppforma ambivalens fúzióját. Ezen alaksajátosságok javarésze öncélú és funkció nélküli, csupán az autó esztétikáját hivatott növelni. Az ék forma alaktényezője 0,33, ami a korabeli versenytársakéhoz képest kevesebbnek számított, így kedvezőbb is menetdinamikai és fogyasztási szempontból. [6] [7] (1.7. ábra)

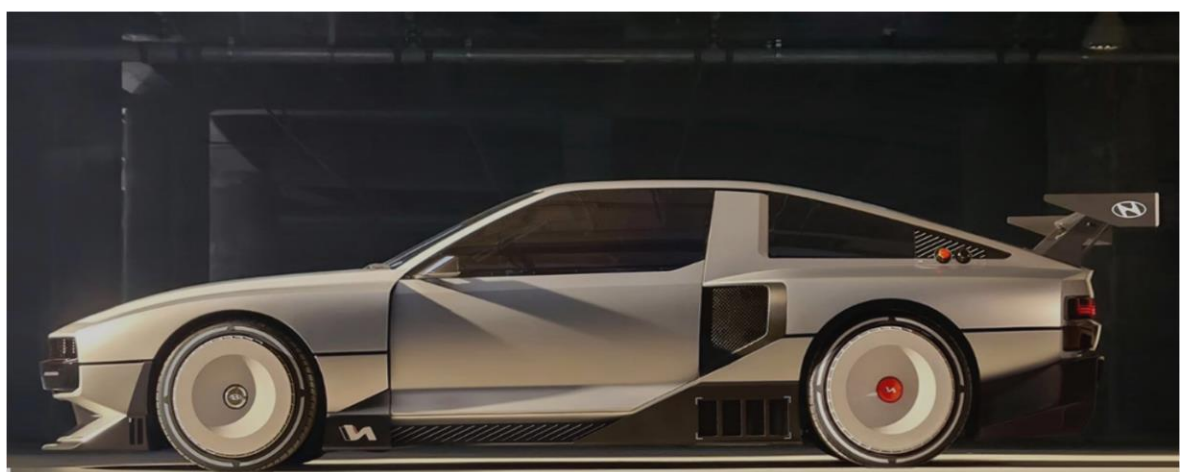
2. táblázat Giorgetto Giugiaro poligon formatervek időrendi sorrendben

Alfa Romeo 33 Iguana előlnézete, 1969 [8]	
Maserati Boomerang oldalnézete, 1972 [9]	
Hyundai Pony oldalnézete, 1974 [10]	
Lotus Esprit S1 oldalnézete, 1976 [11]	
DMC-12 oldalnézeti képe, 1981 [12]	



1.7. ábra Giorgetto Giugiaro (balra) és John DeLorean (jobbra) a DMC-12 mögött [13]

A DeLorean Motor Company, továbbá első termékük, a DMC-12-es modell magasan pozícionált, lehetőségekkel teli vállalkozás részeit képezték, ám a megvalósítása rövidtávon kudarcba fulladt. A formaterv időtállóságát semmi nem bizonyítja jobban, mint hogy 2022 nyarán jelentette be a Hyundai, hogy készítik az N Vision 74 nevű modelljüket, mely emléket állít a Hyundai Pony 1974-es formatervének, ám korszerű elektromos hajtáslánc alkalmazásával, LED-es fényszórókkal, megtartva a jellegzetes alak és árnyalat sajátosságokat, melyek jellemzőek voltak Giugiaro poligon formaterveire. Az N Vision 74 formatervezője az AUDI-tól nemrégiben a Hyundaihoz szerződött ázsiai formatervező, SangYup Lee. (1.8. ábra)



1.8. ábra Hyundai N Vision 74 oldalnézet [14]

2. Gazdasági vonatkozások

A DMC-12 gazdasági peremfeltételeinek és marketingjének definiálása során erőteljes pozitív hatása volt az 1973-as olajválságnak. Nagy igény mutatkozott az Amerikai Egyesült Államokban az átlagfogyasztók részéről az alacsonyabb fogyasztású, megbízható autókra, továbbá az újonnan betörő európai és ázsiai modellek következtében a modern technikai megoldásokra és az esztétikus, újító formatervre. Ezen fogyasztói elvárásoknak való megfelelés és egy új brand felépítésének terhe nehezedett a DeLorean DMC-12-es modell bevezetése során, így fontos szemponttá vált a modell piaci elhelyezkedése és az eladott darabszám.

2.1. Piaci elhelyezés

Az első működőképes és árusítható darabok elkészülése után 25,000 USD fogyasztói árra pozícionálták be az autót, majd 1982-re ez az ár 29,825 USD-ra [15] emelkedett, 1983-ra pedig 34,000 USD [16] lett az autó értékesítési ára. Ez az emelkedés egyre jobban csökkentette a fogyasztói igényekkel való találkozás esélyét, így végül nem tudták az elvárásoknak megfelelő mértékben értékesíteni ezen az áron. (2.1. ábra) A korabeli árkategóriához képes új, magasabb értékű konkurensok közé került a DMC-12-es modell, melyek között nem tudott érdemben versenybe szállni, így a potenciális vásárlóközönség átpártolt a konkurens modellek felé.

DMC DE LOREAN MOTOR COMPANY

SHIPPED TO: DEALER NAME AND ADDRESS
 Bob Marco Buick Opel Inc.
 6730 Gulf Freeway
 Houston, TX 77067

MODEL: DMC-12
 BODY TYPE: 2-DOOR
 PORT OF ENTRY: HOUSTON, TX
 METHOD OF TRANSPORTATION: TRUCK

STANDARD FEATURES:

- Stainless Steel Body Panels
- Counter-Balanced Gull-Wing Doors
- 4-Wheel Independent Suspension
- Rack & Pinion Steering
- Electronic Ignition System
- Body Side Loading
- Tinted Windows
- Intermittent Windshield Wipers
- Epoxy Coated Corrosion Resistant Frame
- Dual Braking System
- Halogen Headlamps
- Engine/Luggage Compartment Lights
- Interior Hood & Engine Compartment Release

STANDARD EQUIPMENT:

- REAR MOUNTED 174 CID DMC V6 ENGINE
- 5-SPEED MANUAL TRANSMISSION
- ROCK-4-JET FUEL INJECTION
- OPTIONAL 4-SPEED MANUAL GEAR BOXES
- AIR CONDITIONING
- AM/FM STEREO CASSETTE RADIO
- POWER WINDOWS
- CENTRAL LOCK LAMPING SYSTEM
- TILT & TELESCOPIC STEERING COLUMN
- DUAL ELECTRIC FRONT SIDE VIEW MIRRORS
- CAST LIGHT-ALL-WHEELS
- SHOCK-RESISTANT SWAY BAR
- ELECTRIC REAR WINDOW DEFROSTER
- ELECTRIC TACHOMETER

U.S. PHOENIX CHANGES

OPTIONAL EQUIPMENT

U.S. PHOENIX CHANGES

DESTINATION AND HANDLING CHARGES: \$75.00

TOTAL SUGGESTED RETAIL PRICE: \$25,075.00

EPA FUEL ECONOMY RATING

MODEL: 1981 DE LOREAN, 174 CID ENGINE, 5-CYLINDERS, 5-SPEED MANUAL TRANSMISSION, MECHANICAL FUEL INJECTION, CATALYST EQUIPPED, FUEL RACK FUEL SYSTEM.

ESTIMATED MPG FOR COMPARISON:

17 CITY 25 HIGHWAY

OTHER MODELS: 17 CITY 25 HIGHWAY

ANNUAL FUEL COST: \$1,225

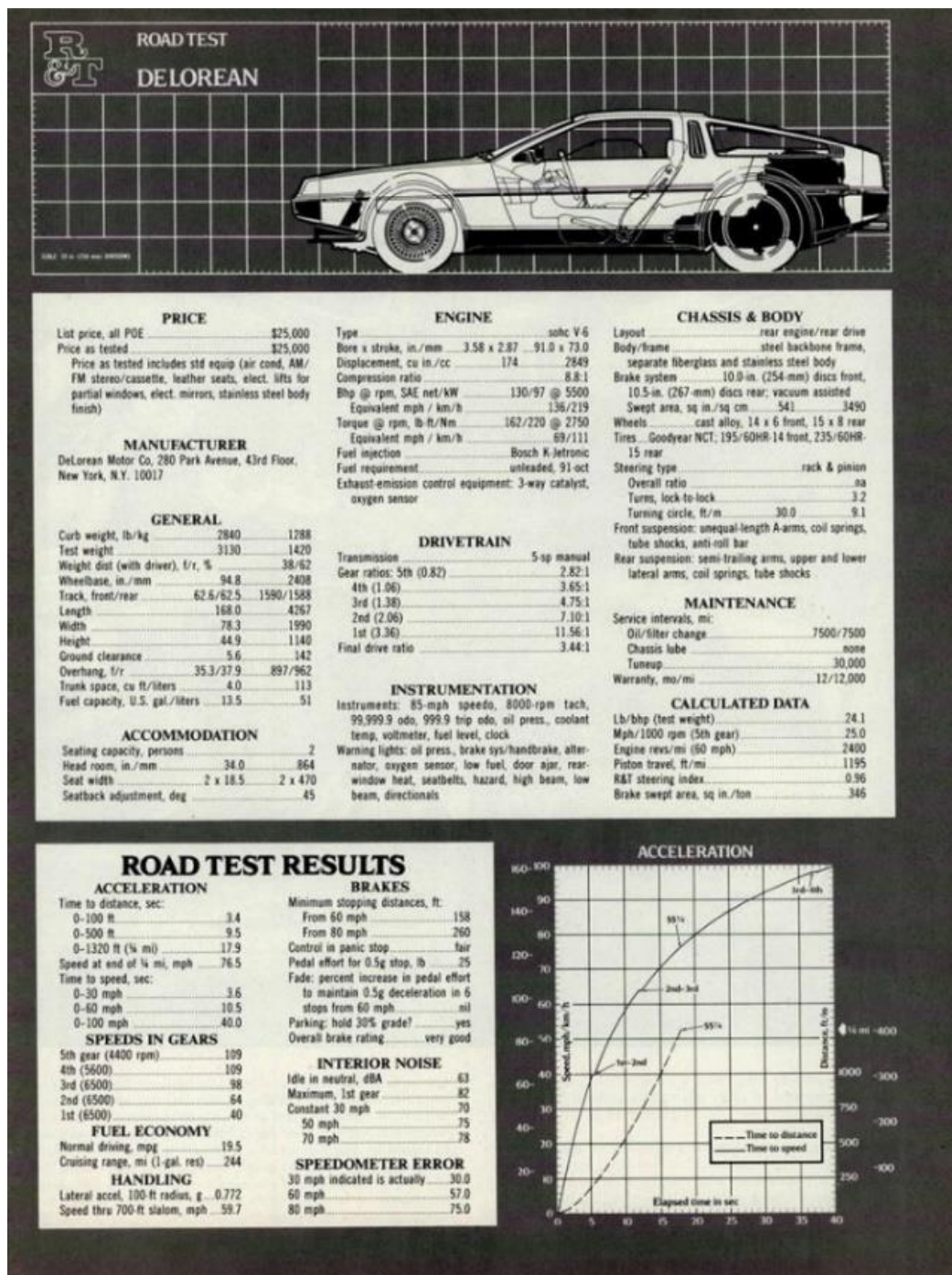
BASED ON: 15 MPG, 15,000 MILES PER YEAR, \$1.25 PER GALLON

ASK THE DEALER FOR THE 1981 EPA FUEL ECONOMY GUIDE TO COMPARE THE ESTIMATED MPG OF OTHER CARS. IT WILL TELL YOU HOW TO USE THESE NUMBERS.

2.1. ábra 1981-es árazás egy korabeli autókereskedőtől [17]

2.2. Média megjelenések

A DeLorean DMC-12-es modellt erős marketinggel támogatták meg, mivel a mögötte álló DeLorean Motor Company-t is be kellett vezetni a köztudatba. A korszakban a lehető legnagyobb elérést produkáló médiumokban szerepelt a modell, azaz a televízióban [18], a rádióban, az automotív folyóiratokban és szórólapokban. (2.2. ábra) (2.3. ábra) Az autó reklámozásában továbbá részt vett a vállalat vezetője, John DeLorean is, aki többször is adott interjút rádióban és televízióban.



2.2. ábra Teszt eredmények a "Road & Track" 1981-es kiadványából [19]



2.3.ábra Kép a "Car and Driver" 1981 decemberi számának "DeLorean Versus the World" cikkéből, ahol a konkurens GT kategóriájú modellekkel hasonlították össze a DMC-12-es modellt [20]

2.3. Reputáció

A DMC-12-es modell homologizációs engedélyeztetését a MIRA (Motor Industry Research Association, jelenleg Horiba/ MIRA) elnevezésű, egyesült-királyságbeli kutatás-fejlesztési központ végezte 1980 és 1982 között [21]. Az autóval kapcsolatos legkritikusabb jelentést a falnak frontális ütközési teszt eredményei mutatták, melyekből kiderül, hogy a sirályszárnnyas ajtók, valamint az autó elejében lévő csomagtartó és kormányzott kerekek jelentős károsodást szenvedtek. Ugyanis a kompozit karosszéria nem rendelkezett megfelelő ütközési energia elnyelő gyűrődő zónával, valamint az alvázra szerelt alkatrészek túlságosan előre nyúltak, így nyúlványaik maradandó alakváltozást szenvedtek. [22] [23] (3. táblázat)

A teszt, a fizikai kiértékelésen kívül, magában foglalt egy számítógépes szimulációt, valamint javaslattétellel is fordultak a gyártó felé, miszerint javasolt a két első légzsák pozíciójának megváltoztatása is, mely módosítás megtörtént a teszt után.

3. táblázat A 35 mph sebességű teszt eredményei [24]

Sérülés típusa	Sofőr	Utas	"208"-as határérték
Fejsérülés	404	371	1000
Törzssérülés	44	42,5	60
Combesont terhelés:			
• Jobb	1125	1050	2250
• Bal	840	1750(1220)	2250

2.4. Menedzsment értékelés

A DeLorean Motor Company DMC-12-es modelljének tervezésétől és prototípusgyártási folyamatától, a sorozatgyártás kezdetén át (1980) a vállalat csődeljárásáig (1983) több olyan vállalatirányítási és stratégiai döntés lépett életbe, melyek a pozitív lehetőségekkel rendelkezőnek tűnő brand-et és a vállalatot romba döntötték. A hibás döntéseket műszaki oldalról a termék tervezésében, gazdasági oldalon a korrupt vállalati vezetésben, stratégiai oldalról a belfasti gyáregység geopolitikai sajátosságaiban találhatjuk. Ezen döntések láncolata javarészt a DMC-12-es modell gyorsított tervezési folyamatából ered, minek következményeként a gyártás korai fázisában fény derült minőségügyi, szerkezeti és biztonságtechnikai problémák sokaságára is, mely váratlanul érte a vállalati vezetést és olyan mederbe sodorta a vállalatot, amelyre rövid múltja kapcsán nem volt megfelelően felkészülve. (2.4. ábra)



2.4. ábra A DeLorean Motor Company menedzsment csapata [25]

2.5. Gyökérok feltárás

Amennyiben a vállalatra és a DMC-12-es termékre is alkalmazzuk az alapvető vállalkozás innovációs külső- és belső hibaforrás-analízist, valamint ezen tevékenységet kiegészítjük a japán TOYOTA gyár hibakeresési módszertanával, az 5W+2H (What-Who-Where-When-Why-How-How many?; azaz Mi-Ki-Hol-Mikor-Miért-Hogyan-Mennyi?) módszerrel, fényt deríthetünk olyan összefüggésekre, melyek nem feltétlenül kézenfekvőek. (4. táblázat) (5. táblázat) (6. táblázat)

4. táblázat Az innovációs kudarcok belső okai

Hibaok típusa	Hiba megléte
Gyenge vezetés	Fennáll
Rossz szervezés	Fennáll
Valós teammunka hiánya	Fennáll
Felelősségi és döntési jogkörök tisztázatlansága	Nincs adat
Hiányos kommunikáció	Nincs adat
Alacsony szintű képességek	Fennáll
Gyenge tudásmenedzsment	Nem áll fenn

5. táblázat Az innovációs kudarcok külső okai

Hibaok típusa	Hiba megléte
Piaci környezet	Fennáll
Felhasználói/fogyasztói igények	Fennáll
Versenytársak	Fennáll
Társadalmi környezet	Fennáll
Állam	Nem áll fenn
Fogyasztói vélekedés	Fennáll
Természeti környezet	Nem áll fenn
Energia	Nem áll fenn
Környezetszennyezés	Nem áll fenn

6. táblázat 5W+2H módszer alkalmazása a csődbement DMC managementje kapcsán

Kérdés	Elsőrendű válasz	Másodrendű válasz	Harmadrendű válasz
Mi a probléma?	Csődbe ment a vállalkozás.	Nem lett elég autó eladva.	Nem volt versenyképes a termék.
Ki okozta?	A vállalat vezetése.	A vállalat felsővezetése.	John DeLorean
Hol történt ez?	Belfastban és Detroitban.	Detroitban	-
Mikor?	1983-ban.	-	-
Miért?	Költségvetési csődeljárás miatt.	Nem volt elég eladott példány.	Nem volt versenyképes a termék.
Hogyan?	Nem volt elég tartalék.	Újjonnan induló vállalkozás volt.	Nem volt elég részletes költségvetési tervezet.

2.6. Hibák, javaslatok

A gyár modern eszközökkel és sok potenciállal rendelkezett, a formaterv időtálló és egzotikus volt. A rendelkezésreálló know-how, melyet a menedzsment tagjai előző munkahelyeikről hozott tapasztalat útján tudtak volna implementálni és a munkaerő túlkínálat is jó táptalajt szolgáltatott volna a jó termék gyártásához. A hibák, az előző gyökérok feltárás konklúziójaként, a hozzájuk tartozó javaslattal, a 7. táblázatban találhatóak.

