



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Gépészmérnök Szak

Egyedi kerékpárváz tervezése

Belső konzulens:	Dr. Oldal István egyetemi docens
Külső konzulens:	Varga Zsolt hegesztő és fémmegmunkáló
Készítette:	Lőrincz János ONMFVI nappali
Intézet/Tanszék:	Gépszerkeztani tanszék

Gödöllő
2023

MŰSZAKI INTÉZET
GÉPÉSZMÉRNÖK ALAPSZAK
Gépgyártó specializáció

SZAKDOLGOZAT

feladatlap

Lőrincz János (ONMFVI)

részére

A diplomadolgozat címe:

Egyedi kerékpárváz tervezése

Feladatkiírás:

Bevezetés, szakirodalom feldolgozás, probléma bemutatás, geometriai méretezés, kereskedelmi elemek kiválasztása és szerelhetőség biztosítása, részlettervezés, mechanikai méretezés, gazdasági számítás, összefoglalás

Közreműködő tanszék: Gépszerkezet-tani

Külső konzulens: Varga Zsolt, hegesztő és fémmegmunkáló, Kőszegi Aluker Kft.

Belső konzulens: Dr. Oldal István, egyetemi docens, MATE, Műszaki Intézet

Beadási határidő: 2023. november 06.


Gödöllő, 2023. szeptember 04.

Jóváhagyom

Átvettem


(tanszékvezető)


(szakfelelős)


(hallgató)

A dolgozat készítőjének külső konzulense nyilatkozom arról, hogy a hallgató az előre egyeztetett konzultációkon megjelent.

Gödöllő, 2023. 11 hó 09 nap


(külső konzulens)

Tartalom

1. Bevezetés	5
2. Szakirodalom feldolgozása.....	6
2.1. Kerékpár története.....	6
2.2 Kerékpár felépítése	9
2.2.1 Kormányzás	9
2.2.2 Hajtás.....	10
2.2.3 Nyereg	10
2.2.4 Fékezés	10
2.2.5 Kerék.....	11
2.3 Kerékpárok geometriája	11
2.3.1. Terepkerékpár geometriája.....	11
2.3.2. Fejcsőszög.....	12
2.3.3. Láncvilla hossz	12
2.3.4. Nyeregvázcsőszög.....	13
2.3.5. Reach	13
2.3.6. Kerékméret.....	13
2.3.6. Országúti kerékpár geometria	14
2.4. Váz anyagai	15
2.4.1. Acél váz.....	16
2.4.2. Alumínium vázak	16
2.4.3. Szénszálas műanyag (karbon) váz.....	17
2.4.4. Titán váz.....	18
2.5. Kerékpárok felhasználásuk szerint	18
2.5.1. Országúti kerékpár	18
2.5.2. Terepkerékpár	19
2.7. Merev vázas és összeteteleszkópos kerékpárok.....	21
3. Célkitűzés és követelmény.....	23
3.1 Követelmény	23
3.1.1 Szerelhetőségi követelmény.....	23
3.1.2. Geometria és méret	24
3.1.3. Szilárdság és merevség	24
4. Kereskedelmi elemek kiválasztása és csatlakozása	25
4.1. Hátsó fék.....	25
4.2. Nyeregcső és nyeregcsőbilincs	26
4.3. Kormánycsapágó	28
4.4. Középcsapágó.....	29
4.5. Hátsó kerék és váltó	31
4.6. Vezetékek	33

5. Részlettervezés	35
5.1 A hátsó háromszög részlettervezése.....	35
5.2. A merevítések részlettervezései.....	37
6. Geometria és méretezés.....	39
6.1. Fejcsőszög	40
6.2. Nyeregcsőszög.....	41
6.3. Láncvillahossz és középcsapágy esés	42
6.4. Reach.....	42
6.5. Geometria összegzése	42
7. Mechanikai tervezés	43
7.1. Alapadatok kísérleti meghatározása.....	44
7.1.1. Teleszkóp mérése vízszintes erőhatás esetén	44
7.1.2. Teleszkóp mérése függőleges erőhatás esetén	46
7.1.3. Gumiabroncs mérés	47
7.2. Dinamikai méretezés	49
7.2.1. Váz anyagának meghatározása.....	49
7.2.2. Váz modell	50
7.2.3. Első terhelési eset modellezése.....	51
7.2.4. Második terhelési eset modellezése	53
7.2.3. Harmadik terhelési eset.....	56
8. Összegzés	59
9. Summary	60
10. Nyilatkozatok.....	61
11. Irodalomjegyzék	64
12. Ábrajegyzék	67
13. Táblázatjegyzék	68
14. Mellékletek.....	68

1. Bevezetés

Az ipar keretein belül még nem volt szerencsém kerékpárváz tervezéssel, illetve gyártással foglalkoznom, de terepkerékpározás, mint hobbi és sport gyerekkorom óta életem egyik legfontosabb része.

Gépészmérnök tanulmányaim során számos olyan területen szereztem tudást, amelynek ismerete elengedhetetlen kerékpárok tervezéséhez és gyártásához és működésének megértéséhez. Ilyen területek például a mechanika, anyagismeret, és különböző mechanikai technológiák, például hegesztés. Ezáltal egyre jobban elkezdett foglalkoztatni, hogy bizonyos kerékpárok és alkatrészeik milyen mérnöki szempontok alapján lettek megtervezve és legyártva, esetlegesen milyen új megoldásokkal lehetne különböző felhasználók eltérő igényeit kielégíteni. Kíváncsiságom odáig vezetett, hogy egy általam tervezett vázat szeretnék elkészíttetni szakemberekkel és használatba venni, amely során kiderül, hogy miben tud jobb lenni, mint egy sok tapasztalattal rendelkező nagyobb cég által gyártott kerékpár.

A téma kiválasztásánál az is fontos szerepet játszott, hogy a közelmúltban megnőtt az egyedi tervezésű kerékpár vázak iránti kereslet. Ennek több oka is van, az egyik az, hogy az elmúlt években a nagyipari gyártás a sokoldalúságra törekszik. Egy modell minél több szakág sajátosságainak feleljen meg, mivel ez a legfőbb vevői igény napjainkban. Ennek ellenére továbbra is van kereslet speciális kivitelű és egyedi tervezésű kerékpárokra, amiket nagy gyártók már nem forgalmaznak. Ezt a piaci rést használják ki kisebb cégek vagy akár magánemberek egyéni vállalkozásként.

Ezen információk birtokában döntöttem a téma létjogosultságát illetően és köteleztem el magam a feladattal mellett. Személyes célom, hogy a szakdolgozat megírása során olyan szakmai tapasztalatot szerezzek a témában, hogy akár a jövőben hivatásként foglalkozhassak kerékpárváz tervezéssel, akár gyártással.