7. táblázat Hibák és javaslatok

Hiba	Javaslat
Költségvetési csőd	További befektető találása, biztonsági tartalékok és alaptőke bővítése, gyártás indítás elhalasztása
Minőségügyi hibák sokasága	Bemintázási és 5S-LEAN folyamatok bevezetése
Tapasztalatlan munkaerő	Komplex, egységes képzési terv a friss munkavállalóknak
Nem versenyképes termék	Jobb ár-érték arányú konstrukció kialakítása

2.7. Innovációs lehetőségek

A DMC-12-es modell jövőbemutató törekvései csak részben valósultak meg, többségük a korabeli tervezési módszerekkel élve is rendelkezik javítási és fejlesztési potenciállal. A következőkben szeretnék javaslatokat tenni a korabeli eszközök és tudáselemek felhasználásával, melyek javíthatnak a termék minőségén, csökkenthetnek az árán, és növelheti a végfelhasználói élményt. Ezen pontokat a továbbiakban már a tervvázlatok alappilléreként fogom részletezni.

2.8. Felhasználói környezet definiálása

A termék újra tervezése során az egyik legfontosabb lépés, hogy megértsem az eredeti termék célközönségét és annak módját, hogyan próbálta meg a tervezője kialakítani a formát, a szín- és anyaghasználatot a felhasználási körülmények együttesének teljesítése érdekében. A cél, hogy a jelen kor elvárásainak megfelelő karosszéria formatervet hozzak létre.

A végfelhasználói paramétereket nehéz rekonstruálni visszamenőleg, ám az autó karakterét, 2 személyes mivoltát és ár-érték arányát tekintve a 8. táblázatban foglaltakat sikerült összefoglalnom következtetésként.

8. táblázat Végfelhasználói paraméterek

Nemek aránya	70-75% férfi, 25-30% nő
Lakhely	Amerikai Egyesült Államok, Európa, Távol-Kelet
Életvitel	Városi
Demográfia	Fiatal felnőtt és felnőtt
Szociográfia	Átlagosan és jól keresők
Viselkedés	60%-ban konzervatív
Családi állapot	Nőtlen vagy házas
Gyermekek száma	maximum 2
Tanulmányok	Középiskola és feljebb
Érdeklődési kör	Retro, futurisztikus, sport autók
Előnyben részesített színek	Hűvös színek, acél, szürke, ezüst, fekete, mélykék
Kommunikációs csatorna	Szociális média, televízió, óriásplakát
Gyakran látogatott helyek	Klubbok, éttermek, tenger- és tópart, galériák, múzeum, mozi, színház

A végfelhasználói paraméterek több formatervre is engednének következtetni, így tervezői döntést kell hozni azzal kapcsolatban, hogy a felsorolt adatokból milyen általános megtervezésre kerülő személygépjármű lesz. Ezen adatokból következtethető, hogy az autó a következő jellemzőkkel rendelkezik:

- Közepes teljesítményű (5 fő, csomagok és akár vontatmány szállítása autópályán)
- Túra autó, amely hosszú utakra kiváló (alacsony fogyasztás állandó 100-150 km/h közötti sebességen, legalább 500 km-es hatótáv)
- Reprezentatív és elegáns
- Legalább négy személyes
- Kényelmes (belső tér méretei és alakja a konkurens gyártók antropometriai adatai felhasználásával kialakítva)
- Előremutató
- Elektromos
- Önvezető (Legalább SAE J3036-3-as szintnek megfelelően.)

A könnyebb átláthatóság érdekében a formatervezés során alkalmazott követelményeket táblázatba foglalva a 9. táblázatban közlöm. Természetesen a közölt értékek ajánlások, a tőlük való eltérés a további fejlesztési fázisok során szabadon változtatható, ha a rendelkezésre álló gyártási technológia, az aktuális piaci helyzet, végfelhasználói igények megváltoznak. A követelményjegyzék a tervező segítségére válik az információk sokaságának átlátása érdekében és nem arra hivatott, hogy dogmatikusan megnehezítse egy termék megvalósulását.

9. táblázat Követelményjegyzék (rövidítések magyarázata a 10. táblázatban)

Főcsoport	Alcsoport	Sorszám	Követelmény megnevezése	Adat/ Érték	Súlyozás
A. Termékjellemzők	1. Teherbírás	1	Szállítandó személyek száma	4-5 fő	A
		2	Csomag súlya	max. 400 kg	A
		3	A személygépjármű saját súlya	min. 2 t	A
		4	Vontatmány súlya	max. 1250 kg ECE-R55 szerint	A
		5	Túlterhelési viszonyokkal szembeni ellenállóság	A fenti terhelések 300%-a rövid időtartamú (10 perces) ciklusokban 500-szor	A
	2. Méret	1	Szállítandó személyeknek elegendő hely	4-5 fő	A
		2	Csomagtartó mérete	min. 200 liter	O
		3	Személygépjárművekre vonatkozó közúti méretmeghatározás érvényes	2,1m>szélesség; 1,4m<magasság<2,4m;	A
		4	Síralyszárnyas ajtók	oldalra max 1,4m kilógás, felfelé max 1m	O
	3. Anyag	1	Karosszéria	szerkezeti acél	A
		2	Lökhárítók	habszivacs és festett autóiipari műanyagok	A
		3	Ablakok	temperált üveg	A
		4	Beltér	műbőr, habszivacs, UV álló autóiipari műanyagok	A
		5	Akkumulátor csomag	Préselt acéllemez, magas hőmérsékleten olvadó gyanta üregkitöltőanyag	A
		6	Futómű	Galvanizált rozsdamentes acél	O
	4. Geometria	1	Ne legyen borulékony, alacsony tömegközéppont kell	0,5m<tömegközéppont<1m	A
		2	Lehető legnagyobb tengely- és keréktávolság a jobb dinamikai stabilitás miatt	min. 2,6 m tengelytáv, min 1,3m keréktávolság	SZ/M 5
		3	Külső karosszéria felületeken rádiusz	min. 3mm ECE-R26 szerint	A

Főcsoport	Alcsoport	Sorszám	Követelmény megnevezése	Adat/ Érték	Súlyozás
B. Fejlesztési irányelvek	5. Szín	1	Fényezett karosszéria és lökhárítók, metál vagy gyöngyház	Ezüst, sötétszürke, fekete, fehér, vörös, sötétkék	SZ/M 2
		2	Beltér	Bézs, szürke, fehér	SZ/M 2
	1. Biztonság	1	Lehető legnagyobb biztonság gyalogos gázolásakor	Gyalogos légzsák, ütközési energia elnyelő motorháztető emelő mechanika alkalmazása, rugalmasabb motorháztető geometria	SZ/M 8
		2	Utások és akkumulátor csomag védelme	"Barackmag-elv" alkalmazás	A
		3	Általános biztosítói ajánlás az autó tervezése során	RCAR irányelv	SZ/M 7
	2. Ergonómia	1	Antropometriai középmodell használata a beltér és ajtók nyitásának kialakítása során	Gyermek: Childe, the Handbook of Child Measurements and Capacities; Felnőtt: Adultdata, the Handbook of Adult Anthropometric and Strength Measurements	SZ/M 6
		2	Vezető kezelőszervek elhelyezése	Maximum 1 arasznyira legyen minden a kormánytól	SZ/M 3
		3	Be nem látható terek feltérképezése	Kamera és ultrahang szenzor elhelyezése	SZ/M 2
	3. Esztétika	1	Beltéri díszvilágítás	LED-es láb- és oldalfény	O
		2	Logó projektor	Síralyszárnyas ajtó nyílt állapotában lefelé	O
		3	Kültéri elemek	Logóval ellátott taposó műanyagbetétek, ajtón és karosszérián végigfutó kopóbetétek	SZ/M 1
		4	Sötétítés	B-oszloptól hátra minden ablakfelületen UV védő színezett üveggel	O

Főcsoport	Alcsoport	Sorszám	Követelmény megnevezése	Adat/ Érték	Súlyozás
	4. Design	5	Felnik	Könnyűfém, sokküllős felnik	O
		1	Márkahű design elemek	Sirályszárnyas ajtók, logó, dinamikus kialakítás	SZ/M 4
		2	Kiegészítő hasznos funkciók	Szellőzőkhöz pohártartó, csomagtartóba lehajtható ülőfelületek, USB-, 12V-os és 230V-os csatlakozók, hátsó ülésorra lehatható könyöklő és pohártartó középre	SZ/M 3
	5. Gazdaságosság	1	Karosszéria gyártás optimalizálása	"gigapress" technika alkalmazása	SZ/M 6
		2	Beszállítói lánc és alkatrészek kialakítása	"baukasten-elv" alkalmazása	SZ/M 8
		3	Konszern elemek licenszelése	GM, Ford, Geely csoport alkatrészeinek implementálása	SZ/M 5
	6. Minőség	1	Alkalmazott irányelvek a cég és beszállítói esetében	PDCA, 6S, LEAN, 8W	SZ/M 5
		2	Alkalmazott szabványok a cég és beszállítói esetében	IATF 16949:2016, ISO 140001, ISO 9001	SZ/M 4
		3	"6 szem-elv" betartása	minden folyamat lezárásához 2 független személy kell, hogy elfogadja	SZ/M 6
A termék életfázisaihoz köthető tervezési követelmények	1. Tervezés	1	3D CAD rendszerek	CATIA, NX, Rhino	SZ/M 4
		2	Hagyományos eszközök alkalmazása	Agyagmodell, kézi vázlatok	O
		3	FEA rendszerek	ANSYS, Abaqus	SZ/M 6
		4	PLM rendszerek	Contact PLM, SAP	SZ/M 2
		5	DFMEA vizsgálat	Q-sec, T-methodic	SZ/M 4
	2. Gyártás	1	Környezetbarát anyagok használata	Újrahasznosított műanyagok, természetes textílek, újrahasznosított acél	SZ/M 9

Főcsoport	Alcsoport	Sorszám	Követelmény megnevezése	Adat/ Érték	Súlyozás
		2	Automatizált	Minél több veszélyes- és nehéz munkát robotokkal kell elvégezteni	SZ/M 7
		3	Anyagáram optimalizálás	Párhuzamosított- és felcserélhető gyártóblokkok	SZ/M 6
	3. Szerelés	1	Minél kevesebb manuális kötőelem alkalmazása	Megfelelő tér- és hozzáférhetőség ipari robotoknak is.	SZ/M 4
		2	Ponthegeztés és alakzárás alkalmazása	Nem mozgó alkatrészek esetében.	SZ/M 4
	4. Raktározhatóság	1	Az alkatrészek mérete külön-külön maximum akkora lehet, amit közúti teher- vagy vasúti szállítással meg lehet valósítani	max 2m*2,5m*5m	SZ/M 9
		2	Az alkatrészek egymásba helyezhetőek legyenek ennek megfelelő falferdeség kialakításával	Préselt, kovácsolt és öntött alkatrészek esetében	SZ/M 4
		3	Rögzítési pontok elhelyezése	Összeszerelési pozícionáló furatok is megfelelőek	SZ/M 3

10. táblázat Követelményjegyzék magyarázata

Magyarázat	
Minősítés:	A-alap
	SZ-szint
	O-óhaj
Súlyozás: (szinten belül)	1-10 skála (10 a legfontosabb)
Fontosság:	A-C Főcsoportnál, 1-6 Alcsoportnál

3. Tervvázlatok

A követelményjegyzék definiálása után következik a primitív geometriák meghatározására. Ez minden olyan méretet és alakot magába foglal, ami meghatározhatja a karosszéria méretét és alakját, mint kiadódó felületet. Minden irányból gondolni kell a befolyásoló kapcsolódó alkatrészekre. Az egyik legfontosabb ilyen elem a futómű és padlólemez, valamint akkumulátor csomag együttesét képző úgynevezett platform, amely mind a négy karosszéria formatervvvel kompatibilis lesz, így téve olcsóbbá, egyszerűbben gyárthatóvá és könnyebben szervizelhetővé a termékcsaládot.

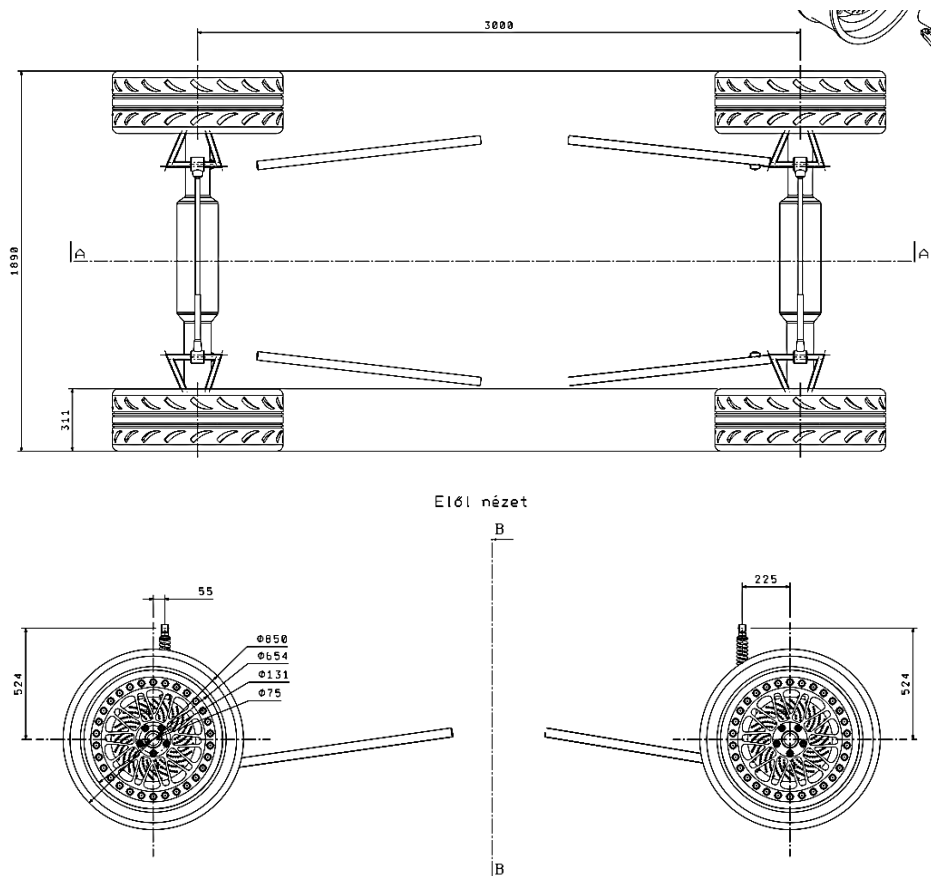
3.1. Karosszéria változatok

Ahhoz, hogy objektíven tudjam a karosszéria formaterv variációkat összehasonlítani az szükséges, hogy egy platformra kompatibilisen készüljenek el, azaz a padlólemezt, a kerekek méretét, a tengelytávolságot, a futóművet, az akkumulátor csomag helyét és méretét, valamint a belteret azonosnak tekintjük, így a fennmaradó változó csak az autó karosszéria külső, látható felületeinek formája és anyaghasználata. Ezen jellemzők a 11. táblázatban látható, manapság elterjedt formavilágú karosszériákra alkalmas.

11. táblázat Alkalmas formatervek

Sorszáma	Forma neve	Alakja
1.	SUV	
2.	CUV	
3.	Shooting brake	
4.	Kombi	

A platform, melyre a négy karosszéria variációt fejlesztettem, az alábbi, 3.1. ábrán található rajzi részleten található funkcionális méretekkel és arányokkal rendelkezik. Csak a kompatibilitáshoz szükséges mennyiségű méretet definiáltam, hogy nagyobb mozgásteret lehessen elérni a beszerzett és még nem definiált, saját gyártású alkatrészek tekintetében.



3.1. ábra Főbb nézetek és méretek a futóműről készült szakrajzról, részlet (1. Mellékletben nagyobb felbontásban megtekinthető)

Az akkumulátor csomag elhelyezését a jelenlegi legmodernebb és leggyorsabban terjedő, úgynevezett „gigapress” technikával, a karosszéria padlólemezébe préselt, növelt karosszéria merevségű és biztonságú design alkalmazásával szeretném megoldani, mely már alkalmazva lett a legújabb Tesla Model Y, Toyota BZ4X, valamint BYD Seal modellek esetében is. (3.2. ábra)



3.2. ábra Akkumulátor csomag a padlólemezben, metszeti kép [26]

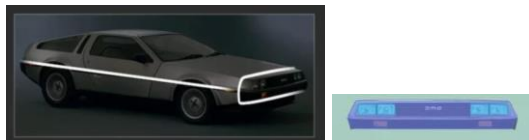
Azon stílusjegyeket érdemes átörökíteni az új formatervekbe, amelyek a márkát jellemzik és egyedivé teszik. Mivel a DeLorean Motor Company vállalat új lendülettel próbál visszatérni az autópári gyártók sorába megújult portfólióval, amiben definiálja a vállalat ezeket a saját stílusjegyeket a régi modellen, így célszerűnek találom ezt a definíciót használni munkám során az autentikus termék marketing és vállalati identitás kommunikáció megtartása érdekében.

- Első körben az ék alak jellemző formáját érdemes kiemelni, ahol a padló-, váll- és tetővonalak lapos, areodinamikailag kedvező alakot vázolnak fel az autónak. (3.3. ábra)



3.3. ábra DMC-12 sziluett [27]

- A második lényeges formai jellemző elem a lökhárítók és fényszórók egyszerűbb mivolta, ahol a négyzet alapú fényszórók, lekerekített sarkok, valamint a fekete műanyag használata miatt, mintegy kiemelik az autó végeit, továbbá könnyebben megvalósíthatóvá is teszik azt. (3.4. ábra) (3.5. ábra)



3.4. ábra Első lökhárító keretes szerkezete [27]



3.5. ábra Hátsó lökhárító keretes szerkezete [27]

- A harmadik fontos jellemző a hátrafelé emelkedő vállvonal, amit az eredeti formatervben a hátsó kerék megnövelt mérete okozott, ám dinamikáját tekintve ez a formatervezési elem fontos részét képezheti az újabb variációknak. (3.6. ábra)



3.6. ábra Vállvonal kiemelése [27]

- A formaterv más elemeit, amelyeket a DeLorean Motor Company nem emelt ki a márka számára identitásképzőnek, azokat az eredeti formaterv készítéséhez képest eltelt negyven év tekintetében szelektálni és átalakítani szándékozom.

3.2. Fejlesztési kívánt területek bemutatása

Ahhoz, hogy a Giorgetto Giugiaro által készített ék-forma karakterét és szerepét megtartva legyen átültetve, fel kell ismerni a fejlesztést igénylő részeket, az elhagyható és az átalakításra szoruló elemeket. Ehhez tanulmányoznom kellett a gyalogos- és utasbiztonsági fejlesztéseket is. A formaterv alábbi részeit szeretném feldolgozni munkám során, különböző interpretációiban.

3.2.1. *Gyalogos biztonság*

A gyalogosak védelme érdekében az autóipar folyamatos fejlesztéseket eszközöl, amelyek törvényi és rendeleti szabályzásokon keresztül már a karosszéria elemeit is érintik. Ezen indokolt és szigorú elvárásoknak való teljes megfelelés érdekében már a tervezési fázis elején érdemes figyelembe venni a követelményeket.

Az alábbiakban néhány fontos ergonómiai szempontot említek meg, amelyeket figyelembe vesznek az autókarosszéria tervezésekor a gyalogosbiztonság javítása érdekében:

- Gyalogosvédelmi zónák: Az autók kialakításánál figyelembe veszik a gyalogosvédelmi zónákat, amelyek az autók orrán és oldalain találhatók. Ezek a zónák olyan speciális szerkezeti elemeket tartalmaznak, amelyek az ütközés energiáját elnyelik és csökkentik a gyalogos sérülésének kockázatát. Az ilyen zónákban általában lágyabb anyagokat és deformálható részeket alkalmaznak.
- Karosszéria-forma: Az autók karosszériájának kialakításakor figyelembe veszik a gyalogosokkal való ütközés következményeit. Az autók orra kerekített, sima formájú lehet, hogy csökkentse az ütközési erőket és minimalizálja a sérülés kockázatát. Emellett a karosszéria kialakítása olyan módon történhet, hogy a gyalogos ütközése esetén az illeszkedő felületek megcsúszását segítse, ami csökkenti az ütközésből eredő sérüléseket.
- Láthatóság: A gyalogosok láthatóságának javítása érdekében az autók tervezésénél figyelembe veszik az üvegfelületek méretét és elhelyezkedését. Az elülső és oldalsó ablakok nagyobb mérete és a karosszéria kialakítása segíti az autóvezetőt a gyalogosok korai észlelésében és reagálásában.
- Világítás: Az autók világítási rendszerei, mint például a fényszórók és hátsó lámpák, szintén fontos szerepet játszanak a gyalogosbiztonságban. Az ergonómiai kutatásoknak köszönhetően fejlett világítási technológiák jöttek létre, amelyek javítják a láthatóságot és segítenek a gyalogosok észlelésében, különösen rossz látási körülmények között.

- Aktív biztonsági rendszerek: Az ergonómiai kutatások során az aktív biztonsági rendszerek, mint például a gyalogosfelismerő rendszerek, egyre inkább előtérbe kerülnek. Ezek a rendszerek érzékelik a gyalogosokat az autó előtt, és képesek figyelmeztetést vagy akár automatikus vészfékezést indítani, ha szükséges.

Ezek az ergonómiai szempontok és fejlesztések segítenek abban, hogy az autók biztonságosabbá váljanak a gyalogosok számára, és csökkentsék a gyalogosok sérülésének kockázatát az esetleges ütközések során. Az autógyártók folyamatosan törekednek a fejlesztésekre és az új technológiák bevezetésére a gyalogosebiztonság javítása érdekében. Az autó formáját természetesen nem csak a biztonságtechnikai szempontok befolyásolják, hanem más tényezők is, mint a légellenállás, homlokfelület mérete, a vezető személy látószöge és antropometriai adatai, valamint a sportos karakter.

A gyalogosokra a baleset során vonatkoztatott antropometriai és ergonómiai adatokat, valamint környezeti tényezőket a 12. és 13. táblázatban foglaltam össze.

12. táblázat A gyalogos gázolása során fellépő körülmények

Mit?	Lökhárító, motorháztető, fényszóró, szélvédő, ablaktörlő, lefolyó rács
Mivel?	Teljes testtel érintkezhet a baleset során, fókuszált régió a láb-lökhárító és a fej-motorháztető érintkezési felületei
Hogyan?	Széles sebesség tartományban (1-50 km/h) és beesési szöggel (0-180 ° menetirányhoz képest)
Hol?	Közúton, járdák közelében, városon belül
Mikor?	24/7, frekvenciált közlekedési időszakokban sűrűbben fordulhat elő
Hányszor?	~30.000 eset/év
Miért?	KRESZ be nem tartása, be nem látható útszakaszok és időjárási viszonyok miatt

13. táblázat Emberi képességek és korlátok

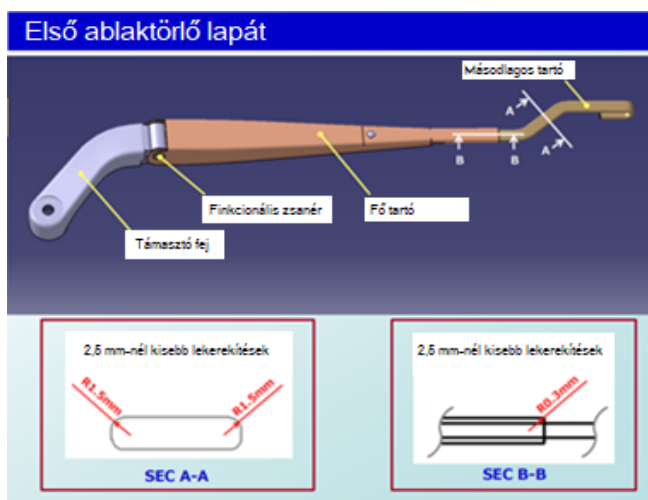
Emberi tényezők	Balesetet elszenvedő adatai
Életkor	0-99
Nem	Mindkét nem
Felhasználói eszköz	Gyalogos, biciklis, rolleres, babakocsi, kerekesszékes közlekedő
Testméretek	120-210 cm magasság, 40-250 kg testtömeg
Mozgási képesség, elérés	Lassú és korlátozott a rövid esemény időszak alatt
Érzékelés, észlelés	Elhanyagolható, a rövid időtartam miatt nem tud a balesetet szenvedő érdekműben észlelni
Reakció, problémamegoldás	Legfeljebb reflex izomrándulás történhet a baleset során

Az egyik legfontosabb ilyen törvényi rendelkezés az 1981-ben létrehozott R26-os számú rendelet, mely a visszapillantó tükrök és vonóhorog kivételével minden, az autó külső felületére ír elő geometriai irányelveket a gyalogos gázolások során kialakuló sérülések mértékének enyhítésére. Fő csapásvonala az R26-os rendeletnek, hogy a külső élek ne

maradjanak lekerekítetlenek, valamint, hogy az autó külső felületéből ne álljanak ki éles tárgyak (pl. a korabeli hírekben olvasható “hasfelmetsző” Bentley angyal szobor a motorháztetőn), melynek kapcsán pozitív fejlődést lehet észrevenni az autóiipari szereplők termékeinek biztonságában és geometriai kialakításában, ám továbbra is sok kiaknázatlan lehetőség van a gyalogosbiztonság területén. [28] (3.7. ábra) (3.8. ábra)

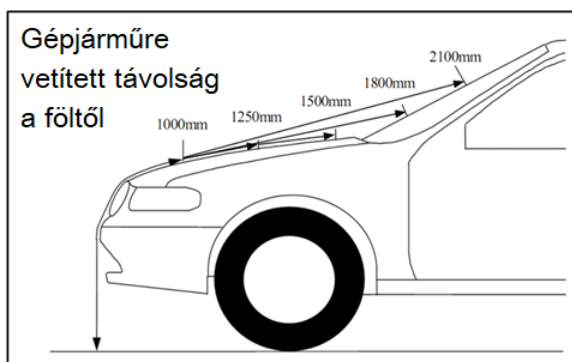


3.7. ábra A gyilkos Bentley logó [29]



3.8. ábra Ergonómiai vizsgálat ECE-R26 nem megfelelés ablaktörő esetében [30]

Egy másik, a témával foglalkozó jogszabály, az ECE-R127-es rendelet, mely a kész autómódelleket veti alá felnőtteket és gyerekeket szimuláló bábukkal való ütközési vizsgálatnak, ám ezen vizsgálat csak egy bizonyos konfigurációt vett górcső alá, így többkörös fejlesztési folyamatot vesz igénybe a rendelet vizsgálatának való megfeleléségi módosítás. (3.9. ábra) (3.10. ábra)

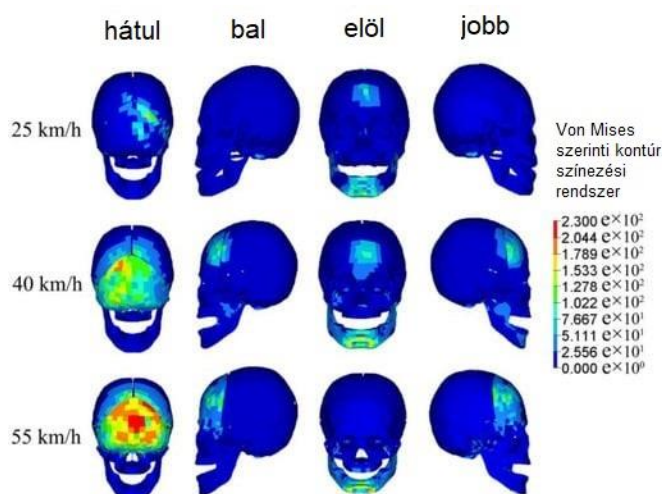


3.9. ábra A gyalogos fejének távolsága az ütközés során levétítve az autóra [30]



3.10. ábra Várható kontaktfelületek eloszlása és súlyozása [31]

A gyalogosok gázolását vizsgáló fizikai tesztek természetesen a fejlesztési fázis részeként megelőzi a végesselemez számítógépes szimuláció is, melyre a normál populációs eloszláson alapuló antropometriai modelleket alkalmazzák. (3.11. ábra)



3.11. ábra Koponyára ható erő következtében létrejött feszültség a sebesség függvényében [32]

Az gyalogos gázolási vizsgálatok felnőtt méretű próba bábuk esetében leginkább a láb és a fej régióját vizsgálja koncentráltan, ugyanis itt várható nagyobb becsapódási erő által okozott sérülés. Fizikai tesztet a 3.12. ábra reprezentálja.



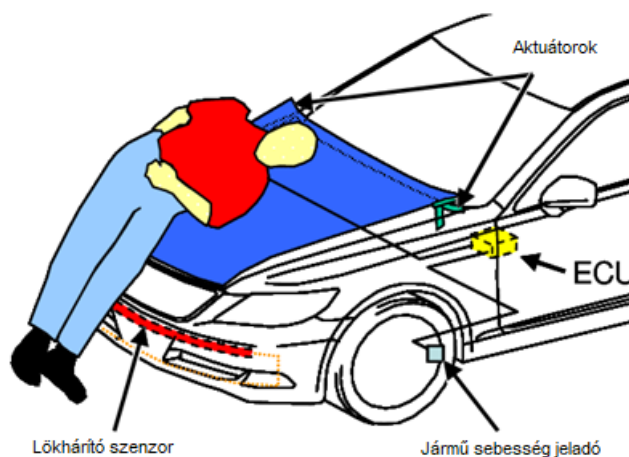
3.12. ábra ECE-R127-es fizika teszt felnőtt bábuval [33]

Az gyalogos gázolási ütközés vizsgálatok szigorúbb feltételekkel rendelkeznek a gyermek méretű próba bábukkal kapcsolatban az autó alá csúszás és lökhárító-, valamint fényszórók által okozott sérülések tüzetes vizsgálatában. (3.13. ábra)



3.13. ábra ECE-R127-es fizika teszt gyerek bábuval [33]

Mivel az autó elektromos platformra kerül kifejlesztésre, így a motorháztető hagyományos szerepét már nem tölti be, hanem felnyitva csomagtartóként funkcionál az első tér, ahová ezek a biztonságtechnikai funkciók könnyebben beépíthetővé válhatnak a gyalogosok védelme érdekében. (3.14. ábra) Az ilyen első csomagter elhelyezés nem számít újdonságnak az elektromos autók közt, több gyártó is alkalmazta már az utóbbi évek során, például a Tesla, Toyota és BYD is.



3.14. ábra Ütközési energia elnyelő automatizmus [34]

A Takahashi-Miyazaki-féle gyalogosokat mentő automatizmust már alkalmazási körébe implementálta a General Motors és a Nissan is. (3.15. ábra) (3.16. ábra)



3.15. ábra Motorháztető emelő, gyalogos védő mechanizmus szerkezeti ábrája [35]



3.16. ábra Motorháztető emelő, gyalogos védő mechanizmus működés közben [36]

Ezen folyamatok összességéként mostanra nagyon hasonló megoldásokat látunk különböző gyártók termékein, így jellemzővé vált az eddig említett gyalogos légzsák, nagyobb lekerekítések használata a frontális zónában, továbbá az újdonságnak számító motorháztető emelési rendszer, mely ütközés során megemeli szögben a motorháztető szélvédőhöz közeli részét és az ütközés ideje alatt lágyan csukódik le, ezáltal átvéve a gyalogosról a mozgási és ütközési energia egy részét. Ezen felül elterjedt a műanyag lökhárítók használata is, melybe “programozott” ütközési energia elnyelő, törő zónákat alakítottak ki. (3.17. ábra)



3.17. ábra Gyalogos légzsák [37]

Ez csak néhány példa a gyalogosbiztonsági fejlesztésekre az autógyártásban. Az autógyártók továbbra is folyamatosan dolgoznak azon, hogy még biztonságosabbá tegyék az autókat a gyalogosok és más, a közlekedésben résztvevők számára.

3.2.2. Utasbiztonság

Az autó karosszéria balesetvédelme kulcsfontosságú szempont az autótervezésben. Az autókarosszéria az első védelmi vonalat képezi az esetleges balesetek során, hiszen felelős a jármű utasainak védelméért ütközések és ütések esetén.

Az autókarosszéria balesetvédelme különböző módon érhető el. Az egyik fontos tényező az anyaghasználat. Az autók karosszériájában általában használt anyagok közé tartozik az acél, az alumínium, a szénkompozitok és a műanyagok. Az anyagok kiválasztásánál az erősség, a merevség és az energiaelnyelési képesség fontos szempontok. Az olyan modern anyagok, mint például a magas szilárdságú acél vagy a különleges kompozitok, lehetővé teszik a karosszéria súlyának csökkentését.

Az autókarosszéria tervezésének másik fontos eleme a szerkezeti kialakítás és az ütközések során fellépő energiaelnyelő mechanizmusok. Az autók tervezésekor figyelembe veszik a különböző ütközési scénáriókat, például frontális ütközést, oldalirányú ütközést vagy borulást. Az ilyen típusú ütközések során a karosszéria olyan területei, mint az első lökhárító, az A, B és C oszlopok, valamint a tető, speciális szerkezeti elemekkel és deformálható zónákkal rendelkeznek, amelyek az energiát elnyelik és elvezetik az utasoktól.

Az autók balesetvédelmét további biztonsági rendszerek segítik, amelyek a karosszériával együtt működnek. Ilyen rendszerek közé tartozik az ütközésre reagáló légzsákok rendszere, az aktív és passzív biztonsági övek, az ütközést követően automatikusan záródó ajtók, valamint az elektronikus stabilitás- és fékrendszer (ESP és ABS). Ezek az intézkedések tovább fokozzák az autó balesetvédelmét, minimalizálják az ütközési erőket és megvédik az utasokat a sérülésektől.

Az autó karosszéria balesetvédelme folyamatosan fejlődik a kutatások és fejlesztések eredményeként. Az autógyártók és kutatóintézetek aktívan dolgoznak azon, hogy még hatékonyabb és biztonságosabb autókat tervezzenek, hogy csökkentsék a balesetek okozta sérüléseket és megmenthessék életeket.

Az autóiparban a gyalogosbiztonság fejlesztése az idők során fokozatosan előtérbe került. A következőkben néhány fontos mérföldkővet említek meg a gyalogosbiztonság terén az autóiparban:

- 1960-as évek: Megkezdődtek az első lépések a gyalogosbiztonság javítása érdekében. Ebben az időszakban az autók kialakításánál és tervezésénél kezdtek figyelembe venni olyan tényezőket, mint a gyalogos ütközések energiájának elnyelése, valamint az autók orrának kerekítése és lágyabb vonalvezetésűvé tétele.
- 1970-es évek: Az autógyártók ebben az időszakban elkezdték alkalmazni a lágyabb ívű zónákat az autók orrán, valamint megjelentek az első gyalogosbarát lökhárítók, amelyek az ütközést követően energiaelnyelő mechanizmusokként működtek.
- 1990-es évek: Jelentős előrelépések történtek a gyalogosbiztonság terén. Az autógyártók innovatív technológiákat kezdtek alkalmazni, például az első

légzőszákokat, amelyek a gyalogosok fejét védik az ütközések során. Emellett az autók karosszériájában megjelentek speciális szerkezeti elemek, amelyek a gyalogos ütközések során energiaelnyelést biztosítottak.

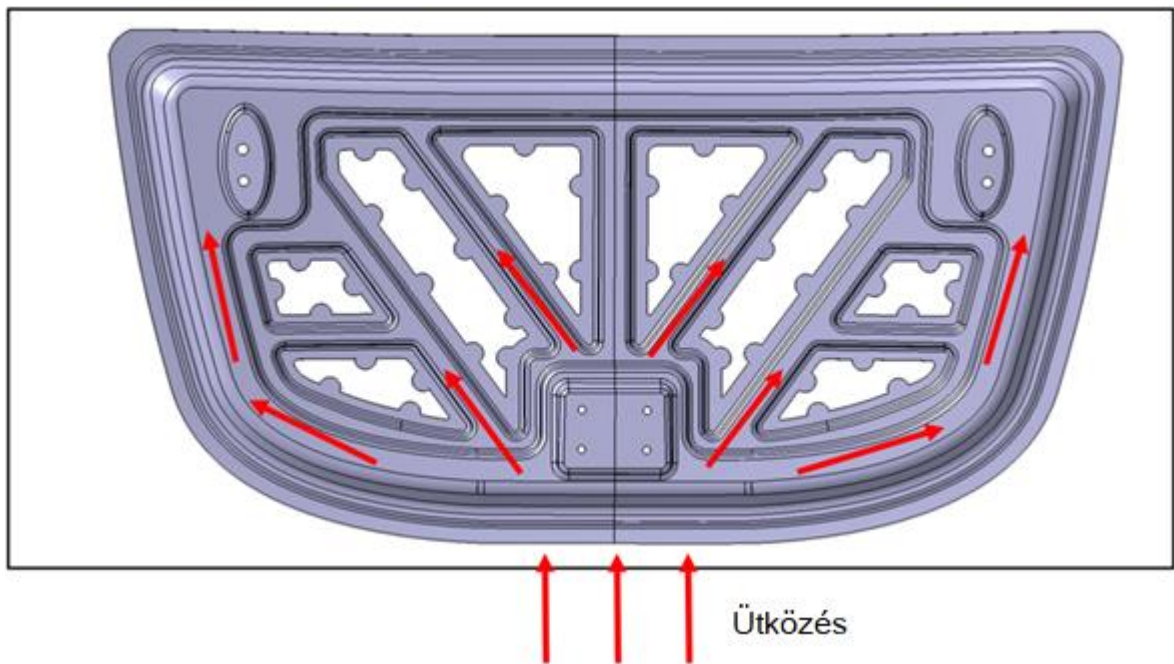
- 2000-es évek: Az autóiparban egyre inkább elterjedtek az aktív biztonsági rendszerek, amelyek segítenek elkerülni a gyalogos ütközéseket. Ilyenek például a gyalogosfelismerő rendszerek, amelyek érzékelik a gyalogosokat az autó előtt, és figyelmeztetést vagy akár automatikus vészfékezést indítanak el, ha szükséges.
- 2010-es évektől: Az utóbbi években az autóipar továbbra is erőfeszítéseket tesz az autók karosszériája és a járművek előterének tervezése során. Emellett a kommunikációs technológiák és az önvezető autók fejlesztése is hozzájárulhat a gyalogosbiztonság javításához.