2. Szakirodalom feldolgozása

2.1. Kerékpár története

A kerékpár feltalálására számos korai, de nem igazolt állítás és feltételezés létezik. Erre egy jó példa egy 1500-as években készült vázlat egy emberi hajtású kétkerekű járműről melyet Gian Giacomo Caprottinak, Leonardo Da Vinci tanítványának tulajdonítanak és amelynek hitelességét 1998 Hans-Erhard Lessing cáfolta. A kerékpár tényleges őse az első hiteles adat szerint egy francia feltaláló Mede De Sivrac nevéhez fűződik. Az 1791-ben alkotott célérifére névre keresztelt jármű két kerékkel rendelkezett, amelyek egy merev fakereten voltak elhelyezve. Lábbal lehetett hajtani, kormányval nem volt felszerelve, így csak dőléssel lehetett irányítani. Mivel az alkotó nem élt szabadalmi jogával, ennek köszönhetően több mesterember lemásolta a találmányt és árusítani kezdte. [1]



1. ábra Célérifére (forrás: bicajozz.hu)

1817-1819: Draisine másnéven Velocipede

Karl von Drais báró 1817-ben szabadalmaztatta a célérifére-hez hasonló futókerékpárját, ami immáron kormányzással is rendelkezett. A szerkezet a Draisine nevet kapta a feltalálója révén. Drais egy iskolát is létrehozott, ahol azt tanították, hogyan kell használni a járműveit. A kormányozhatóság nagy előre lépést jelentett, bár a jármű tömege még mindig nagy volt. Denis Johnson két évvel később megalkotta a draisine vasszerkezetes változatát. A szerkezetét Hobby Horse-nak vagyis hobbi lónak keresztelte. [2]

Az első kerékmeghajtású jármű Kirkpatrick Macmillan nevéhez fűződik. 1839-ben alkotott meg egy drasine-hez hasonló „kerékpárt” amellyel pedállal és rudak segítségével közvetlenül a kereket tudta meghajtani a használója. Fejlettebb és gyorsabb közlekedési eszköz volt az elődjeinél, de ennek ellenére nem ért el átütő sikert, ami a kezdetlegességéből fakadó hibáknak volt köszönhető. [3]

A következő nagy előrelépés a kerékpár fejlődésében 1861-ben következett be. Ugyanis Pierre Michaux kocsikészítő ekkor készítette el a „velocipéd”-et. Falovának első kerekének tengelyére pedált szerelt. A találmány hamar nagy népszerűsége tett szert, amelynek köszönhetően pár éven belül elkezdtek megjelenni a velocipéd-ek Európa utcáin. 1866-ban Amerikában is szabadalmaztatták a járművet. Nem sokkal később első velocipéd verseny is megrendezésre került. Fél évvel később megrendezték a Párizs-Rouen közti versenyt, amely az első nagyobb szabású, városok közti megmérettetés volt. A mai napig minden évben megrendezik ezt a eseményt. Az ehhez hasonló versenyek elterjedésével a csapatok fejleszteni és újítani kezdték a velocipéd-eket. Az első kerék méretének növelésével az egy pedálfordulattal megtett távolság növelését érték el. Ezen fejlesztések következtében nagyjából egy évtizeddel később alakult ki a klasszikusnak vélt velocipéd, amelyet a tehetősebb polgárok túrázásra és versenyzésre használtak. [4]



2. ábra Velocipede (forrás: A fixi kerékpározás és szubkultúrája)

Ezeknek a közlekedési eszközöknek elterjedését jelentősen akadályozta a kerékpár balesetveszélyessége. A súlypont nagyon magasan volt, emiatt a szerkezet instabil volt. A probléma kiküszöbölése végett James Starley 1885-ben megalkotta a biztonsági kerékpárt. A jármű láncmeghajtást kapott, így az áttétel nem csak a meghajtott kerék átmérőjétől függött.

Ezáltal a korábban ember nagyságú első kerék helyett a jármű mindkét kereke 76cm átmérőjű volt, így számottevően biztonságosabb volt a használata a korábbi velocipéd-hez képest. [2]

Az 1870-es francia-porosz háborút követően. a kerékpárversenyzés egyre népszerűbb lett. A L'auto, egy francia újság főszerkesztője a lapjának népszerűsítésének érdekében felvette egy Franciaország körüli verseny gondolatát. Így jött létre a híres Tour de France. Az első évben a több napra kitűzött 2428 km-es távot egy francia kéményseprő, Maurice Garin teljesítette a leggyorsabban. Ebben az időben Amerikában a pályaversenyzés terjedt el, amihez a nagy döntött kanyarokkal rendelkező pályákat fából és betonból készítették. [1]

Technika fejlődése

Az első világháború lelassította, mondhatni leállította a kerékpárversenyzés gyors fejlődését. A háború után Amerikában a kerékpár népszerűsége csökkenni kezdett jelentősen, mivel az ott élő emberek az automobil iránt kezdtek érdeklődni. Európában az emberek nem engedhették meg magunknak a drága autókat, így nem volt érezhető a visszaesés.

A háború végeztével a versenyek újra indultak, aminek a következtében jelentős fejlesztéseket vittek véghez a kerékpárokokon. Nagy előrelépést a kerékpárgumi anyagának fejlesztésével tudtak elérni, mivel megalkották a szingót, ami egy tömlő köré varrt, gumírozott szövetsőből állt. Az olasz Tullio Campagnolonak több komoly fejlesztés fűződik a nevéhez, ilyen például a kerék gyors rögzítő patentszár, amit a mai kerékpárok nagy részén használnak. Az ő találmánya a hátsó váltó szerkezete, ami nagyban megkönnyítette a hegyi versenyzést. A kerékpár gyártók évről-évre egészen napjainkig komoly fejlesztéseket hoznak a felhasználók különböző igényeik kielégítése érdekében. A mai napig tömeg csökkentése jelenti a legfőbb fejlődési potenciált, amire a gyártók nagy hangsúlyt fektetnek. [5]

Az évek során nem csak a kerékpárok fejlődtek jelentősen, hanem több új sportág is létrejött, amihez különböző kivitelű kerékpárokat használtak. Ilyen például az 1970-es években létrejött BMX és a hegyikerékpár. Az újonnan megjelenő szakágak eszközeire is jellemző volt a folyamatos fejlődés, ennek köszönhető az egyre specifikusabb anyaghasználat, illetve a különböző alkatrészek létrejötte, mint például a rugós tagok és hidraulikus tárcsafékek megjelenése. A folyamatos fejlődés következtében odáig jutott el ez a sport, hogy 6-7 kg tömegű

szénszál-as műanyag vázú országúti kerékpárokkal versenyeznek, vagy bizonyos hegyi kerékpárral 25-30 méter hosszú ugratásokat hajtanak végre használóik.

2.2 Kerékpár felépítése

A kerékpárok általános kialakítása az elmúlt száz éve közel változatlan. A fő alkatrésze a váz, amire számos egyéb komponens épül, típustól és kategóriától függően. Egy-egy különlegesebb példányt vagy verziót leszámítva a kerékpárok a 3. ábrán látható módon épülnek fel. A váz maga két részre osztható, első- és hátsó háromszögre. Az első rész fejszöből, alsócsőből, felsőcsőből és nyeregvázcsőből áll. A hátsó háromszög a nyeregvázcsőből, láncvillából és támvillából áll, az utóbbi két rész találkozásánál helyezkedik el a hátsó kerék tengelyének befogására kialakított vázpapucs.



3. ábra Kerékpár felépítése (forrás: saját szerkesztés)

2.2.1 Kormányzás

Az első kerék kormányzásáért főként négy alkatrész felel: kormánycsapágy, első villa, kormányoszár és kormány. A fejcsőben helyezkedik el a kormánycsapágy amibe illeszkedik az

első villa nyaka, ami összeköti az első kereket a vázzal és a kormánycsapágy segítségével fordítja azt jobbra-balra. A villanyak tetejére illeszkedik a kormányoszár, ami magát a kormányt tartja.

2.2.2 Hajtás

Egy kerékpár hajtása általában 4-5 alkatrész összessége. Az alsó konzolban elhelyezkedő középcsapágy, hajtókarok, első lánctányér vagy lánctányérok, hátsó fogaskoszorú és a lánc. Amennyiben egy kerékpár több fokozattal rendelkezik, akkor váltóval van szerelve, a hátsó váltó minden ilyen biciklin megtalálható, sok modell első váltóval is rendelkezik emellett. Napjaink terepkerékpárjait legtöbb esetben 1x12 hajtással szerelik, azaz elől egy fogaskerék van, míg hátul tizenkettő. Az ilyen fokozat kiosztás mind lejtőzésre és mind felfelé tekerésre alkalmas, és mivel nincs első váltó, így pontosan lehet kiválasztani a megfelelő fokozatot.

2.2.3 Nyereg

A nyereg a kerékpár azon alkatrésze amit a nyeregcsőre szerelnek és felhasználáskor a kerékpáros azon tud ülni. A nyeregcső a nyeregvázcsőbe illeszkedik, számos különböző mérete és kialakítása van. A terepkerékpároknál megjelentek a kormányról állítható nyeregcsövek, az úgy nevezett dropper post. Ez a nyeregcső lehetőséget biztosít a kerékpárosoknak nyereg magasságának menet közbeni állítására. A dropper nyeregcsövek hidraulikus, mechanikus vagy elektromos rendszerrel működnek. [6]

2.2.4 Fékezés

A fék egy-két típust leszámítva minden kerékpáron megtalálható. Több fajtája is a van, ilyen például a felnifék, és a manapság legjobban elterjedt tárcsafék, ami minden terepkerékpáron megtalálható. Létezik hidraulikus és mechanikus tárcsafék egyaránt. A kezelésért felelős fékkar minden esetben a kormányon található, tárcsafékeknel a féktárcsa a kerékagyakra van szerelve, a féknyereg elől a villára, hátul pedig a vázra van rögzítve. A tárcsaféknyereg rögzítésére két szabvány van a kerékpár iparban:

- -IS felfogatás (IS=International standard mount)
- -PM felfogatás (PM=Post mount)

Mindkét megoldás maradéktalanul alkalmas a fék rögzítésére, illetve arra, hogy a rögzített fék megfelelően legyen használható bármiféle kerékpározási formához. Azonban mindkét kivitelnek megvan a maga előnye és hátránya. [7]

A PM felfogatás előnyei közé tartozik, hogy a hátsó háromszög belsejébe helyezhető ezért esztétikusabb megoldás. Hátránya pedig, hogy a különböző fékekhez való kompatibilitása limitált. Ezzel ellentétben az IS felfogatás nevéből eredendően is szinte minden tárcsafék nyergének felfogatásához alkalmas, illetve nagy előnye, hogy az IS szabvány vázra való hegesztése sokkal egyszerűbb, mint PM felfogatásé. [8]

2.2.5 Kerék

A kerékpárnak nevéből eredően két kereke van, amelyek felniből, küllőkből, kerékagyakból és gumiabroncsokból állnak. Számos különböző típusú kerék van, külön méretek vannak a kerékagyra és a gumi, illetve felni átmérőjére és szélességére. A terepkerékpároknál használt kerékméretekről az 2.3.6. fejezetben található bővebb kifejtés.

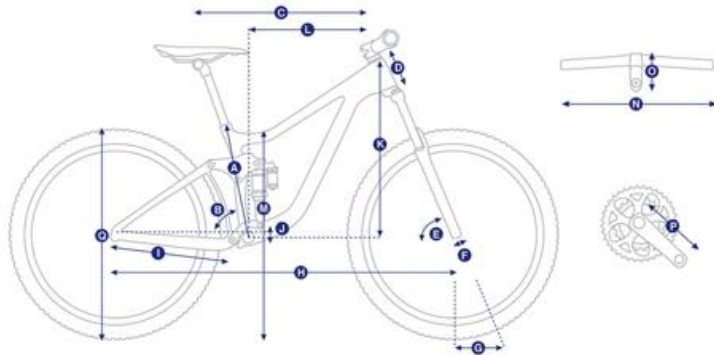
2.3 Kerékpárok geometriája

A magazinok és a kerékpáros prospektusok mindenféle számokkal bombáznak minket, de az egyetlen szám, amit a legtöbben értünk, az az ár. Ha egy igazi kerékpárcégtől veszünk kerékpárt, a geometria szögei és méretei megfelelnek kerékpár a tervezett felhasználásához. Sok kerékpár geometriája manapság állítható a felhasználó által is, így fontos, hogy tisztában legyünk a kerékpár és a váz geometriájának főbb ismereteivel. Fontos tudni, hogy a legfontosabb specifikációk hogyan befolyásolják a kerékpár használatát. Mivel az országúti- és terepkerékpárok felhasználása és kialakítása összehasonlíthatatlan, ezért a geometria ismeretesenél is külön kell venni a két főbb típust. [9]

2.3.1. Terepkerékpár geometriája

A gyártók és tervezők a vázak geometriáját számtalan különböző méret, és szög alapján határozzák meg, ezeket ismerve tud a vásárló dönteni, hogy melyik számára a legideálisabb modell. E méretek és tulajdonságok közül érdemes kiemelni a fejszöveget, a reach-t, a középcsapágó esést, a láncvilla hosszt és nyeregvázcsozövet. Ezek a méretek és szögek azok, amelyek a legjobban meghatározzák a kerékpár viselkedését és méretét. A kerékpárt meghatározó geometriák és méretek a 4. ábrán láthatóak.

A	NYEREGCSŐ HOSSZ (mm)
B	NYEREGCSŐ SZÖG
C	FELSŐCSŐ HOSSZ (mm)
D	FEJCSŐ HOSSZ (mm)
E	FEJCSŐSZÖG
F	FORK RAKE (mm)
G	NYOM (mm)
H	KERÉKTÁVOLSÁG (mm)
I	LÁNCVILLA HOSSZ (mm)
J	KÖZÉPCSPÁGY ESÉS (mm)
K	STACK (mm)
L	REACH (mm)
M	ÁTLÉPÉSI MAGASSÁG (mm)
N	KORMÁNYSZÉLESSÉG (mm)
O	STEM LENGTH (mm)
P	HAJTÓKAR HOSSZ (mm)
Q	KERÉKMÉRET



4. ábra Kerékpár geometria és méretek (forrás: Giant-bicycles.com)

2.3.2. Fejcsőszög

A fejcsőszögnek van a legnagyobb hatása a kerékpár érzetére lejtőzés közben. Minél meredekebb a fejcsőszög, annál direktebb a kormányzás, ami előnyös a cross country felhasználásnál, ahol éles kanyarokat kell megoldani kisebb sebességgel. A lapos fejcsőszög pedig nyugodtabb kormányzást eredményez, ami meredek lejtőn, nagyobb sebességnél előnyös. Manapság általában 70 fokos, meredek fejcsőszöge van egy cross country kerékpárnak, a 63,5 fokos fejcsőszöggel rendelkezik egy agresszív, csak lejtőzésre használt downhill kerékpár. A legtöbb enduro kerékpár fejcsőszöge a 64-66 fokos tartományban van. Az első teleszkóp nagysága nagyban befolyásolja a kerékpár geometriáját, legfőképp a fejcsőszög változásán lehet ezt érezni. Amennyiben egy teleszkóp beépítési nagysága 1 centimétert változik, az 0,5 fokos változást okoz a fejcsőszögben. [10]

2.3.3. Láncvilla hossz

A láncvilla hossz a hátsó tengely és a középcsapágy közötti távolság. Ez a távolság és a teljes tengelytáv aránya határozza meg az elől-hátul súlyeloszlást, amikor a kerékpáros teljes súlya a pedálokra van. Egy átlagos hegyikerékpár hátsó középpontja a tengelytáv körülbelül 35 százaléka, így a "természetes" súlyeloszlás 35 százalék elől és 65 százalék hátul. [10]