A passzív és aktív biztonságtechnikai elemek fejlődését több évtizede nyomon lehet követni akár utas, akár gyalogos oldalon. Ennek a fejlesztési folyamatnak több jeles képviselőjét is érdemes megemlíteni a témával kapcsolatos diskurzus során, mint például a magyar származású Barényi Béla, akinek „barackmag-elvén” alapuló fejlesztései több millió embert mentettek már meg balesetek során, vagy a Takashi-Miyazaki által a gyalogosok biztonsága érdekében kifejlesztett ütközés csipplítő motorháztető automatizmus. (3.18. ábra)



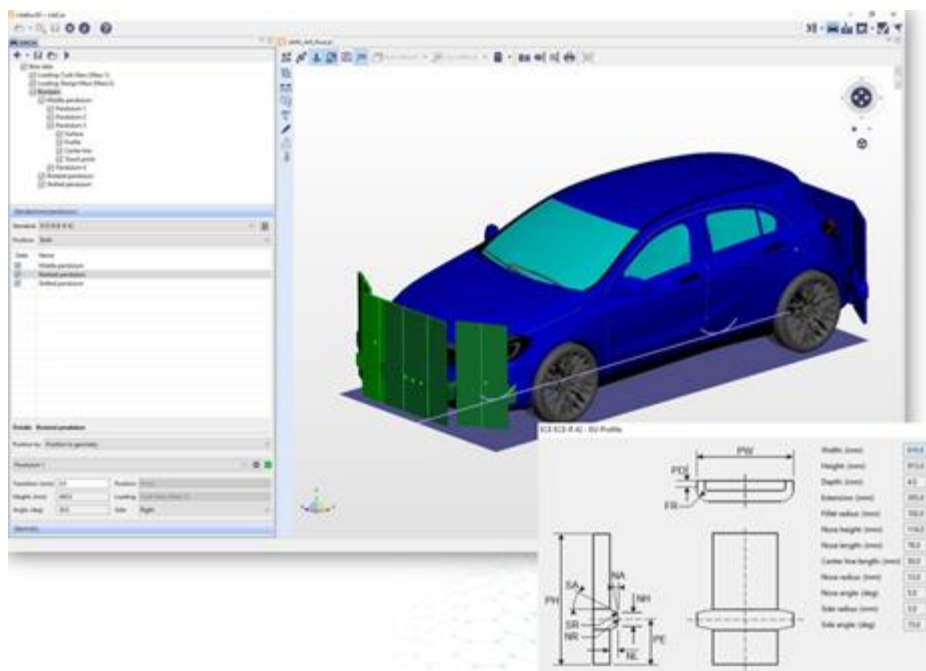
3.18. ábra Barényi-féle biztonságos személygépjármű koncepció merev belső szerkezettel és ütközési energia elnyelő nyúlványokkal [38]

A felhasználható anyagok között érdemes a szerkezeti acélon kívül autóipari műanyagokat (pl. ABS), kompozitokat, szivacsokat és gumit is alkalmazni, hiszen az elektromos személygépjárművek esetében nem érvényes az az általános tervezési szabály, hogy a motorháztetőnek fémből kell lennie, hiszen nincs annyi veszteség, ami negatív hatással lenne a műanyagok szerkezetére. (3.19. ábra)



3.19. ábra Préselt motorháztető kedvező feszültségelvezető kialakítással [39]

Az eddigi peremfeltételek vizsgálatán felül funkcionális szempontból mindenképp meg kell felelni az ECE-R42-es rendeletnek, mely rendelet a lökhárítók ütközési energia elnyelését hivatott validálni, így a geometriai-, anyaghasználati- és konstrukciós szabadsági fokok permutációi alsó határként lesznek kiszűrve. Természetesen a fizikai tesztet többkörös számítógépes szimuláció előzi meg, hogy a prototípus megépítése előtt kiszűrjék a durva hibákat, ezáltal is költséget csökkentve a fejlesztés során. (3.20. ábra)



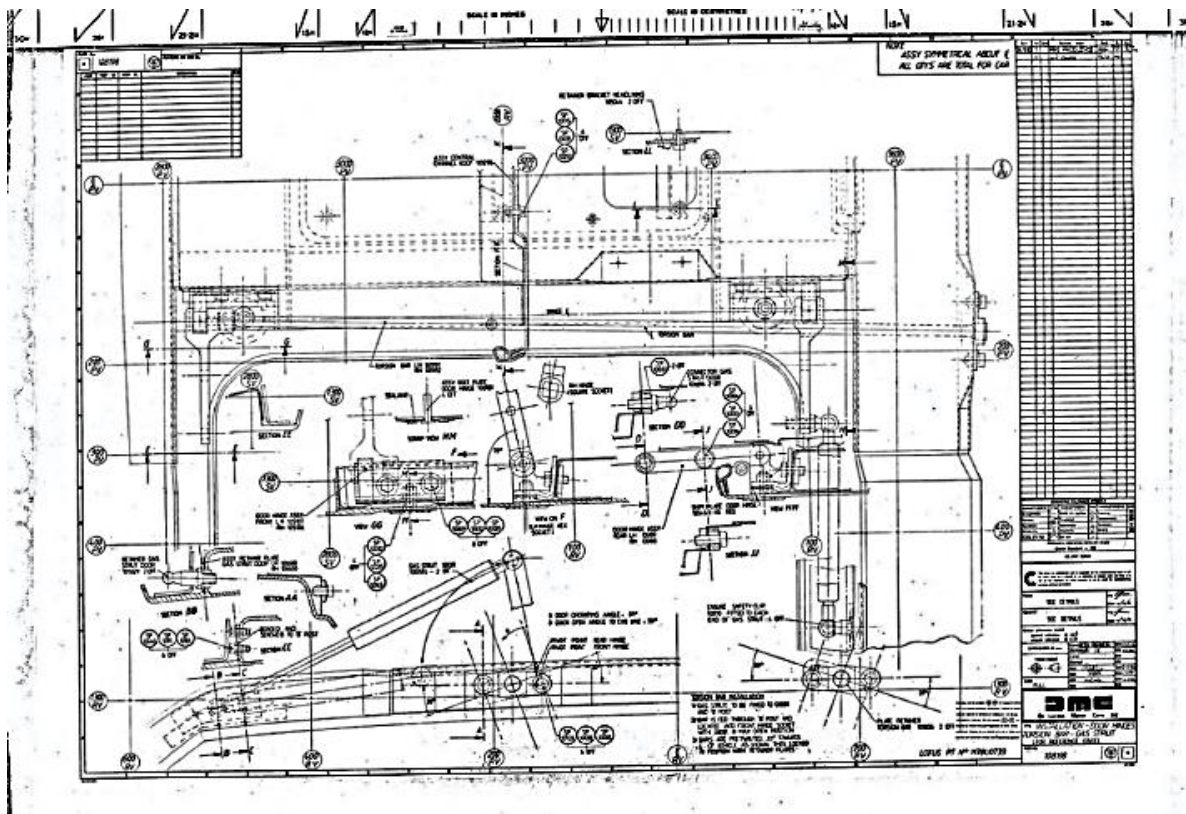
3.20. ábra ECE-R42-es lökhárító teszt digitális szimulációja [40]

3.2.3. Karosszéria design és anyaghasználat

Az autó exteriőr formatervének szerves részét képezi a rozsdamentes acél borítással ellátott üvegszál kompozit karosszéria, mely több szempontból is feláldozza a funkcionalitást és karbantartást a divat oltárán. Ezen megoldás ugyanis a könnyebb és korszerűbb kompozit alkalmazásával nyert súlycsökkentést semmissé teszi a csupán vizuális hatást növelő rozsdamentes acél alkalmazásával. További problémaforrást jelent karbantartás szempontjából az egy alkatrészből álló kompozit karosszéria és a rajta elhelyezett szálcsiszolt, felületkezelés nélküli acéllemezek, hiszen karambolozás megtörténte után a lemezeket nem lehet hagyományos karosszériás javító eljárásokkal helyre hozni a felületkezelés hiánya miatti maszkoló gitt alkalmazásának ellehetetlenítése eredményeként, továbbá az alsó kompozit karosszéria törés és horpadás esetén cserélendő. Ebben az esetben az acéllemezek elhagyása kézenfekvő megoldás lehet, így a súlycsökkentés érvényesülése létjogosultságot kaphat, továbbá a kompozit szerkezet több darabra bontása és azok alakkal- és erőzárással történő összekötése moduláris karbantartási csereopciót tesz lehetővé.

3.2.4. Ajtó nyitási mechanika

A sirályszárnnyas ajtó kialakítás futurisztikus megjelenése az egyik fő ismérve és marketingeleme a DMC-12-es modellnek, amelyet az autógyártásban a múltban már többször is alkalmaztak. Innovációs szempontból ez utánzásnak számít, ám az ajtó és a karosszéria felső része közötti kapcsolatot létesítő zsanér illesztési pontatlansága, továbbá a vákuumos gázteleszkóp hőingadozásra való érzékenysége miatt gyakori hiba, hogy ha nem közepén történik az ajtó lecsukása, akkor akad az ajtó vagy nem csukódik le és nyílik fel könnyedén, ami biztonságtechnikai és végfelhasználói élmény szempontjából sem pozitív. Ezen probléma megoldására megfelelő alternatíva lehet a vertikálisan, sínrendszereken felcsúszó, reteszelő mechanika, mely megfelelően halk, pontos és időtálló szerkezet, továbbá az autó a futurisztikus marketing sajátosságát is fenntartja. A probléma egy ilyen szerkezettel, biztonságtechnikai szempontból, az oldalirányú ütközés esete, ugyanis a pontosabb illesztés miatt érzékenyebb a horpadásra. Erre megoldást jelenthet, hogy a hagyományos, úgynevezett hárompontos illesztést alkalmazzuk, azaz kettő hagyományos mozgó zsanért és egy mozgó illesztő bilincset applikálunk a sínrendszerekhez illesztve, nagyobb illesztési tűréssel. Ez baleset esetén hagyományos ajtóként is tud működni és a nagyobb illesztési hézagnak köszönhetően horpadás során is könnyen nyílhat. (3.21. ábra)



3.21. ábra Ajtómechanika [41]

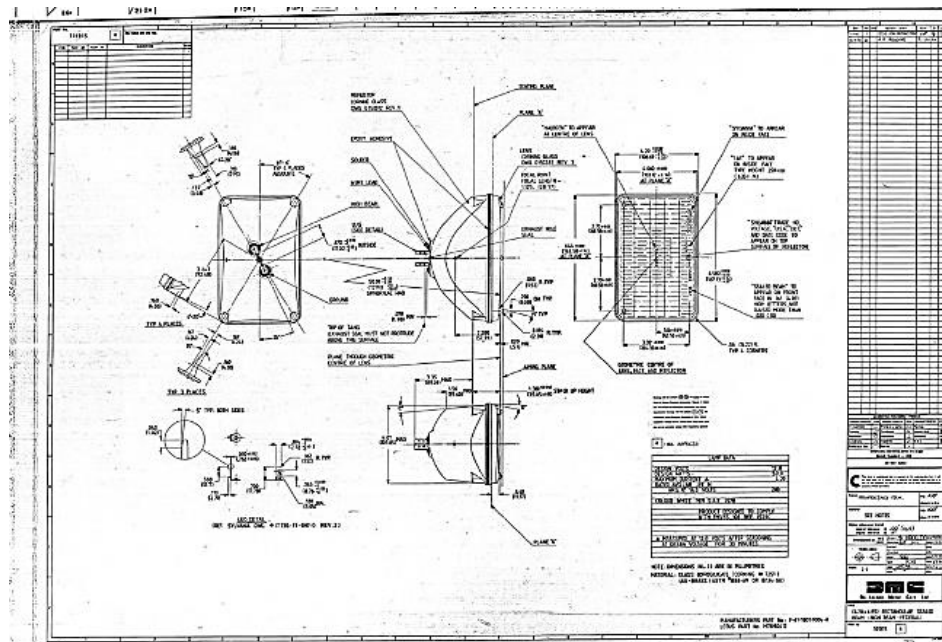
Mivel a sirálysárnyas ajtó legújabb alkalmazásában a Tesla Model X kiküszöbölte az előbb felsorolt problémák jelentős részét, valamint a DeLorean Motor Company legújabb sajtóanyagában az Alpha sorozat 5. modelljének koncepció rajzain is alkalmazta a sirálysárnyas megoldást, így kulcsfontosságúnak tartom a márka arculatának megtartása érdekében, hogy nem szabad lecserélni a sirálysárnyas ajtót egyszerűbb, vagy olcsóbb alternatívára. (3.22. ábra)



3.22. ábra Tesla Model X sirálysárnyas ajtó [42]

3.2.5. Lámpacsoport átalakítása

A DMC-12-es modell első lámpacsoportja külön-külön üvegbúrákból és műanyag tartószerkezetből áll, ám ezek illesztési hézagja és a gyárban történő rossz minőségirányítás miatt gyakori volt a legyártott modelleknél, pár mérföld megtétele után, hogy nem álltak párhuzamosan, ami ront az autó esztétikáján. Ezen hiba megoldására szolgálhat egy kombinált lámpacsoport kialakítása, mely egy üvegburában foglalná össze a szükséges lámpákat. (3.23. ábra) (3.24. ábra)



3.23. ábra Lámpabúra műszaki rajza [43]



3.24. ábra Lámpabúrák [44]

3.2.6. Hátsó oldalsó ablakok

Az autó coupé formaterve és kétüléses mivolta okafogyottá teszi a hátsó két ablak használatát, ugyanis vezetés közben ezeket nem tudja a sofőr kényelmesen hasznosítani. Az ablakok kihagyásával és a létrejött rész kompozittal való kitöltésével egy gyártósori folyamatot, anyagot és hibalehetőséget spórolunk. (3.25. ábra)



3.25. ábra Hátsó oldalsó ablakok [45]

3.2.7. Felületkezelés

Az előzőekben leírt szálcsiszolt, rozsdamentes acéllemezek elhagyásán túl a marketing előnyök is a felületkezelés mellett szólnak. A DMC-12-es modell (a különleges aranylemez borítású egyedi modelleken túl egyféle külső színnel volt elérhető, mely több fogyasztói igényt hagy figyelmen kívül. A többszínű felületkezelés nagyobb fogyasztói potenciált jelenthet, nem növeli jelentősen az autó tömegét, továbbá apró karcok és horpadások esetén lehetővé teszi az adott karosszéria elemen a maszkoló gitt használatát.

3.2.8. Elülső szellőzőrács

Az elülső szellőzőrács okafogyott, hiszen az autó farmotoros és a hűtéshez szükséges levegőt nem az első rácson keresztül nyeri, így optimális megoldás lehet a rács használatának helyettesítése egy egyszerűbb design elemmel. (3.26. ábra)



3.26. ábra Első „vak” szellőzőrács [46]

3.2.9. Jegykiadó ablak

A jegykiadó ablak ötlete és megvalósítása főleg a felsőbb köröknek való pozicionálást erősítette a piacon, ám kivitelezése több szempontból is hagy kíváncsiságot maga után, hiszen az ablak lehúzása így nem lehetséges, valamint több energiabefektetést igényel a gyártó és a felhasználó oldaláról is, ami nem térül meg a funkcióban. Több alkatrészből áll, drágább kialakítani és már nem releváns a szerepe. Így ezt a funkciót ki fogom hagyni az új variánsok tervezése során. (3.27. ábra)



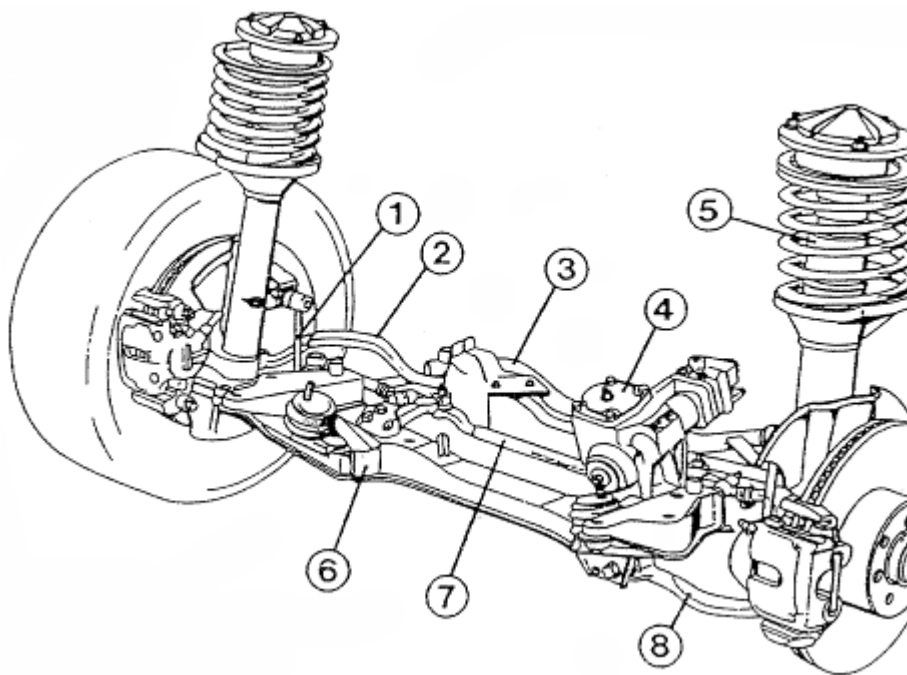
3.27. ábra Jegykiadó kis ablak [47]

3.2.10. Futómű korszerűsítése

Az eddig eltervezett változtatások indokoltá teszik, hogy a kvázi-alvázasnak tekinthető személygépjármű futóműve is érdemessé ált a korszerűsítésre. Az első futóművet tekintve egy duplacsuklós szerkezet használatát javaslom implementálni.