2.3.4. Nyeregvázcsőszög

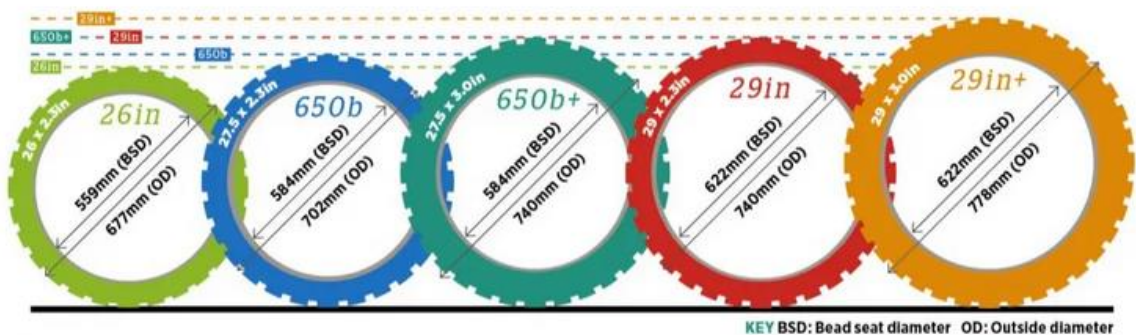
Míg a fejcsőszög főként a kerékpár kezelhetőségi tulajdonságait befolyásolja, a nyeregsőszög a tekerés hatékonyságára és kényelmére van a legnagyobb hatással. A nyeregsőszög a tekerés hatékonyabbá teszi a kerékpárt. Minél alacsonyabb a szám a nyeregsőszög annál laposabb, ilyenkor a kerékpáros súlypontja a hátsó kerékhez közeledek. Minél magasabb a szám annál meredekebb a nyeregsőszög, a kerékpáros súlypontja annál előrébb van. A nyeregsőszög meghatározza, hogy a kerékpáros tömege hol helyezkedik el az első és a hátsó tengely között. Ahogy az emelkedő egyre meredekebbé válik, eljön az a pont, ahol a biciklis tömegközéppontja közvetlenül a hátsó érintkezési felület fölött van. Ezen a ponton az első kerék felemelkedik, hacsak a versenyző nem helyezi szándékosan előre a súlyát. Minél hosszabb a láncvilla és minél meredekebb a nyeregsőszög, annál nagyobb az a meredekség, amelyet meg lehet mászni, mielőtt ez a probléma felmerülne. [11]

2.3.5. Reach

Egy kerékpár geometriatáblázatban a reach adja a legjobb benyomást arról, hogy a kerékpár hogyan illeszkedik a felhasználóhoz. A reach a középcsapágy és a fejcső tetejének középpontja közötti vízszintes távolság. [10]

2.3.6. Kerékméret

A terepkerékpárok geometriájának egyik legfontosabb jellemzője a kerékméret. Az elmúlt 10 évben nagyon sok változás történt e-téren. A számos kerékméret-választási lehetőség mellett elég nagy kihívás lehet kitalálni, hogy pontosan mire is van szüksége a hegyi kerékpárjához. Fontos centiméterekről beszélhetünk, amelyek mindent megváltoztathatnak. [12]



5. ábra Kerékméretetek (forrás: bikeprefect.com)

26 colos kerék

A terepkerékpároknál minden a 26 colos kerékátmérővel kezdődött, de néhány éven szinte teljesen eltűnt. Legfőképp a dirt jump és a gyerekkerékpárok vannak még ilyennel szerelve. A kis méretű kerek mellé kis vázméret társul, ezért az ilyen kerékpárok nagyon merevek lesznek, de mégis jól kezelhetőek a levegőben, ezáltal tökéletes az ugratókon való trükközéshez. [13]

29 colos kerék

A 29 colos kerek először a cross-country világban kezdtek elterjedni, később enduro kerékpárok fejlesztettek ehhez a mérethez, aztán 2018 környékén a downhill kerékpárokat is a legnagyobb kerékmérettel szerelték a versenyzéshez. Manapság a legtöbb váz 29-es kerékhez lett tervezve. A csúszós sziklákon és a sziklás szakaszokon nagyobb lesz a talajjal való érintkezése, emelet jobban gördül át az útegyenletlenségeken és nagyobb tapadást biztosít, ami nagy segítséget nyújt abban, hogy a technikás terepeken gyorsan és magabiztosan lehessen haladni. A kissé lassabb gyorsulás ellenére a 29 colos kerékpárok jobban megtartják a lendületet, mint kisebb kerekű társaik. [13]

27,5 colos kerék

A 29-es kerek elterjedése után szükségessé vált, hogy az új nagy méret és a régi 26-os kerek közötti különbség okozta űr betöltésre legyen egy opció. Kialakult a 27,5 colos kerékméret. A cél az volt, hogy mindkettő előnyeit felhasználva egy "a kettő legjobbja" középutat hozzanak létre, és ezek valóban bejöttek. Előnye, hogy mozgékonyabb, merevebb és általában könnyebb, mint a 29 colos kerék. Illetve, fontos kiemelni, hogy kisebb növésű felhasználók számára a legkézenfekvőbb opció. [13]

2.3.6. Országúti kerékpár geometria

Amíg a terepkerékpároknál a geometria határozta meg, hogy mire képes a kerékpár különböző meredekségeken, terepviszonyokon és pályaelemeken, addig az országútiknál kicsit más a helyzet. A geometria azt határozza meg, hogy milyen pozícióban ülünk, és ettől független változik, hogy egy kerékpár mennyire kényelmes vagy, hogy milyen hatékonyan lehet leadni az erőt. Természetesen egyes geometria elemek hatással van más tényezőkre is, de mivel felhasználásból eredően sokkal kevesebb a terepviszony változás. Az országúti kerékpárokat

nagyjából két geometriai kategóriába lehet sorolni: verseny és állóképesség. A versenykerékpár agresszívebb geometriával rendelkezik a jobb aerodinamika és gyors kormányzás érdekében, míg az kényelmesebb geometriájú (vagy "sportos" geometriájú) kerékpárokat a hosszabb távon is kényelmes tekerés érdekében alakítják ki, felegyenesedettebb üléspozícióval, hosszabb tengelytávval, stabil kezelhetőséggel. [14]

2.4. Váz anyagai

A váz a kerékpár kialakításának gerince. Ez az a szerkezet, amely az összes mozgó alkatrészt összetartja, és meghatározza a kerékpár geometriáját, az alkatrészek kompatibilitását és az elsődleges vezetési irányvonalat. Mivel ez a kerékpár legnagyobb és általában legnehezebb része, számos anyagot fedeztek fel, hogy a vázak minél könnyebbek és erősebbek legyenek [15]. Az ősrégi vázak eredetileg fából készültek, de a modern kerékpárok vázai elsősorban alumíniumból, acélból, szénszálalás műanyagból és titánból készülnek. A vázakhoz használt anyagoknak különböző mechanikai tulajdonsága van, amelyek a 1. táblázatban láthatóak, pár népszerű vázanyag esetében. Minden anyagnak megvan a saját előnye, ezért nem meglepő, hogy a gyártók még mindig többféle anyagból készítenek kerékpárvázakat. Összteleszkópos vázaknál előfordul, hogy az első és hátsó rész külön anyagból készül. Manapság már elsősorban az alumínium és a szénszálalás anyagok a legelterjedtebbek, bár az acél és a titán vázaknak is van piaca. [16]

1. táblázat Kerékpárváz anyagok tulajdonságai

	Rugalmassági modulus (Gpa)	Szakítószilárdság (MPa)	Folyáshatár (Mpa)	Fáradási szilárdság 50000 ciklusnál (Mpa)	Sűrűség (kg/m3)	Hegesztethetőség és megmunkálhatóság
6061-T6 alumínium	68,9	276	310	75	2700	Kitűnő
7005 -T6 alumínium	72	290	350	150	2780	Kitűnő
4130 - acél	205	670	435	250	7850	Kitűnő
9-es fokozatú titán	80-100	620	500	280	4480	Jó
Szénszálalás műanyag	130	változó	változó	változó	1550	Jó

2.4.1. Acél váz

Az 1900-as évek elejétől kezdődően mintegy száz 100 évig az acél volt a vázépítés fő alapanyaga egészen az 1990-es évek közepéig, amikor az alumíniumötvözetből készült vázak kezdtek teret hódítani és az első szénszálas vázak is kezdtek megjelenni.