Az az ilyen típusú futóművek a BMW 5 típusú gépkocsikon jelentek meg először az 1980-as évek elején. A szerkezet a McPherson-féle futómű továbbfejlesztésével, korszerűsítésével jött létre. A tengelycsonk függőleges megvezetését továbbra is a lengéscsillapító végzi el, ám az alsó csonknyúlványon két gömbcsukló is található, melyekhez egy-egy alumíniumból készült lengőrúd kapcsolódik. Mivel az első futóműről

van szó, ezért meg kell határozni az elkormányzási tengelyt. A tengely felső pontját a támasztó csapágy deformációs középpontja adja, míg az alsó pontja momentán centrum formában határozható meg. A két rúd pozíciójának ismeretében ez a momentán centrum meghatározható. Így az elkormányzási tengely virtuális és momentán tengelyként jelentkezik, aminek kerékdőlése és az útfelülettel adódó döféspontja lényegesen eltér a hagyományos egycsuklós változatoktól. A csapterpesztési szög jóval nagyobb lesz, döféspont a kerék talppontján kívülre kerül, ami negatív elkormányzási sugarat eredményez. Ezek javítások kedvezően befolyásolják a jármű iránytartásának stabilitását. A momentán centrum pozícióját a lengőrudak helyzete határozza meg, amely függ a kerekek elkormányzási szögétől, a ki-berugózástól és a kerekekre ható hossz- és keresztirányú erőktől. Mindezek együttesen szabályozzák a kormányzási csapgeometriát, tehát az önszabályzás elmozdulás és erő alapú, integrált szabályzás alakul ki. (3.28. ábra)



- 1 - stabilizátor kapcsoló rúd; 2 - hátsó kereszt lengőrúd; 3 - stabilizátor; 4 - kormánygép;
5 - rugó; 6 - futómű test; 7 - középső összekötő rúd; 8 - első kereszt lengőrúd

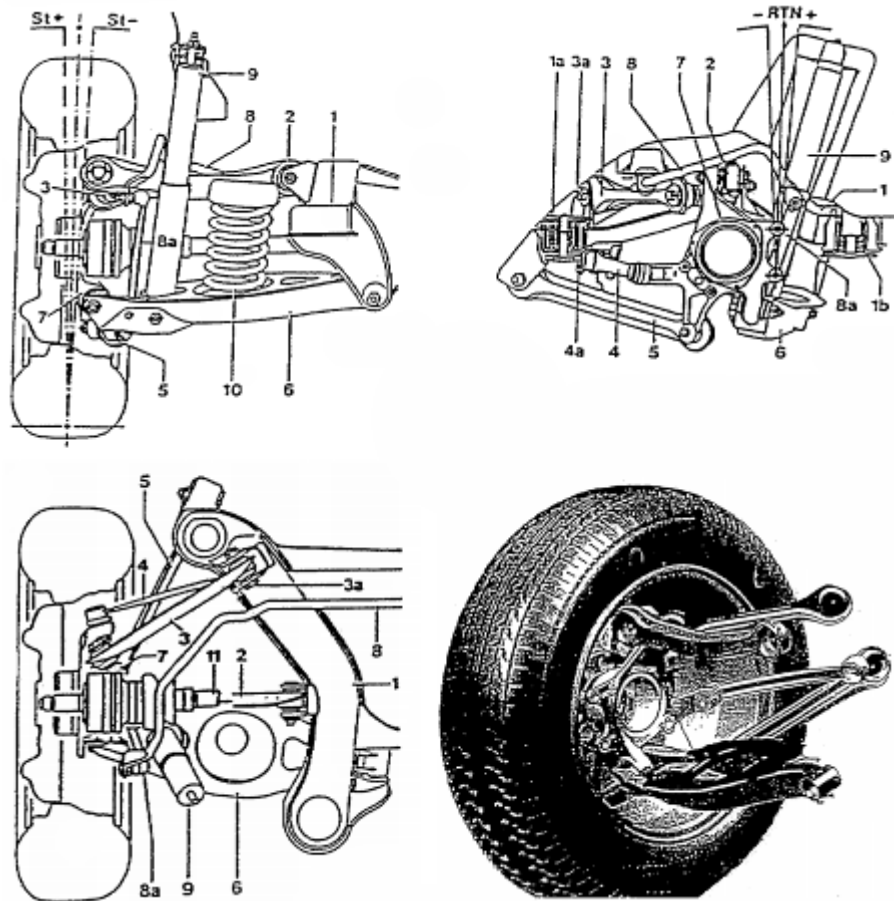
3.28. ábra BMW 5 integrált szabályzású első futóműve. [48]

A hátsó futómű esetében a kedvezőbb menettulajdonságok elérése érdekében egy többlengőkaros szerkezet alkalmazását javaslom.

Az első többlengőkaros futóművet 1981-ben Zomotor Ádám tervezte, mely szerkezetet a mai napig is csak apró módosításokkal gyártanak. A karosszériához való felfüggesztés rendszer milyenségét áttekintve jogosan szokás multilink futóműnek hívni.

A hátsó futómű tengelycsonkján a szokásos három helyett öt tengelycsonk nyúlvány került kialakításra, a velük kapcsolatban levő lengőrudak nagytérfogatú gumiból készült rezgés elnyelő blokkokon keresztül csatlakoznak a jármű hátsó hidjához. (3.29. ábra) Az öt lengőrúd alaphelyzetben a tengelycsonk öt szabadságfokát hivatott kényszerrel befolyásolni, ám alaphelyzettől eltérő pozíciókban, a kerékre ható erők és a kerék ki-, berugózása

következtében a tengelycsonk a helyzetnek megfelelően elmozdul és a futómű paraméterek változását idézi elő. Dinamikusan változik a kerékdőlés, a kerékösszetartás, az elkormányzási tengely pozíciója, miközben a futómű nyomtávja alig változik, ez stabilitást garantál. A felépítmény billenési középpontja magasan helyezkedik el. Ez a típusú futómű indokoltan nevezhető interaktívan szabályozott rendszerűnek.



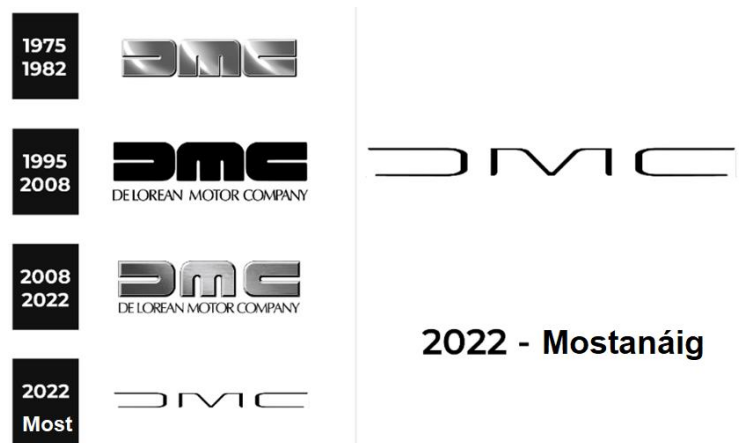
3.29. ábra Zomotor Ádám-féle multilink futómű [49]

3.2.11. Logó újra tervezése

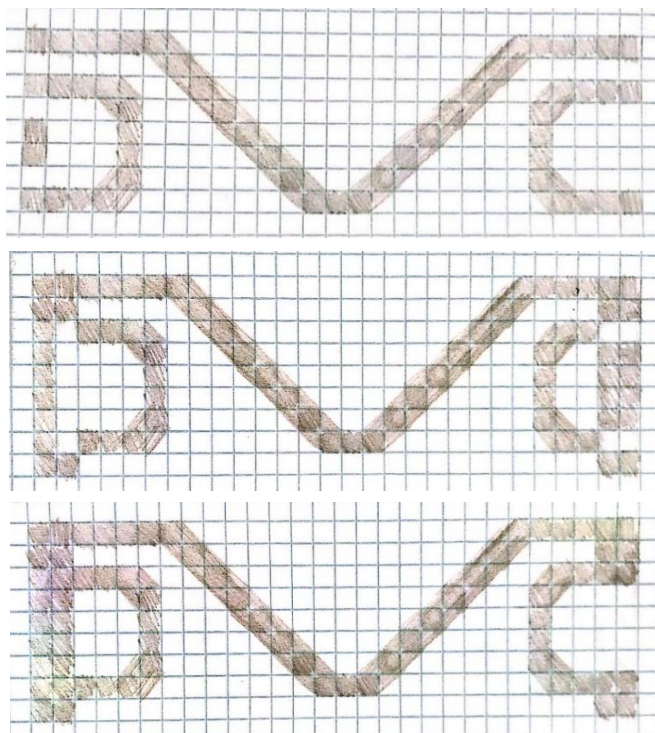
A DeLorean Motor Company logója, röviden DMC, archetipikusan és markánsan került megtervezésre. A logóhoz használt betűk tipográfiai szempontból jól érzékelhetően talp nélküli betűkkel és vastagon szedve lettek elkészítve. (3.30. ábra)

A mostani trendekhez híven szeretném a DMC betű együttest finomabb ívek használatával átültetni az új formatervcsomag részeként.

Az alábbiakban szeretném bemutatni a DeLorean Motor Company logójának fejlődéstörténetét. (3.31. ábra) (3.32. ábra) (3.33. ábra)



3.30. ábra DMC logóváltozatok fejlődése



3.31. ábra Kézi grafitírozás vázlatok



3.32. ábra Első digitális vonalrajz



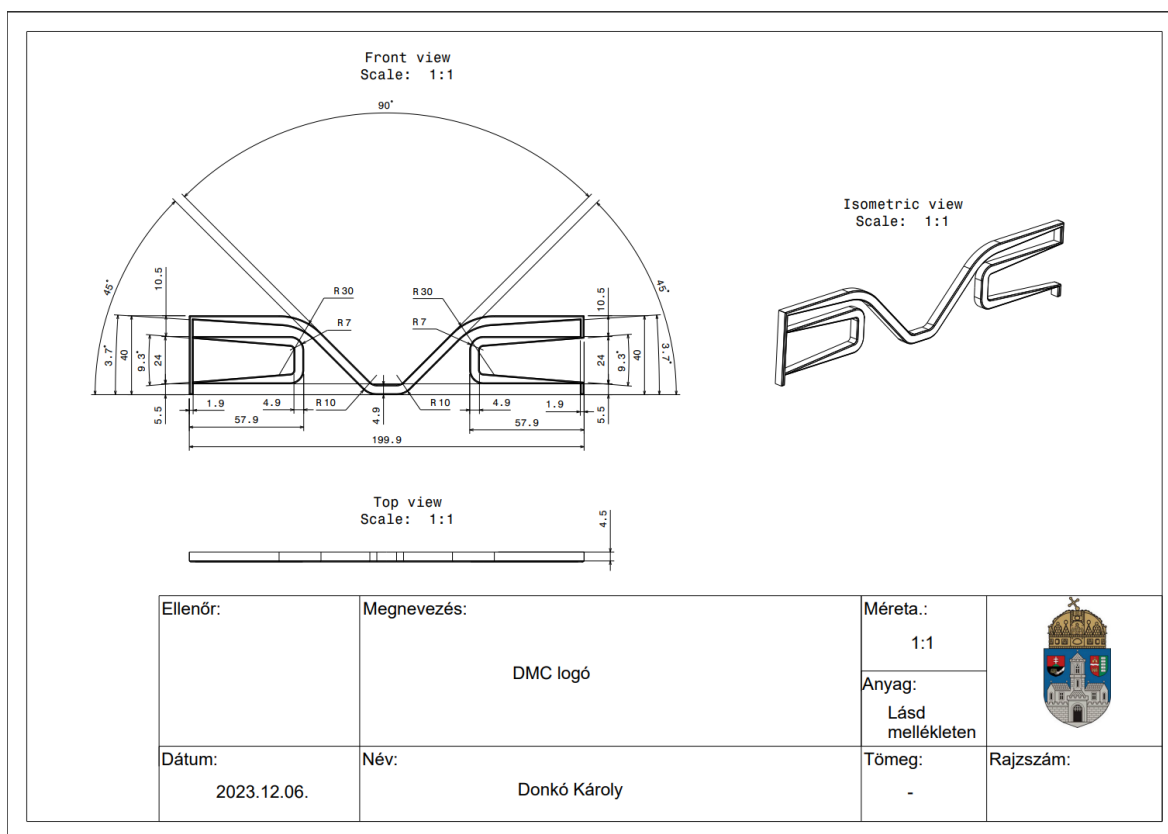
3.33. ábra Finomított digitális rajz

Természetesen a logóhoz tartozik anyaghasználati ajánlás is, ami az auto futurisztikus, dinamikus és biztonságra törekvő mivoltát tekintve egyértelműen a hűvös textúrával rendelkező anyagmintákra szűkíti le a kört. (3.34. ábra)



3.34. ábra Ajánlott anyagok textúrái a logóhoz, balról jobbra: króm, alumínium és magnézium

A logó természetesen skálázhatóan méretezhető, ám a megadott méretek arányait meg kell tartani, hogy a logó ne veszítsen karakterén. Az anyaghasználat természetesen elsősorban a textúrákat jelenti, mivel a megfelelően elhelyezett logónak elsősorban a funkcionális követelményeknek kell megfelelni. Ide értendő példa, hogy az első és hátsó lökhárítókra műanyag logókat kell helyezni az ütközés során bekövetkezett emberi sérülések esélyének minimalizálása érdekében, továbbá a kormányra is műanyag vagy textil- és bőr felhasználásával készült logó helyezhető el a légzsákok miatt. (3.35. ábra)



3.35. ábra Logó méretezése

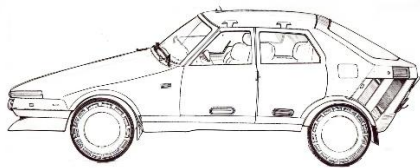
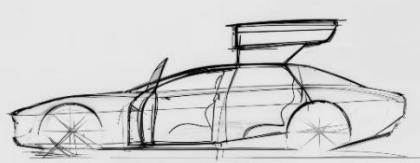
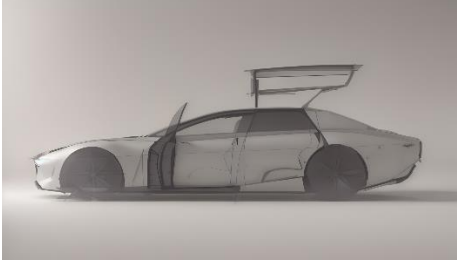
3.3. Konceptciók bemutatása

A tervvázlatok bemutatása fontos részét képezi a teljes fejlesztési folyamatnak, hiszen így alakul ki leghatékonyabban annak a folyamatnak az átláthatósága és megértése, hogyan is finomodik és konkretizálódik minden lépéssel a terv, valamint, hogy lehet ezáltal egyre inkább gyártási előkészítésre alkalmas terveket.

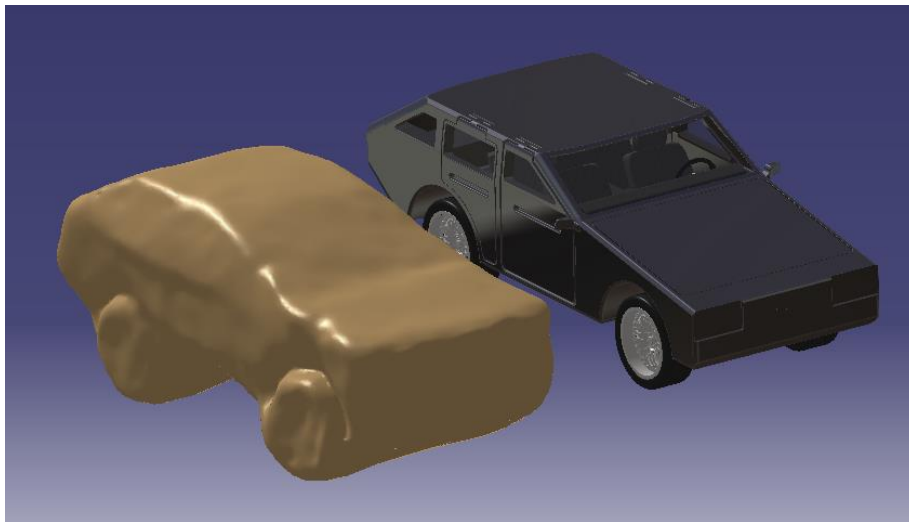
3.3.1. Konceptciók összehasonlítása

A konceptciókat elkészítését először kézi vázlatokkal kezdtem, mely rajzokat beszkenelve digitálisan finomítottam Adobe Photoshop programban. A finomított rajzokat Vizcom mesterséges intelligencia felhasználásával rendereltem előzetes látványtervvé. A renderelés során nem használtam külön leíró parancsokat és általános módban készültek a képek. 95%-os egyezést állítottam be a digitálisan finomított rajzi mintákat követendő példának adva. (14. táblázat)

14. táblázat Formaterv koncepciók előterve és AI renderelt képei

Koncepció száma	Digitális rajz	Renderelt kép
1.		
2.		
3.		
4.		