A nagy szakítószilárdságú és a krómmolibdén acél a két fő acéltípus, amelyet a kerékpársportban használnak. A magas szakítószilárdságú acél egy alacsony széntartalmú acél, amely rendkívül olcsó, ezért olcsóbb kerékpárokhoz használják. A Chromoly króm és molibdén ötvözetek keveréke. Ebből készülnek a minőségi hegyikerékpárok. A krómot a kerékpársportban CrMO vagy 4130 néven is emlegetik. A krómozott acél hátránya a sűrűsége, a négy anyag közül ez a legnehezebb. Bár eredendően sűrű, a húzott csövek és alumínium ötvözetek kifejlesztése lehetővé teszi, hogy könnyebb, azonos szilárdságú és merevségű vázakat építsenek. A krómozott acél előnye, hogy olcsó, megbízható és egyszerű a vázak gyártása. [15] A súly mellett még az acél hátrányai közé lehet sorolni, hogy nagy mennyiségben drágább gyártani, mint az alumíniumot.

Az acél vázoknak rengeteg előnye van, ami miatt a mai napig is lehet kapni abból készült kerékpárokat. Az acél vázak nagyon erősek és tartósak, de természetesen van egy fáradási határa. A fáradási határ alatti feszültséget végtelen sokszor képes elviselni anélkül, hogy meghibásodáshoz vezetne, ellentétben az alumíniummal, amely az idő múlásával elhasználódik. Az alumíniummal szemben nagy előnye az acélnak, hogy könnyen javítható. Fontos kiemelni, hogy acél vázak rugalmassága nagyon komfortossá tudja tenni a felhasználást. A rezgéseket nagyon jól elnyeli ezáltal komfortosan lehet áthaladni az út egyenletlenségein, illetve terepen való használatkor sokkal halkabb is az acél vázból készült kerékpár, mint alumínium és karbon társai. [16]

2.4.2. Alumínium vázak

Az alumínium az olcsóbb kerékpárvázak többségének anyaga, de még mindig népszerű választás néhány drágább, teljesítményorientált váz esetében is, mind az országúti, mind pedig a hegyi kerékpárok esetében. Készíthetünk belőle fürge XC vázakat, vagy építhetünk bele masszív downhill vázakat, ahol az erő és a tartósság elengedhetetlen. Bár az alumíniumötvözetből készült váz pontos tulajdonságai kerékpárról kerékpárra változnak,

jellemzően viszonylag könnyű, nagy merevségű, robusztus és körülbelül a szénszálazás váz árának ötödéért lehet elkészíteni. [15]

Az alumínium a második legkönnyebb vázanyag köbcentiméterenként a szénszálazás műanyag után, merevsége az acél és a karbon vázak közé esik. Mivel az alumíniumból hiányzik a nyúlás, vagyis a természetes nyúlás, a tervezők több anyagot és nagyobb átmérőjű csöveket használnak, hogy a vázak tartósak legyenek. Ez a tervezési folyamat merevíti a vázat, de a felhasznált többletanyag nem jelent nagy mértékű túlsúlyt, mivel az alumínium viszonylag könnyű. Az anyagköltség, a könnyű megmunkálhatóság és a könnyű súly lehetővé teszi a gyártók számára, hogy a fogyasztók számára versenyképesen könnyű vázat kínáljanak megfizethető áron. Az alumíniumvázak a múltban az anyag relatív merevsége és a lengéscsillapító hatásának hiánya miatt kényelmetlenek voltak, de a legújabb vázépítési technikák, valamint az országúti kerékpárok szélesebb gumiabroncsok felé mutató trendje azt jelenti, hogy sok ötvözetből készült kerékpár sokkal jobb menetminőséget kínál. Az alumíniumvázak lenyűgöző egyensúlyt kínálnak a szilárdság, a merevség és az alacsony súly tekintetében, hajlamosak lehetnek azonban a hosszú távú fáradásra, ellentétben az acéllal és a titánnal.

2.4.3. Szénszálazás műanyag (karbon) váz

Mióta Lance Armstrong 1999-ben megnyerte a Tour de France-t egy Trek 5500 OCLV kerékpárral, a szénszálazás anyag a nagy teljesítményű kerékpárvázak első számú alapanyaga. A szénszálazás műanyag vagy röviden karbon rostos állványokból áll, amelyeket rácsba szőnek, rétegeznek, majd epoxival ragasztanak össze. A karbonváz építése során a szálazás rácsot egy hólyagforma köré rétegezik, nyomás alá helyezik, majd egy különálló formában hőkezelik, miközben az epoxi megszilárdul. A mérnökök különböző szálszövéseket, epoxi keverékeket és formaformákat használnak a robusztus downhill vázak vagy az ultrakönnnyű országúti vázak gyártásához.

A karbon a legkönnyebb a négy fő anyag közül, és a gyártás során jelentkező bonyolultsága miatt a legdrágább. A szénszál fő hibája a nyúlás hiánya vagy az anyag természetes nyúlásának mértéke. Egy horpadás vagy hajlítás nem lehetséges a karbon vázaknál, mint az acél vagy az alumínium esetében. Mivel a törékenységi a karbon fő hátránya, a mérnökök túlépítik a vázakat, vagy egyedi rétegezési mintákat használnak a nagy igénybevételnek kitett

területeken, hogy megelőzzék a problémákat. A mai karbonvázak a legkönnyebbek és legerősebbek, és egyre tartósabbak, hogy ellenálljanak a kerékpározás közben fellépő viszontagságainak. [17]

2.4.4. Titán váz

A titán ma már csak néhány hiánypótló kerékpár-vázgyártó használja. Az alumínium- és acélvázakhoz hasonlóan a titán is egy ötvözet, és a vázépítők számára különböző minőségek állnak rendelkezésre. A titán, mint vázanyag előnyei a sűrűség, a szilárdság és a nyúlás. Ahogy az 1. táblázatban látható, a sűrűsége az acél és az alumínium vázak közé esik, a rugalmassági modulus közel háromszor kisebb, mint az acél vázaké. A fáradási tulajdonságai hasonlóan jók, mint az alumínium ötvözetből készült vázaké. A titán hegyikerékpár-vázak legnagyobb előnye, hogy sima, rezgéscsillapított tekerést biztosítanak, ami köszönhető a jó nyúlási tulajdonságoknak. Hátránya, hogy rendkívül drága a többi ötvözethez képest, és emellett a súlyban se tudja felvenni a versenyt a szénszálas anyagból készült vázakkal. A titán szilárdsága olyan fejlett megmunkálási és hegesztési módszereket igényel, amelyek drágábbak, mint az acél vagy az alumínium esetében. Annak ellenére, hogy a földkéregben bőségesen megtalálható fém, a titán kitermelési folyamata intenzív, és ez egy másik tényező, amely felfelé hajtja az árat. A titánra szokták mondani, hogy egy elegáns anyag. Rengeteg előnyös tulajdonsággal rendelkezik, de a magas ára és nehéz megmunkálása miatt kis piaca van a kerékpárok esetében. [15]

2.5. Kerékpárok felhasználásuk szerint

A kerékpárok fejlődése az elmúlt évben azt eredményezte, hogy napjainkban meghatározhatatlan számú szakág alakult ki ebben a sportban és közlekedési formában. A különböző kerékpárok felhasználásuk szerint is számos csoportba sorolhatóak be.

2.5.1. Országúti kerékpár

Az országúti kerékpárt elsősorban aszfaltozott felületen való gyors közlekedésre tervezték. A profi versenysport jelentősen átalakította ezt az alapból közlekedésre használt eszközt. A váz minden kerékpár szíve, az országúti vázak korábban acélból és speciális esetben titánból, készültek, míg napjainkban már legfőképp az alumínium és karbon, azaz szénszálas műanyag, a jellemző vázanyag. Ahhoz, hogy egy országúti kerékpár minél gyorsabb legyen, a különböző ellenállások mértékét a lehető legkisebbre kell csökkenteni. A súly mellett a merevség is nagyon fontos, ezért egyre több alkatrész, a vázat beleértve karbonból készül. A légellenállás

csökkentése érdekében optimalizálják a váz csöveinek alakját és minél aerodinamikusabb pozíciót alakítanak ki a kerékpáros számára.

Nem meglepő módon az országúti kerékpároknak is több fajta felhasználási módja van, mint minden sportot így ezt is lehet versenyszerűen úzni, illetve csak hobbi céljából. Az utóbbinál a felhasználók számára fontos a kényelem, így az erre kialakított biciklikben az üléspozíció sokkal komfortosabb, illetve sokszor vastagabb gumiköpenyt használnak a rezgések hatékonyabb elnyelése érdekében. A verseny céljára épített kerékpároknál a legfontosabb szempont, hogy a különböző versenyszakaszokat minél gyorsabban tudja a teljesíteni a versenyző, ezért a lehető legkönnyebb, legmerevebb és legkisebb légellenállású sporteszközöket használják. [18]

2.5.2. Terepkerékpár

A hegyikerékpározásnak sok különböző jelentése van az emberek számára. A stílustól függően a hegyikerékpárokat a szűk ösvényektől kezdve a hatalmas ugratókon keresztül a burkolatlan utakig mindenre lehet használni. Az ezekhez használt tartós, strapabíró kerékpárok jellemzően széles kormányval, terepre alkalmas szélesebb, bütykösebb gumikkal vannak szerelve. Az útvonal nehézségétől függően különböző rugóúttal rendelkező első, olykor hátsó felfüggesztéssel is el vannak látva a kerékpárok. A kerekek jellemzően 27,5 vagy 29 hüvelykes átmérőjűek. A hegyikerékpározás egy sokszínű sportág. Az új használók számára kissé zavaró lehet a különböző kategóriák értelmezése. Két bicikli, amelyek nagyon hasonlóan néznek ki, jelentősen eltérő célokat szolgálhatnak. A hegyikerékpárok ismert altípusai:

- **Cross-country kerékpár**

A XC kerékpárok 80-120 mm-es első és/vagy hátsó rugóúttal rendelkeznek. Úgy tervezték őket, hogy nagyon hatékonyan haladjanak és a lehető legkisebb erőfeszítéssel másszanak felfelé emelkedőkön, azonban a technikás lejtőkön egyaránt helyt kell, hogy álljanak. A mobilitás miatt ezeknél a típusoknál a gyártók egyre könnyebb súlyra törekednek, ezért manapság a vázak legtöbbször szénszálalás műanyagból készülnek, a még nagy számban forgalomban lévő alumínium modellek mellett. [9]



6. ábra Cross-country kerékpár (forrás: Cannondale.com)

Downhill kerékpár

A downhill kerékpárokat durva, meredek, sziklás, ugratós és egyéb akadályokkal ellátott pályákon való gyors lefelé haladásra tervezik. A 200 milliméteres vagy nagyobb rugóúttal rendelkező robosztus vázak jól kezelik a sebességet, és jól bírják az ütésekkel. Hosszú tengelytávuk miatt jól küzdenek le bármilyen terepakadályt. A legtöbb downhill kerékpárt úgynevezett bikepark-okban, azaz síterepen kialakított lejtős terepakadályokkal ugratókkal teli pályákra terveztek. Ezek a modellek teljesen alkalmatlanok felfelé tekerésre a váz geometriája és a nagy rugóút miatt. [9]



7. ábra Downhill kerékpár (forrás: Giant-bicycle.com)

- **Enduro kerékpár**

Az enduro kerékpárok az enduro versenyzés kialakulásából nőttek ki, ahol a versenyzők egy hosszú, kihívást jelentő emelkedőkkel és lejtőkkel teli pályán haladnak, de csak a lejtős szakaszokon versenyeznek az idő ellen.

Ezeket kerékpárokat úgy tervezték, hogy képesek legyenek felkapaszkodni a hegy tetejére, de képességeiket igazán lefelé mutatják meg. Ezért a vázak több, mint 150 mm-es rugóúttal rendelkeznek és kerékpár alkatrészei meg vannak erősítve, hogy megbirkózzanak a kihívásokkal teli, durva terepviszonyokkal. Az enduro versenyformátum megjelenése előtt ezeket a kerékpárokat all-mountain kerékpárokként jellemezték. Az all-mountain kifejezés ma már nem annyira elterjedt, azonban általában 140 és 160 mm közötti rugóúttal rendelkező kerékpárokat jelöl. [19]



8. ábra Enduro kerékpár (forrás: Giant-bicycles.com)

2.7. Merev vázas és összeteleszkópos kerékpárok

Napjainkban a terepkerékpárok nagyobb része összeteleszkópos az első és hátsó felfüggesztéssel egyaránt szerelt. Az ilyen kerékpárok fő előnye, hogy nagyobb kontrollt nyújtanak a nehéz terepeken való közlekedéskor és minden téren alkalmasabbak a versenyfelhasználásra, mint a csupán első felfüggesztéssel szerelt úgynevezett merevvázás kerékpárok. Ezen okokból az elmúlt években nagy teret hódított magának az összeteleszkópos váz, ezáltal egyre kevesebb merevvázás kerékpárt lehet találni a mai piacon. Annak ellenére, hogy csökkent a merevvázással szerelt kerékpárok száma az erdőkből, sok biciklisnek egy ideálisabb megoldást jelenthet, mint az összeteleszkópos alternatíva, főként a könnyebb súlya, hatékonyabb pedálozás és könnyebb karbantartás miatt. [20]

Tervezés és gyártás szempontjából a merevváz egy sokkal egyszerűbb konstrukció, mivel nincs szükség forgáspontokra, azok csapágyazására és nem kell számolni a hátsó rugózás miatti változó geometriával. Sok kerékpáros álma, hogy egy saját magára szabott egyedi vázat

használhasson, és az egyszerű tervezés és gyárthatóság miatt ilyen esetben legtöbbször egy merev vázra esik a választásuk. A munkám során engem is ez motivált, illetve az, hogy a saját szempontjaimnak és elképzeléseimnek legmegfelelőbb kerékpárt tervezhessem, amit a szűkülő piac miatt egyre nehezebben tudnék megvenni a gyártóktól.

3. Célkitűzés és követelmény

A szakdolgozatom célja egy enduro felhasználásra alkalmas merevfarú kerékpárváz tervezése. Egy ilyen váz széles körű felhasználásra kell, hogy alkalmas legyen. Egyrészt akár hosszabb távon is képes kell, hogy legyen a legdurvább lejtőzős, úgymond downhill pályákon való közlekedésre, ahol rengeteg különböző erőhatás éri és a felhasználó esetleges hibája esetén sem szabad tartós alakváltozást elszenvednie. Emellett kényelmesnek és hatékonynak kell lennie a síkon, illetve emelkedőkön való tekerés alkalmával is.

Minden kerékpár legfontosabb alkatrésze a váz, amire a többialkatrész épül, és amelyek mind az adott felhasználásnak megfelelően kerülnek kiválasztásra. Fontos, hogy a váz kompatibilis legyen a napjainkban használt legmodernebb alkatrészekkel, és ezek könnyen cserélhetőek és beállíthatóak legyenek.