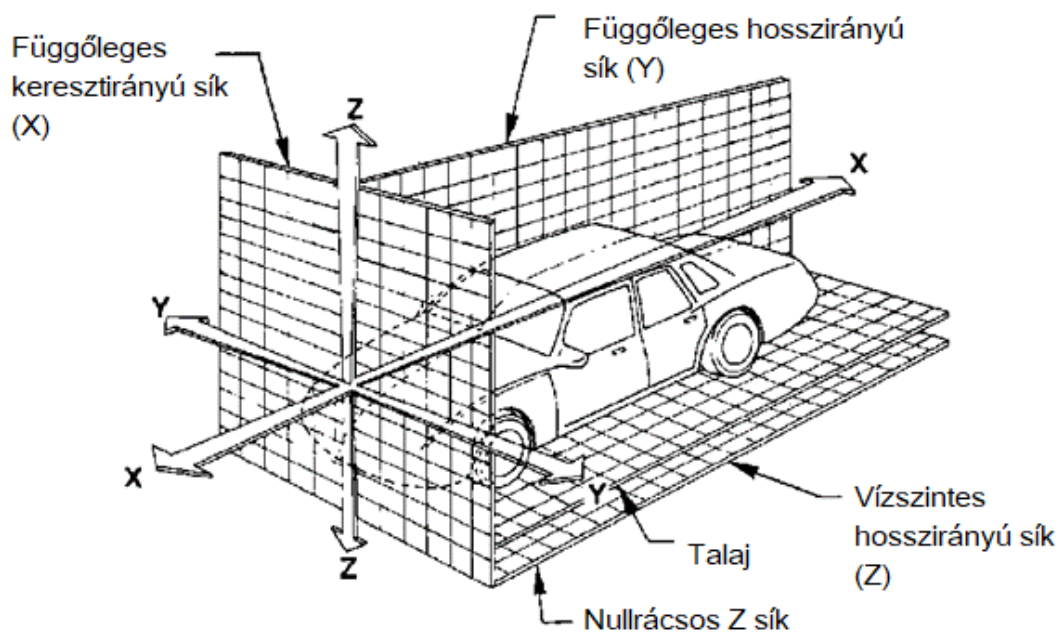
A további 3D szerkesztések és utómunkák felgyorsítása érdekében a RE módszert alkalmaztam, melyet autóiipari formatervező stúdióknál elterjedt módhoz hasonlóan végeztem el én is. Ebben az esetben azt jelenti ez a folyamat, hogy kézzel készítettem agyag modelleket, melyek közelítően hasonlítanak az előbb elkészített vázlatokhoz, majd 3D szkenneléssel STL pontfelhőt hoztam létre, amit egyszerűsítve és finomítva fel tudtam használni a CATIA és Rhino programokban, mint primitív geometriák alapja. A szkennelést Iphone 8 okostelefonom kamerájával végeztem, mely folyamat során 250-300 fénykép készül félkörben az asztalra helyezett agyag modellekről, majd a készült képeket rakja össze a szoftver. (3.36. ábra)



3.36. ábra A bal oldalon látható az általam készített agyagmodellből szkennelt pontfelhő, jobb oldalon pedig a részletezett 3D modell

3.3.2. Konceptió összevetése az eredeti designnal

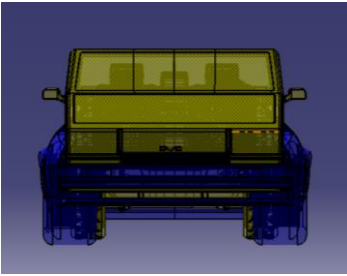
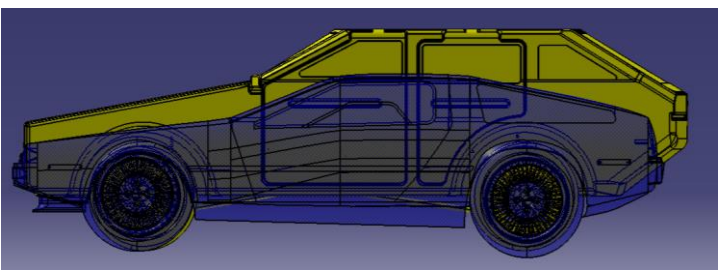
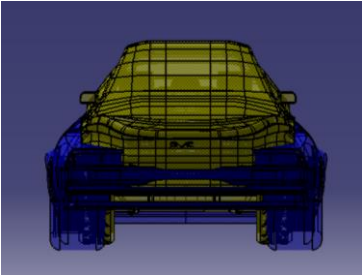
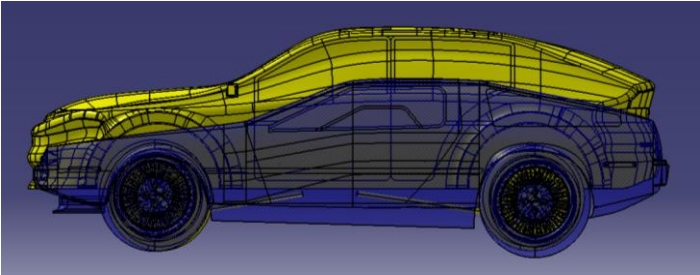
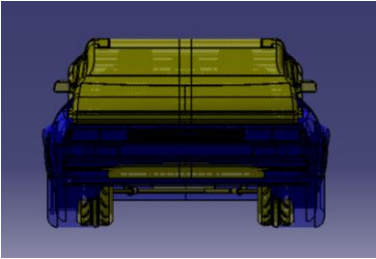
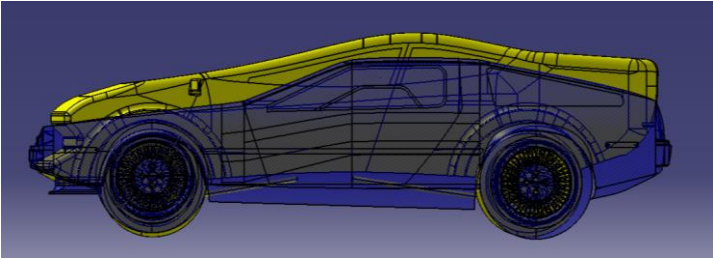
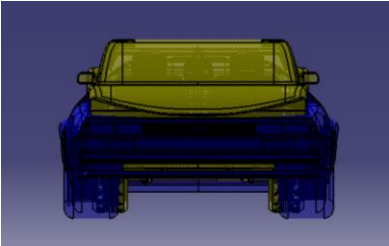
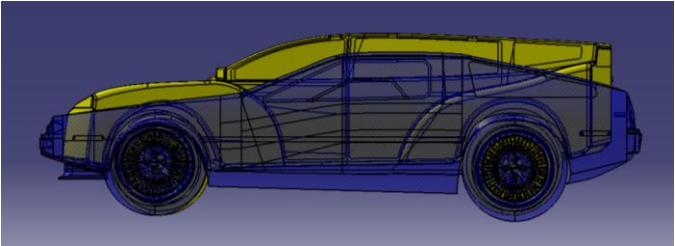
A négy különböző koncepció egységes értékelése érdekében mindegyiket ugyanolyan részletességgel modelleztem le CATIA és Rhino szoftverek segítségével 3D térben. A modellezés során törekedtem az autógyártásban használatos koordináta-rendszer illesztéssel megcsinálni az alkatrészeket és az összeállítást is. (3.37. ábra)



3.37. ábra Szabványos autó koordináta rendszer [50]

Az 15. táblázatban látható összefoglalva, hogy a négy különböző koncepció, hogy néz ki pontosan 3D térben, továbbá az eredeti DMC-12-es modellhez képes mennyit és milyen irányban változtak. A jobb összehasonlítás érdekében a régi modellt konzisztensen kék színnel, 75%-os áttetszőséggel, saját koordináta rendszereiket összeillesztve jelöltem.

15. táblázat Elkészült formatervek összehasonlítása

Koncepció neve	Elöl-nézet	Oldal-nézet
SUV		
CUV		
Shooting brake		
Kombi		

4. Konceptiók részletezése

Ahhoz, hogy könnyebben átláthatóvá váljon az elvégzett munka azt javaslom, hogy minél több rendelkezésre álló eszközzel össze kell hasonlítani az elkészített formaterveket, valamint a kiinduló modellhez is viszonyítani kell, ami bár nem számít nehezen megugrandó célnak, mégis vonatkoztatási pont a munkám során. Az objektív vizsgálati eredmény érdekében a bevett tudomány módszertan alkalmazásán túl a formaterveket súlyozott pontszám számításra alapuló módszerrel szeretném összehasonlítani a 16. táblázatban.

16. táblázat Design összehasonlítási pontszámok

Tulajdonság	Shooting brake	Kombi	SUV	CUV
Tömeg [kg]	<	<<	<<<<	<<<
Pontozás	4	3	1	2
Légellenállási tényező []	0.25	0.38	0.45	0.28
Pontozás	4	2	1	3
Légellenállási erő [N]	830	1100	1 400	850
Pontozás	4	2	1	3
Forma lekerekítettsége []	<<<	<<	<	<<<<
Pontozás	3	2	1	4
Csomagtartó térfogata [l]	250	350	450	400
Pontozás	1	2	4	3
Premium gap aránya [%]	6	13	7	5,5
Pontozás	2	4	3	1
Üvegfelületek nagyságának aránya [%]	15	20	24	17
Pontozás	1	3	4	2
Kerékméret aránya a teljes magassághoz [%]	53	55	50	47,5
Pontozás	3	4	2	1
Geometria létrehozásának bonyolultsága	<<<	<<	<	<<<<
Pontozás	2	3	4	1
Terepszög [°]	36-46	34-42	31-35	27-35
Pontozás	4	3	2	1
Törőzóna aránya a teljes hosszhoz [%]	28-26	30-20	36-23	35-19
Pontozás	1	2	4	3
Összesen:	29	30	27	24

4.1. Menettulajdonságok vizsgálata

A legfontosabb menet tulajdonságokat, fogyasztást, leszorító erőt és futómű karakterisztikát markánsan befolyásoló változó a tervezésben a légellenállás. A légellenállás paramétereinek kiszámításához az alábbi formula szükséges:

$$c_d = \frac{2 * F_d}{\rho * u^2 * A}$$

ahol:

- c_d - légellenállási alaktényező. [0...1]
- F_d - A mozgás irányában ható erő. [N]
- ρ - A közeg sűrűsége, melyben a test mozog. [$\frac{kg}{m^3}$]
- u - A mozgó test relatív sebessége a közeghez képest, melyen áthalad. [$\frac{km}{h}$]
- A - A test mozgás irányában projektált legnagyobb sziluettjének felülete, másnéven homlokfelület. [m^2]

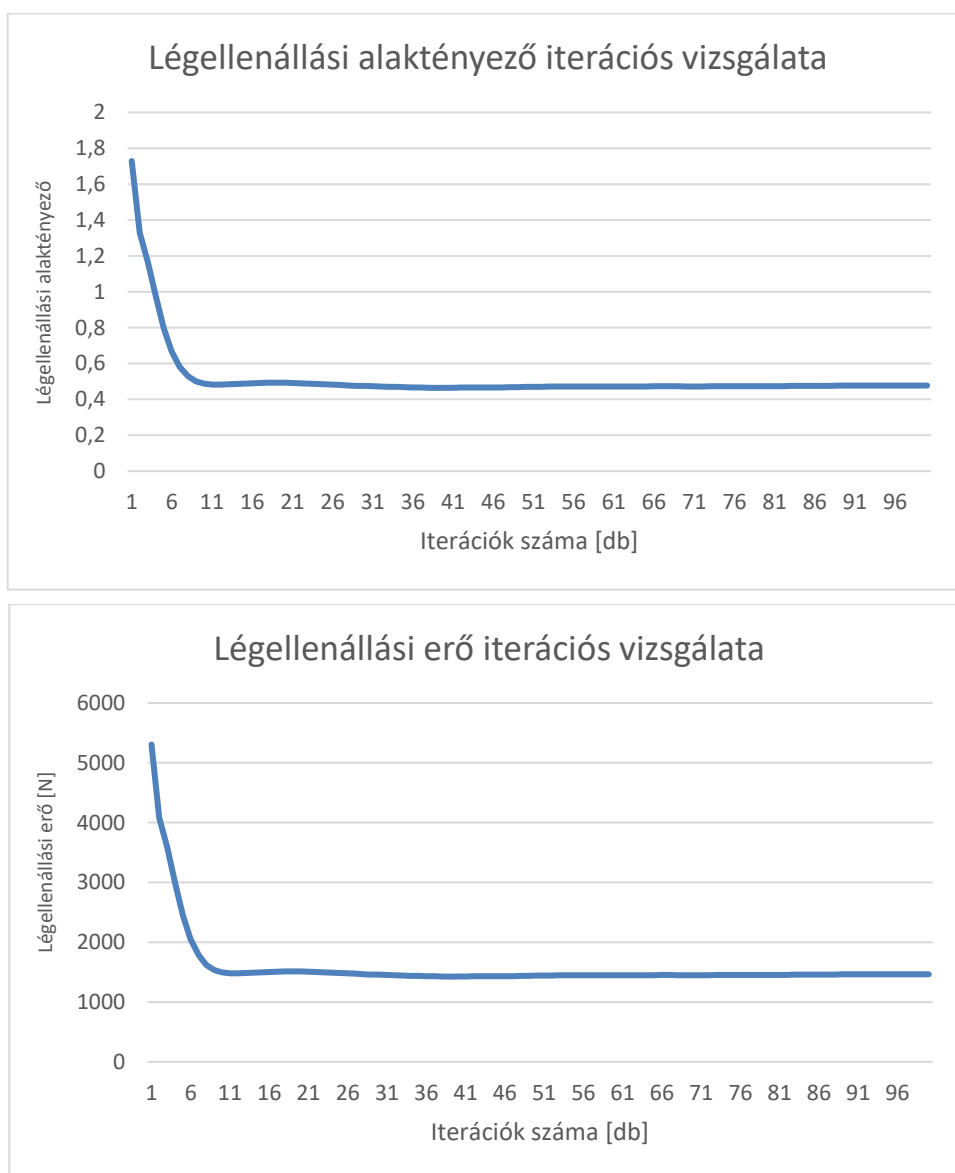
A formula megoldásához végelelemes szimulációt végeztem ANSYS Student verziójú szoftverben, mind a négy koncepcióra. A szimulációhoz használt paraméterek:

- A közeg, melyen a test áthatol levegő, melynek sűrűsége: [$\rho_{levegő} = 1293 \frac{kg}{m^3}$]
- A mozgó test sebessége minden esetben: [$u = 90 \frac{km}{h}$] Ennek oka, hogy az EU-ban, USA-ban és Kínában a legnagyobb részben elterjedt országutaknak ennyi a felső sebességkorlátozása, így normális eloszlást feltételezve, a személygépjárművek életútja során ezen a sebességen fognak közlekedni a legnagyobb távolságban.
- A mozgás irányában ható erő mértéke az adott koncepció tömegéből származtatható, amely tömeg kiadódó változó a térfogat és a sűrűség szorzataként. Az egyes koncepcióknak alumíniumhoz közeli sűrűségű, tömör testet választottam, mivel a valóságban nem tömör a jármű szerkezete, ám nagyobb sűrűségű acélból készül. Így az átlagos tömeg a szimulációs eset és a valós eset között azonos. [$\rho_{Al} = 2710 \frac{kg}{m^3}$]
- A szimuláció szobahőmérsékleten [25 °C] és állandó légköri nyomáson [101,325 kPa] lett elvégezve minden esetben.
- A gördülési és súrlódási hatásokat a szimulációban nem vettem figyelembe, csak a légellenállást és a tehetetlen tömeg mozgásának energia igényét.
- A tehetetlen tömeg mozgásának energiaigényét a Föld felé mutató vektornak megfelelően definiált gravitációs gyorsulással definiáltam, melynek vektora Z tengely negatív iránya a világkoordináta-rendszerben, nagysága: [$g = 9,81 \frac{m}{s^2}$]
- Az alaktényezők egyéges koordináta-rendszer illesztéséhez abszolút értékben értékelem ki őket.
- Az iterációs számítás során 100 lépésben, a grafikon 2 lépésenként jelölve végeztem el a szimulációt. Így a függvény konvergálását is sikerült elérni egy diszkrét értéken.

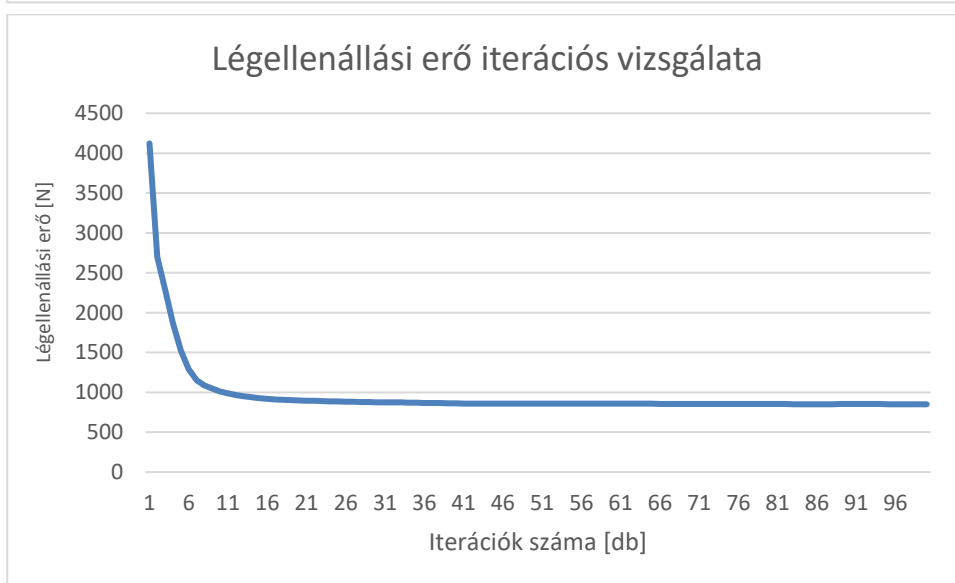
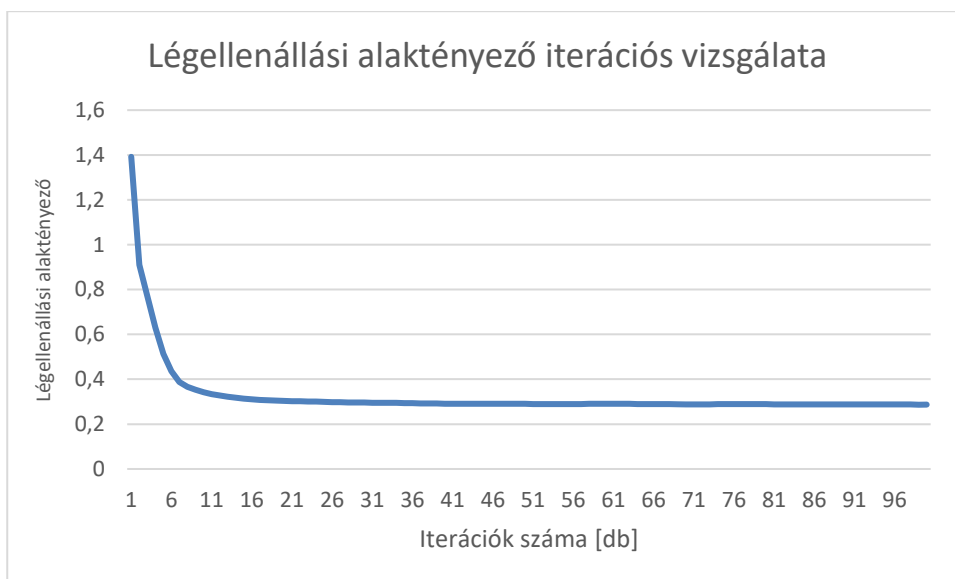
- A szimuláció során egyszerűsített modellt vizsgáltam, mivel a futómű adatok egyeznek mind a négy koncepció esetében, így azokat nem vettem figyelembe a modellekben, csupán a különbséget jelentő karosszéria alakokat. Az összeillesztési hézagokat is leegyszerűsítettem, mivel nem befolyásolják jelentékeny mértékben a végeredményt.