3.1 Követelmény

Az általam tervezett kerékpár váznak több követelménynek kell megfelelnie. Egy 2020-as években kapható modern, merev enduro kerékpár jellemzőivel kell rendelkeznie. Ehhez különböző geometriai, szerelhetőségi, szilárdsági követelményeket határoztam meg. Ezek mellett az egész váz kialakításánál az is fontos szempont, hogy a lehető legegyszerűbben lehessen legyártani.

3.1.1 Szerelhetőségi követelmény

Egy kerékpár váz esetében a szerelhetőséggel szemben támasztott kritériumok meghatározása egyértelmű. Az alábbi alkatrészek szerelhetősége kell, hogy biztosítva legyen:

- Hátsó fék
- Nyeregcső
- Nyeregcső bilincs
- Kormány csapágy
- Középcsapágy
- Váltó
- Hátsó kerék

Ezeknek az alkatrészeknek több szabványos mérete, kivitele van, így a tervezésnél egy olyat kell választani, ami minden egyéb szempontnak megfelel. Fontos kiemelni, hogy a

nyeregcsövet, a váltót, féknyerget és a hátsó kereket használat közbeni esetleges meghibásodás esetén is szerelni vagy állítani kell, ezért fontos, hogy ezen alkatrészek egyszerűen ki-és beszerelhetőek legyenek. Mindezek mellett követelmény az is, hogy a hátsó váltóhoz vezető bowden, a nyeregcsőhöz vezető bowden és a hátsó féknyereghez vezető fékcső felfogatása biztosítva legyen a vázon.

3.1.2. Geometria és méret

A kerékpárváz egyes méretei meghatározzák, hogy milyen méretű felhasználónak alkalmas az adott váz, geometriai tulajdonságai pedig a kerékpár kezelhetőségét, célzott felhasználási területét definiálják, Tervezésem során a méretre és a geometriára vonatkozó vázzal szembeni követelmények az alábbiak:

- 178 cm magas felhasználó számára alkalmas legyen
- Modern merev enduro kerékpár geometriája legyen
- 29 collos kereket fogadjon

3.1.3. Szilárdság és merevség

A terepkerékpározás során számtalan különböző terhelés éri a vázat, melyek függenek a terepviszonyoktól, a sebességtől és a felhasználó súlyától. A vázat terhelő legnagyobb erőhatások az esetleges hibázás során lépnek fel, amikor is a normálisnál nagyobb, hirtelen behatás éri a kerékpárt. Ahhoz, hogy meghatározzam az esetlegesen felmerülő legnagyobb terhelést, a 3 leggyakoribb hibaokot vettem alapul, melyek a tapasztalatok alapján sok esetben a vázak elrepedését vagy törését tudják okozni. A kerékpárváznak egy maximum 110 kg-os felhasználó súlyával a fent említett három hibaok miatt fellépő erők hatását kell kibírnia maradandó alakváltozás nélkül:

- **Első terhelési eset: 1,5 méter magasságból sík talajra érkeznek a kerékpár két kerékkal.**

Felhasználás során gyakori eset, hogy a kerékpár szabadeséssel ér a talajra, ilyenkor a váz több ponton is nagy erőhatás kap, a kerékpár és kerékpáros súlya és lendülete miatt.

- **Második terhelési eset: Hátsó kerék vízszintes ütést kap 25km/óra-s sebességnél**

Egy másik gyakori hibaok a használat során, amikor a kerékpár hátsó kereke beleakad egy szilárd testbe. Legtöbbször ugratásnál fordul elő ilyen helyzet. Ilyenkor a hátsó háromszög különböző pontjaira nehezedik nagy nyomás.

- **Harmadik terhelési eset: Első kereket vízszintes erőhatás éri, 25km/óra-s sebességnél**

Extrém kerékpározásnál előfordul, hogy az első kereket nagyobb erőhatás éri, mintha egy falnak mennének. Ilyen esetben nagy erő nehezedik a fejsőre és környékére.

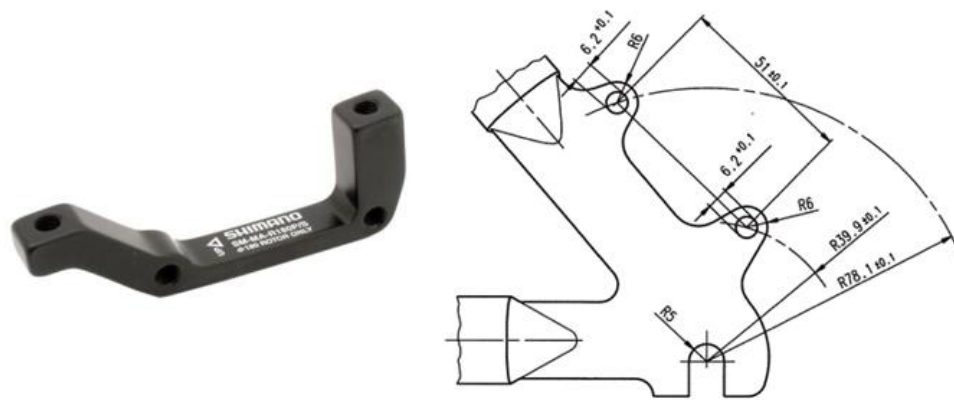
4. Kereskedelmi elemek kiválasztása és csatlakozása

A kerékpárváz tervezésénél egyik legfontosabb feladat a megfelelő szerelhetőség biztosítása, mivel a kerékpár csak akkor válik egy használható sporteszközzé, ha minden szükséges komponenssel összeszereljük. Típustól és felhasználástól függően egy vázra számos alkatrész épül rá. Az én esetemben a követelmények teljesüléséhez a hátsó féknyereg, a nyeregcső, a nyeregcsőbilincs, a kormánycsapágy, a középcsapágy, a hátsó váltó, a hátsó kerék és a vezetékek szerelhetősége kell, hogy biztosítva legyen. Ezek közül egyes komponenseknél fontos a könnyű szerelhetőség, mivel a kerékpár használata közben előfordulhat, hogy valamelyik alkatrészt ki- és be kell helyezni, vagy valamilyen beállítását módosítani.

A munkám során a szerelhetőségre vonatkozó tervezési lépéseknél figyelembe vettem, hogy a lehető legmodernebb szabványok szerint készült kereskedelmi elemekhez legyen tervezve a váz, hogy ezáltal versenyképes legyen a nagy gyártók által árult kerékpárokkal szemben.

4.1. Hátsó fék

A 2.2.4. fejezetben leírt módon a hátsó fék felfogatására több különböző megoldás van. Ezekben az a közös, hogy minden esetben magára a vázra kerül rögzítésre a féktest. A terepkerékpárok esetében már hosszú évek óta a tárcsafék, azon belül is a hidraulikus tárcsafék dominál, a jól adagolható erős fékhatása miatt. Tervezésem során egy olyan megoldást kerestem, amivel a hidraulikus tárcsaféknyerget fel lehet szerelni a vázra. Annak kellenére, hogy ez egy kevésbé esztétikus és robosztus megoldás, a tervezésem során az IS felfogatást választottam, a könnyű szerelhetőség és a széleskörű kompatibilitás miatt. A tervezés során az 9. ábrán látható méretek alapján terveztem a fékadapter felfogatására alkalmas vázelemet. [21]



9. ábra Kiválasztott adapter és IS fékrögzés (forrás: Magura.hu)

A méretek a hátsó kerék tengelyének középpontjához viszonyítva vannak megadva, így pontosan meg lehetett határozni az elhelyezést. Az így kapott fékfelfogatást az 10. ábrán látható módon illesztettem a vázra. Ezzel a megoldással kompatibilis a 9. ábrán látható IS fékadapter, Ezzel a megoldással, bármely piacon kapható hidraulikus fék kompatibilis.