A szimulációk eredményét az 4.1. 4.2. 4.3. 4.4. ábrákon prezentáltam, ám a jobb összehasonlíthatóság érdekében a konvergált eredményeket a 17. táblázatban összefoglaltam. Az összes szimulációs fájlt az alábbi linken elérhetővé teszem 2025. május elsejéig.

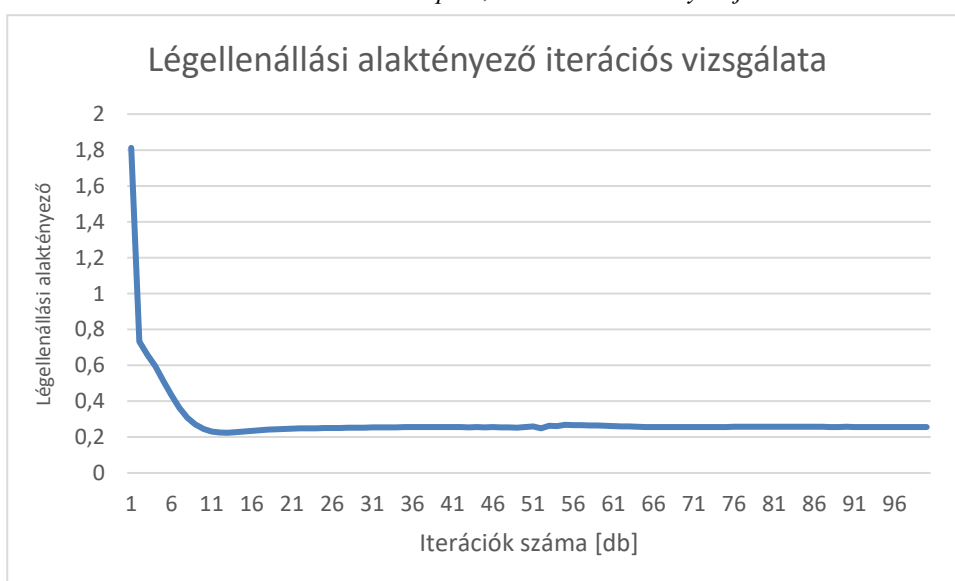
(https://drive.google.com/drive/folders/1I6DFp_mIUSBi5adi2OZ0n6Fj8zSFa66?usp=sharing)

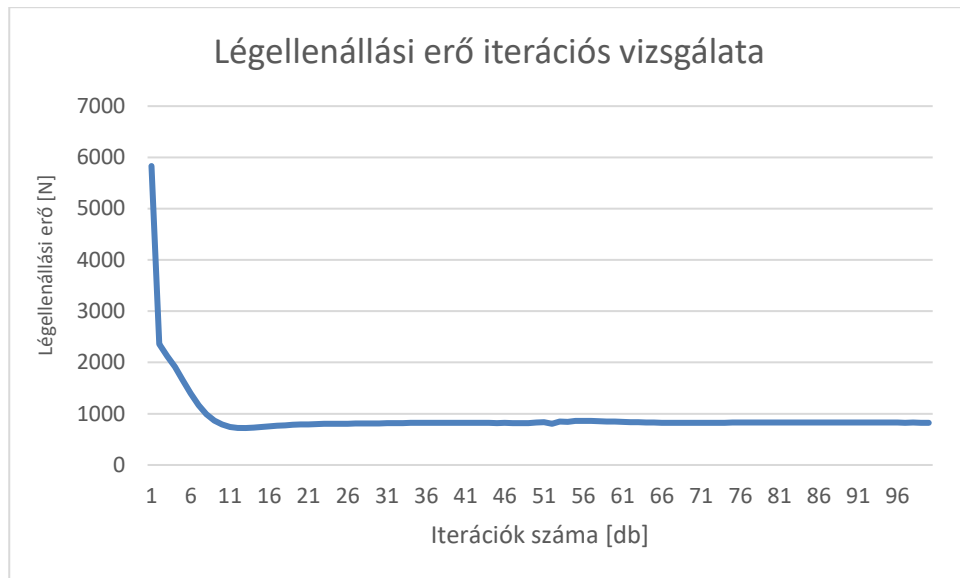


4.1. ábra Első koncepció, azaz SUV alaktényezője

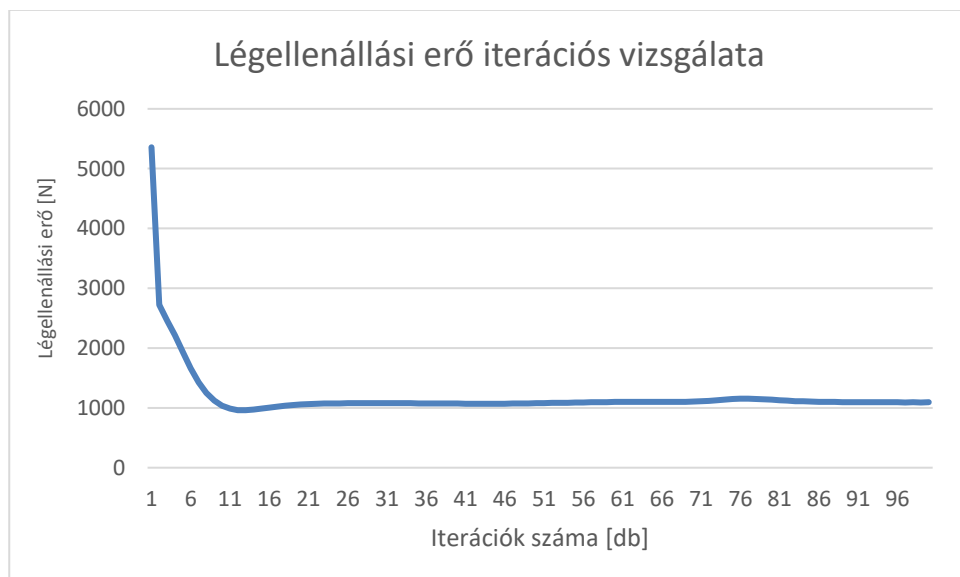
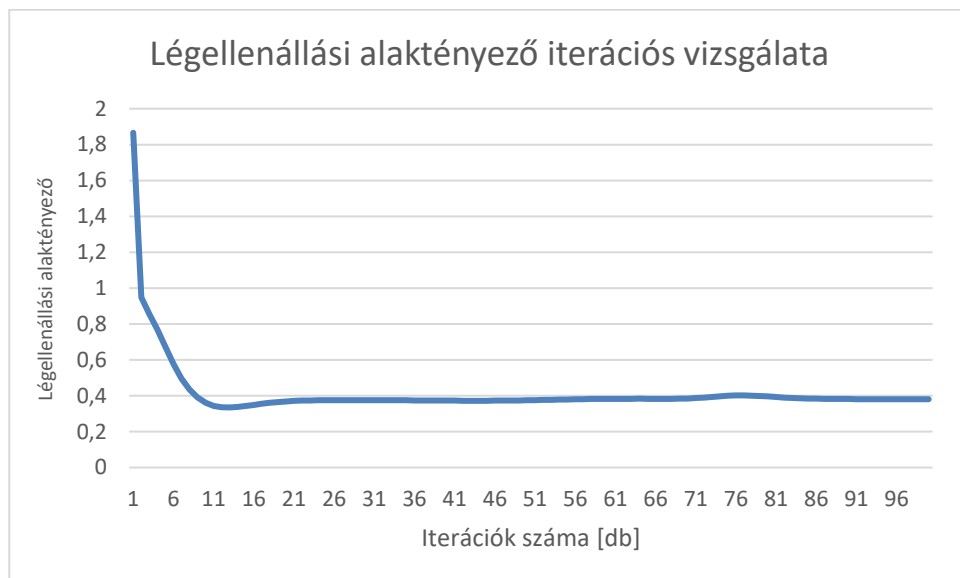


4.2. ábra Második koncepció, azaz CUV alaktényezője





4.3. ábra Harmadik koncepció, azaz shooting brake alaktényezője



4.4. ábra Negyedik koncepció, azaz kombi alaktényezője

Az alaktényezőket, valamint a hozzájuk tartozó, ANSYS-ban számított légellenállási erőket koncepcióként feltüntettem a 17. táblázatban, amiből látható, hogy a legelőnyösebb alaktényezőt a shooting brake formával sikerült elérni. Ennek oka a hosszan elnyúló, csepp jellegű Y0 metszet, valamint a vállvonalak hasonló kialakítása.

Nem sokkal a shooting brake eredménye után következik a CUV forma alaktényezője következik. Kicsi homlokfelülete és kinyúlásai révén alacsony értéket sikerült elérni.

A harmadik helyezést az aerodinamikai vizsgálat során a kombi alak érte el, melynek sajnos a lökhárító homlokfala nem lett eléggé lekerekítve, így a vállvonalak éle nem tudott hatékonyan érvényesülni.

A legkedvezőtlenebb forma alaktényező szempontjából a szögletes jelleget öröklő, nagy homlokfelületű SUV forma, mely nem meglepő, hiszen sekély lekerekítésekkel rendelkezik és kedvezőtlen áramlástanai tényezőkkel.

17. táblázat Formaterv koncepciók aerodinamikai vizsgálati eredményei

Koncepció elnevezése	Alaktényező [0....1]	Légellenállási erő [N]
SUV	0.45659082	1401.5749
CUV	0.28695673	849.89761
Shooting brake	0.25627206	824.90178
Kombi	0.38054115	1092.5105

Az áramlástanai szimulációról készült, ANSYS-ban generált rövid grafikai videókat a (2). számú mellékletben megjelölt felhő alapú linken lehet megtekinteni mind a négy koncepcióról.

4.2. Gyárthatósági feltételeknek való megfeleltetés

A tervezéstől a megvalósításig a legnagyobb nehézséget a gyárthatóság jelenti, azaz a rendelkezésre álló gépek, alapanyagok, technológia és kompetencia lehetővé teszi-e a termék legyártását. A megvalósíthatóság részét képezi továbbá a beszállítói lánc alkalmazása is, ám itt sem megengedett magatartás, hogy gyárthatósági kényszerek figyelmen kívül hagyjuk. Az elterjedt és kiforrott technológia általában olcsóbb és könnyebben alkalmazható. (18. táblázat)

18. táblázat Felhasznált anyagok aránya az autó teljes tömegéhez képest [51]

Anyag fajtája	Felhasznált tömeg aránya az autó teljes tömegéhez képest [%]
Szerkezeti acéllemez	55 %
Polimerek (ABS, PS, PMMA, PC, PA)	11 %
Könnyűfém ötvözetek (AL, Mg, Si)	10 %
Textilek	14 %
Üveg	3 %
Gumi	7%

A felhasználandó anyagokból következik, hogy az alábbi technológiák jöhetnek szóba az alkatrészek alakadásának és összeállítása folyamata során:

- Stancolás
- Lézervágás
- Élhajlítás
- Peremezés
- Préselés
- Ívhegesztés
- Ponthegeztés
- Galvanizálás
- Fröccsöntés
- Marás
- Csiszolás
- Fúrás
- Homokszórás
- Alapozó festés
- Festés
- Lakkozás
- Fényezés

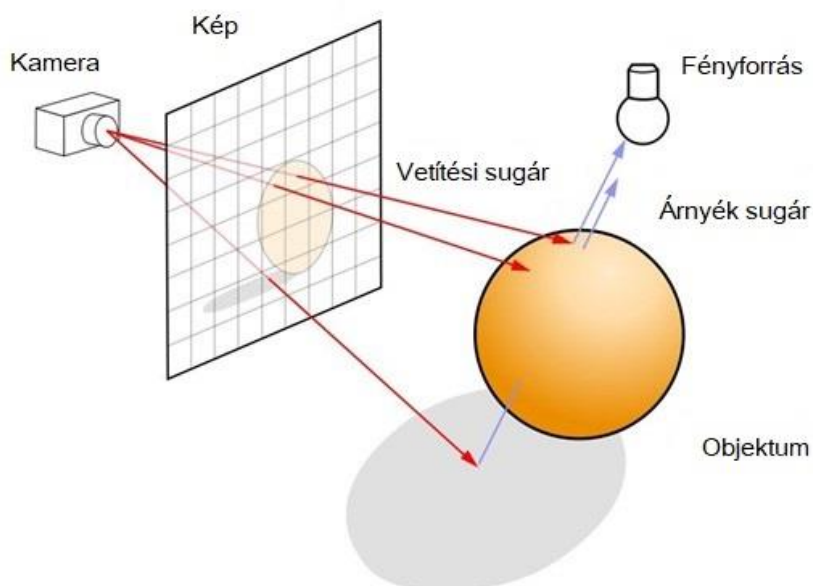
Ezen technológiák elterjedtek a járműiparban, jelen esetben a régóta fennálló használatuk és a kiterjedt infrastrukturális hátterük indokolja alkalmazásukat. Az egyes alkatrészeknek a rájuk érvényes technológiák elvárásainak kell megfelelniük. Az ehhez szükséges design kényszerek és gyárthatósági paraméterek a következők, melyekre formatervezőként figyelni kell:

- Lemezalkatrészek esetén állandó falvastagság megtartása.
- Fröccsöntött és kovácsolt alkatrészek esetén falferdeség alkalmazása.
- Megmunkálásra szánt élek és felületek esetén ráhagyást kell elhelyezni.
- „Bennszülött” alkatrészek tervezésének kerülése.
- Alakadó szerszámok által létrehozott rádiuszok alkalmazása.
- Hidegalakítási kicsípések alkalmazása lemezalkatrészek esetén.
- Zsugorodás figyelembevétele a műanyag alkatrészek hűlése során.
- Az alkatrészek anyagának anizotróp viselkedésének figyelembevétele a legkedvezőbb terhelési esetek alkalmazása érdekében.
- Törekedés az anyag-, tömeg- és költségminimalizálás optimális szintű alkalmazására.

4.3. Látványterv készítése

Mivel mind a négy variáció rendelkezik egységesen elkészített beltéri- és kültéri 3D modellel, így a látványterveket is célszerű ennek megfelelően, a modelleket felhasználva elkészíteni. A renderelés során KeyShot programot használtam, törekedtem legalább 1920*1080 felbontásban elkészíteni a képeket. A látványterveket első sorban a plakátok későbbi elkészítéséhez fogom felhasználni, így szükségesnek találom, hogy inkább több látványterv készüljön, hogy azokból szelektálva lehessen minél jobb plakátot készíteni.

A képeket 32 mm-es objektívnek megfelelő, 16:9-es képarányú, perspektivikus hatásokkal generáltam, amely beállítás minden képre érvényes. A renderelés során a raytracing funkció, mélység élességi és fókuszálási beállítások, környezeti fényhatások az adott kompozíciónak megfelelően voltak ki-és bekapcsolva. (4.5. ábra)



4.5. ábra A raytracing technológia bemutatása [52]

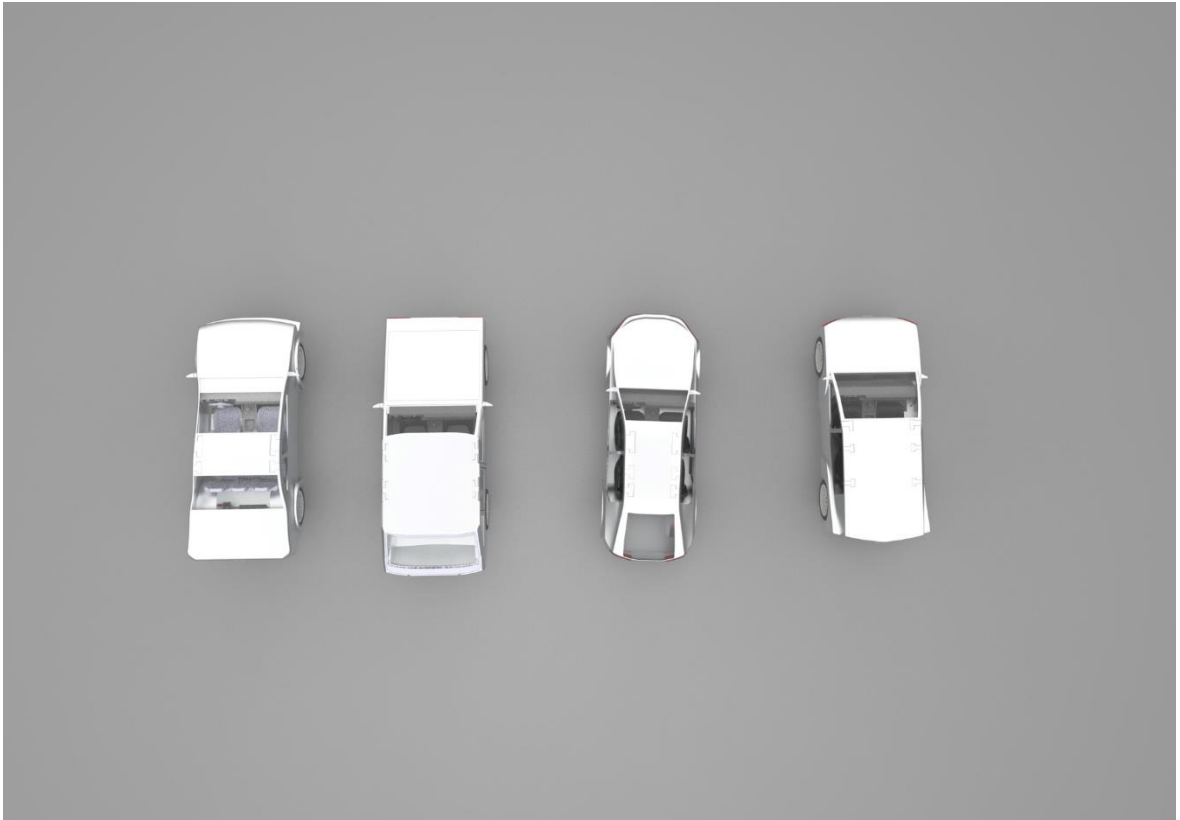
A látványtervek hangulatát a DeLorean Motor Company által képviselt hűvös, futurisztikus, monolitikus, mégis dinamikus stílus alkalmazásával próbáltam alkalmassá tenni a márka és az újratervezett DMC-12 modell reklámozására. Ennek érdekében a kültéri képekhez cyberpunk stílusú háttérrel választottam, valamint letisztult, futurisztikus stúdió háttérrel. A beltéri képekhez mélygarázst választottam. (4.6. ábra) (4.7. ábra) (4.8. ábra) (4.9. ábra) (4.10. ábra) (4.11. ábra) (4.12. ábra)



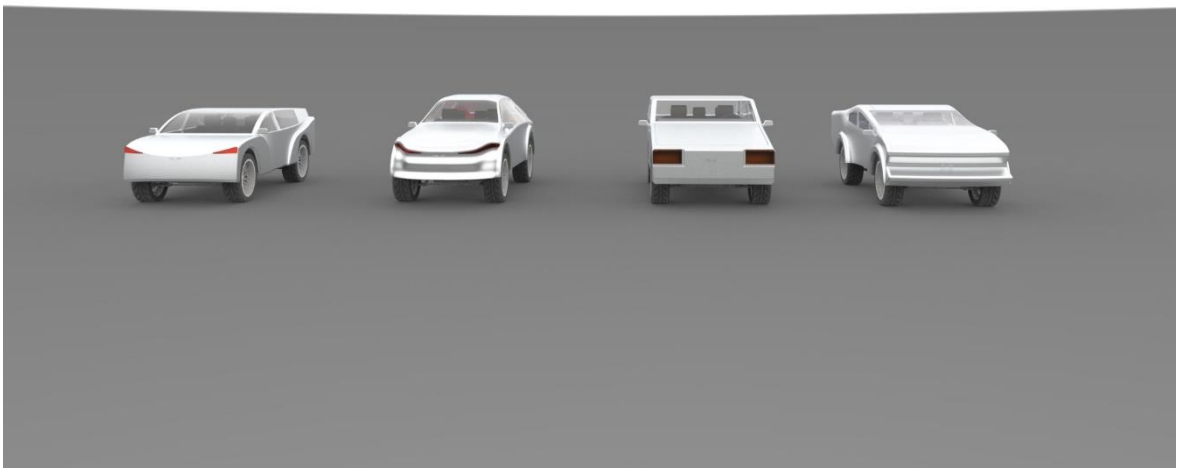
4.6. ábra Négy formaterv látványterve egyben, izometrikus nézet



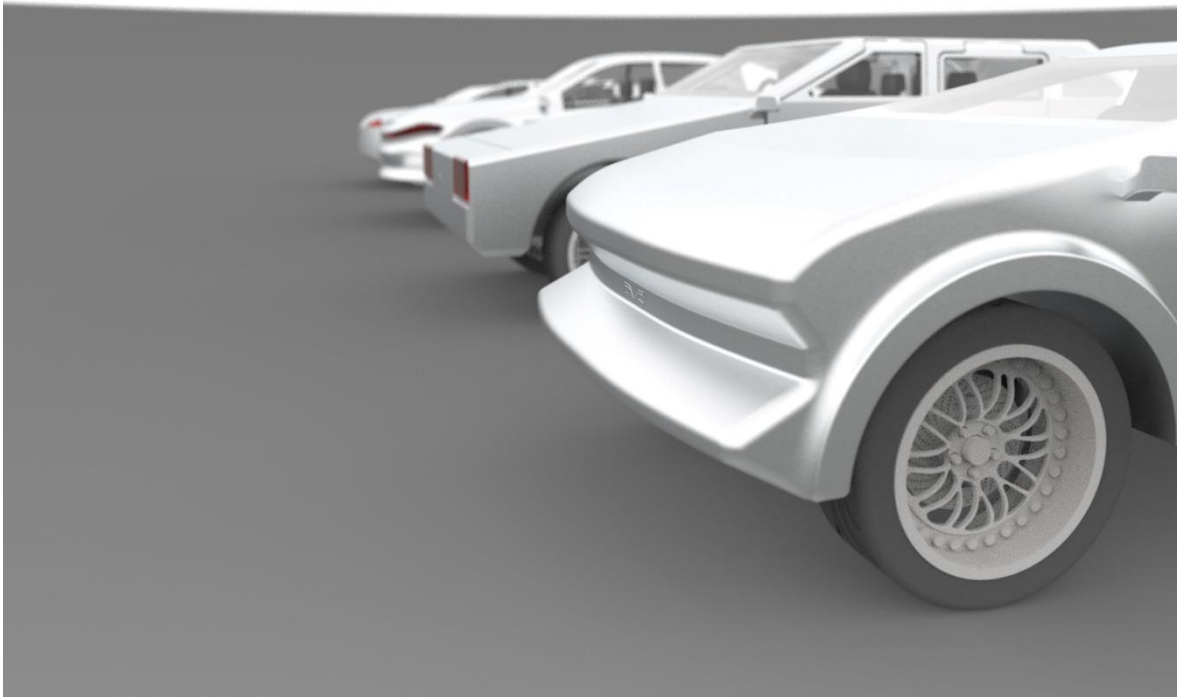
4.7. ábra Négy formaterv látványterve egyben, izometrikus nézet 2



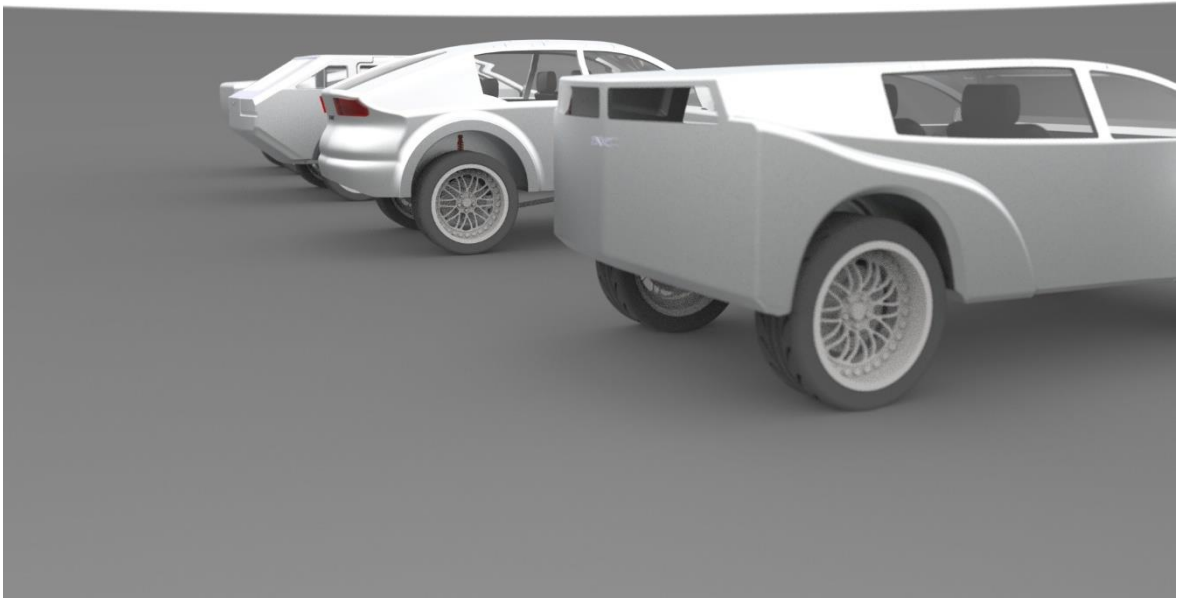
4.8. ábra Négy formaterv látványterve egyben, felülnézet



4.9. ábra Négy formaterv látványterve egyben, elől nézet



4.10. ábra Négy formaterv látványterve egyben, közeli elől nézet



4.11. ábra Négy formaterv látványterve egyben, közeli hátul nézet



4.12. ábra Négy formaterv látványterve egyben a kültéri garázsban, elől nézet

4.4. Plakát készítése

A plakát készítése során több elvárásnak is eleget kell tenni. A felmerülő pontokat és a rájuk vonatkozó válaszokat rendre a 19. táblázatban foglaltam össze, melyet definícióként használok a plakát készítése közben. A plakáthoz szükséges képeket az eddig elkészült renderelt képek közül választottam ki. Az elkészült plakátokat a 13., 14. és 15. mellékleteken közöltem. (4.13. ábra)

19. táblázat A plakát készítésekor figyelembe vett definíció

Célközönség elérésének módja	Otthoni körülmények között.	Utazás közben.	Munkanapok rohanásában.	Tömegközlekedés során.
Elhelyezkedés	Újságok teljes belső és hátlapján.	Óriásplakát autóutak és autópályák mentén.	Belvárosi épületek falán, digitális plakátként.	Buszmegállók oldalfalán.
Méret	A4	12'X25'-25'X40'	14'x48'	62"x35"
Betűszín	Az adott kép domináns színének megfelelően választott komplementer szín.			
Betűtípus	Az új logó vékony, szellős és dinamikus stílusa jól illeszkedik a Avapore Round.			
Termék képkitöltésének aránya	Legalább 30%	Legfeljebb 40%	Legfeljebb 50%	Legalább 30%
Felhasznált színek aránya	70% háttérszín, 20% termék színe, 10% kiemelő szín.			



4.13. ábra Óriásplakát tervezet (15. mellékletben található linken megtekinthető nagyobb felbontásban)

4.5. Makettek elkészítése

A reprezentálás elősegítése érdekében szükségesnek találtam, hogy kézzel foghatóak legyenek a formatervek. Ennek legoptimálisabb módszerének a gyors prototípus készítő technológiák közül a 3D nyomtatást választottam. Otthoni- és hobbi 3D nyomtatás során szóba jöhet gyantás, vagy extruderes nyomtató. Én az utóbbi mellett tettem le a voksom, mivel volt tapasztalatom FDM nyomtatók használatában. A maketteket egy Creality Ender 3 V2 Neo típusú, 220 mm*220 mm*250 mm nyomtatási térrel rendelkező 3D nyomtatóval készítettem el. A modelleket CATIA-ban készítettem elő tetragonális térhálóból, melyeket letisztítottam a jobb kezelhetőség érdekében, azaz a túl apró alkatrészeket kiszedtem, a belteret is kihagytam a nyomtatási fázisból, valamint a csatlakozó alkatrészek falvastagságát is megerősítettem. Az így kinyert STL hálót a gyártó által javasolt Creality Print szeletelő programban alakítottam át a nyomtatáshoz szükséges G-kód sorozattá. A nyomtatáshoz fehér színű, környezetbarát újrahasznosított PLA filamentet használtam, melyet 200 °C-on extrudálva, 60 °C-os nyomtató asztal fűtéssel, 20%-os kitöltéssel és támaszanyag generálással használtam fel. A nyomtatás során 1:50 méretarányban készítettem el az egyes variációk karosszéria makettjeit. További részleteket, melyek a közös platform és formatervezési nyelv alapjait képezik, azokat külön kirészletezve és felnagyítva is kinyomtattam. (4.14. ábra)



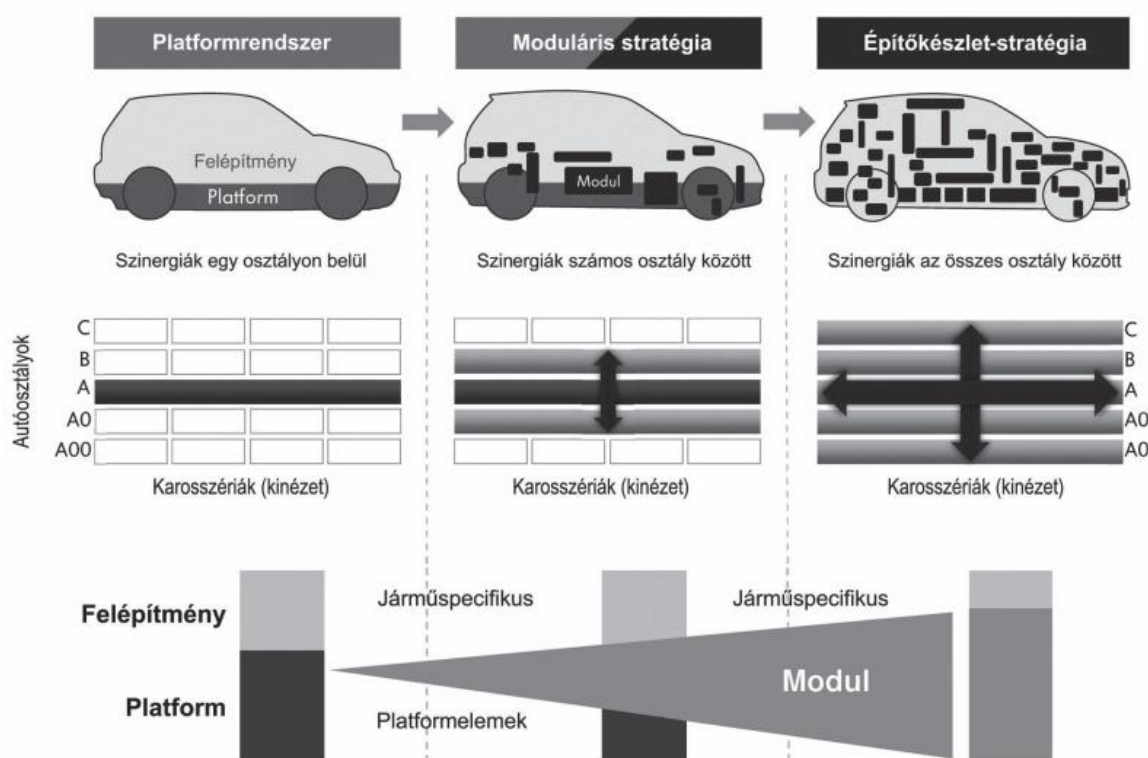
4.14. ábra Makettek első 3D nyomtatott verziói mind a négy formatervre

4.6. Gyártási dokumentáció készítése

A koncepciók mind jelenlegi fejlesztési fázisukat tekintve, mind termék életciklusbeli szerepüket tekintve még több körös változtatás előtt állnak, melynek véghezvitele nem a diplomamunka tárgya, hiszen nem késztermék gyártási dokumentációját készítem el, hanem különböző formák alkalmazását mutatom be. Ebből következik, hogy a gyártási dokumentáció ebben az esetben a főbb funkcióméreteket, a befoglaló méreteket és a formaterv arányát jellemző főbb ívek méreteit és helyzetét meghatározó méreteit jelenti.

Az egyes koncepciókra vonatkozó rajzokat rendre a mellékletekben közöltem. Gyártási technológiát, összeállítási módszereket tekintve csak a legfontosabbakat határoztam meg a rajzokon, hogy a tervek könnyen adaptálhatóak legyenek különböző sajátosságokkal rendelkező gyáregységekre, így viszont nagyobb szabadságot adva az adott alkatrészen dolgozó gyártáselőkészítő mérnöknek. (9. melléklet) (10. melléklet) (11. melléklet) (12. melléklet)

Az összeállításokba beépítendő alkatrészeket katalógusból javaslok kiválasztani a formatervekhez kompatibilisan, ezzel is a fejlesztési és beszállítói költségeket csökkentve. A hatékony és versenyképes piaci fellépés érdekében érdemes az uniformizált, úgynevezett „Baukasten” gépépítési stratégiát alkalmazni, hogy a végfelhasználó számára is fontos értékeket kapjon a vásárlás során. (4.15. ábra)



4.15. ábra A moduláris építőrendszer fejlődése [53]

Összegzés

A dolgozat írása és az újratervezési folyamat során minél szélesebb perspektívában és objektíven vizsgáltam meg a Giorgietto Giugiaro által elkészített ék alakú autó formatervet és a jelen kor elérhető eszközeit használva próbáltam átalakítani annak érdekében, hogy egy, a felhasználók által kedvelt és ritka termék gyerekbetegségeit kinőve, egy újabb esélyt kapva tudjon akár formát öltetni és megállni a helyét egy modernebb környezetben is. Az átalakítás során négy koncepciót is létrehoztam, amelyeket egységesen kezeltem a fejlesztési folyamat során, és bár a vizsgálati eredmények alapján a shooting brake forma a legjobbra sikerült, mégsem hagyatkoznék csak az aerodinamikai szempontokra. A többi három formaterv is megállja a helyét különböző helyzetekben, így ennek megfelelően rendelkeznek előnyökkel és hátrányokkal is. Mivel a fejlesztési folyamatnak csak egy teljes körét végeztem el, azaz az első vizsgálatot nem követte további áttevezések és vizsgálatok köre, hogy a lehető legoptimálisabb eredményt érhessem el, így jövőbeli terveim között van ennek az esettanulmánynak a folytatása. A továbbiakban is inkább termékcsaládként vagy termék palettaként gondolok a négy verzióra, mintsem egymás kompetitoraira.

A dolgozat tervezési koncepcióját a meghatározásának megfelelően kidolgoztam, kezdve a formatervezési aspektussal, folytatva a hozzá tartozó műszaki dokumentációval és a brandinghez szükséges reprezentatív kiadványok elkészítésével. A folyamat során használtam CATIA, Rhino, ANSYS, Keyshot, Indesign, Photoshop, Vizcom AI és Creality Print programokat, melyek egy modern formatervezési folyamat során mind hasznosnak bizonyultak. További modern mérnöki eszközöket is használtam a megvalósítás során, mint a 3D szkennelés és nyomtatás.

Az újra tervezés tanulsága, hogy a fejlesztés minél korábbi fázisában nyitott szemmel járva és előrelátóan érdemes a felhasználási körülményeket és a rendelkezésre álló eszközöket alkalmazni, hogy a későbbi fejlesztési ciklusok során minél kevesebb változtatást kelljen eszközölni. Ebben nagy segítségemre voltak a rendelkezésre álló autó tervezési esettanulmányok és tanulságok intelmei. A rendelkezésre álló új technológiák implementálásához szükséges volt folyamatosan informálódni az iparági fejlesztésekről is, mivel az autóiipar a világgazdaság egyik leggyorsabban fejlődő ágazata.