10. ábra IS fékfelfogatás kialakítása (forrás: saját szerkesztés)

4.2. Nyeregcső és nyeregcsőbilincs

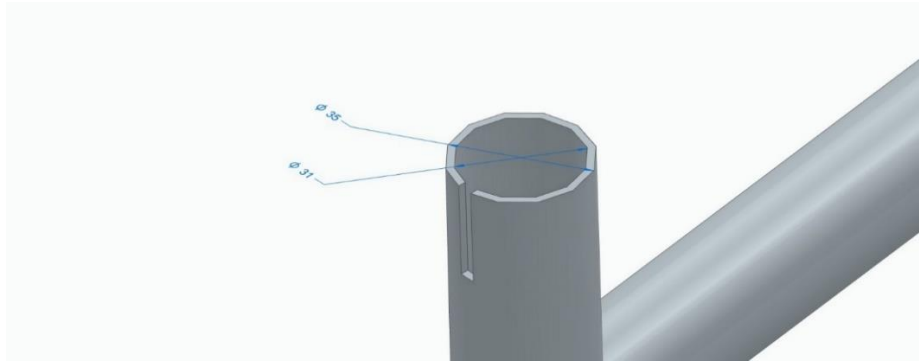
A modern kerékpár iparban többféle méretű és geometriájú nyeregcső áll rendelkezésre. Mivel szakdolgozatomban a kerékpárt lejtőzésre és emelkedőn való tekerésre egyaránt tervezem, így egy állítható (dropper) nyeregcsőhöz alkalmas kialakításra esett a választás. Ehhez mindössze a nyeregcső belső átmérőjét kellett úgy meghatároznom, hogy az alábbi valamely nyeregcső külső átmérője kompatibilis legyen. A piacon az alábbi külső átmérőjű dropper nyeregcsövek kaphatóak. 27,2 mm, 30,9 mm, 31,6 mm, 34,9 mm. A tervezés alapjául a 11. ábrán

látható 30.9 átmérőjű Giant Contact Switch 440mm/150mm dropper nyeregcsövet választottam. Ezen külső átmérő esetén nyeregvázcső belső átmérője 0,1 mm-el nagyobb kell, hogy legyen a beszerelés miatt. Így a nyeregvázcső belső átmérője 31mm lett, míg külső 35mm. Ahhoz, hogy nyeregcső ne mozduljon el a rá nehezedő súlytól, egy nyeregcsőbilincs használatával kell a vázat a nyeregcsőre feszíteni. A nyeregcső megszorításához a 11. ábrán látható 34,9mm átmérőjű nyeregcsőbilincsrre van szükség, amely bármely 34,4mm és 35,4mm közötti külső átmérőjű nyeregvázcsővel kompatibilis.



11. ábra Kiválasztott nyeregcső és nyeregcsőbilincs

Ahhoz, hogy a nyeregcső bilinccsel a váz deformálásával ténylegesen meg lehessen szorítani egy a nyeregcsövet, a 12. ábrán látható módon egy 15mm hosszúságú vágást helyeztem el a nyeregvázcsővön.



12. ábra Nyeregvázcső kialakítása (forrás: saját szerkesztés)

4.3. Kormánycsapágó

Az 2.2.1. fejezetben leírtak alapján a kerékpár kormányzásához számos alkatrészre van szükség, a tervezésnél ezek közül mindössze a kormánycsapágó kialakítását kellett meghatároznom, mivel a többi alkatrész egymásra, illetve egymásba épül. Ezen felül a kormánycsapágón felül mindössze az első villa beépítési magasságával kell számolnom, de az csak a geometria meghatározásánál lényeges, nem pedig a szerelhetőségnél.

Számos különböző kormánycsapágó létezik, a megfelelő kiválasztása nem egyszerű a felhasználók számára. A kormánycsapágó szerelhetőségéhez egy megfelelően kiválasztott fejcsőre van szükség a tervezés során. Az vázamhoz az 13. ábrán látható BFS 44 mm -110mm acél anyagú fejcsövet választottam. Ez egy 110mm hosszú cső, amelynek belső átmérője mindkét végén 16mm-en kiszélesedik, ezáltal a belső átmérője 43,8 mm-ről 44,1 mm-re az adott helyen, külső átmérője pedig 46,5mm-ről 48mm-re nő a két végétől számított 8-8 milliméteren.

[22]



13. ábra BFS 44-110 fejcső (forrás: bearframesupplies.co.uk)

Ehhez a kivitelhez a 14. ábrán látható ZS44 EC44 szabványú félintegrált kormánycsapágy illeszthető, amiből rengeteg található az alkatrészpiacon. Ennél a megoldásnál fontos megemlíteni, hogy a geometria számításoknál figyelembe kell venni, hogy a 110mm hosszú fejcsőből 8mm hosszán kilóg a csapágy alsó csészéje, ami befolyásolja a beépítési magasságot, ezáltal a fejcsőszöveget.



14. ábra ZS44 EC44 kormánycsapágy

4.4. Középcsapágy

A kormányzáshoz hasonlóan a hajtás kivitelezéséhez is több alkatrészre van szükség, de csak egy van közvetlenül a vázba szerelve a középcsapágy. A kerékpár középcsapágya köti össze

a hajtókarokat a vázzal és teszi lehetővé, hogy a hajtókarok szabadon forogjanak. Tartalmaz egy tengelyt, csapágyakat, illetve a csapágyak házát. A kormánycsapágyat az alsó konzolba kell beszerelni, amelyből szinté több különböző kivitel létezik. A főként meghatározó tulajdonságok az alsó konzol szélessége, a tengely hossza, illetve a menet típusa, ami lehet angol (BSA), illetve olasz.

A kormánycsapágyhoz hasonlóan a középcsapágy szerelhetőségéhez, egy megfelelően kiválasztott vázelemre, jelen esetben alsó konzolra van szükség. A többi hajtás alkatrészt más tervezési lépéseknél kell figyelembe venni. Az általam tervezett vázhoz az 15. ábrán látható 73mm BSA acél alsó konzolt választottam. Az anyaga Reynolds 631 acél, mindkét végén 1,375 x 24 TPI angol menettel van ellátva, a cső hosszúsága 73 mm.



15. ábra BFS 73mm BSA alsó konzol (forrás: bearframesupplies.co.uk)

Ez a kivitel minden 73mm széles BSA integrált középcsapaggal kompatibilis, amelyből egy példa a 16. ábrán látható. A vázba szerelt középcsapágy segítségével lehet rögzíteni a hajtás többi alkatrészét.



16. ábra Sram DUB BSA integrált középcsapágy (forrás: csodabike.hu)

4.5. Hátsó kerék és váltó

A kerékpárváz tervezésénél az egyik legnehezebb dolog a hátsó kerék és a váltó szerelhetőségének biztosítása. A két komponens zavartalan működéséhez precíz megoldásra van szükség. A 3. fejezetben leírt követelmények alapján, egy 29 collos hátsó kerék fogadására alkalmas vázat tervezek. Itt a szerelhetőség szempontjából a hátsó agy mérete a fontos. A piacon manapság szinte csak átütő tengelyes agyak kaphatóak, melyeknek két mérete van 142x12, illetve 148 x 12 (boost). Ezek a közül a merevség miatt az utóbbi méretet választottam. A kerékagyat egy tengely rögzíti, ami a méreten belül univerzális. A hátsó kerék tengelyének rögzítésén kívül a hátsó váltó szerelhetőségét is biztosítani kell, ezt a két feladatot el tudja látni a 17. ábrán látható SRAM UDH nevű alkatrész, ami egy univerzális váltótartófül.



17. ábra Univerzális váltótartófül (forrás: Sram.com)

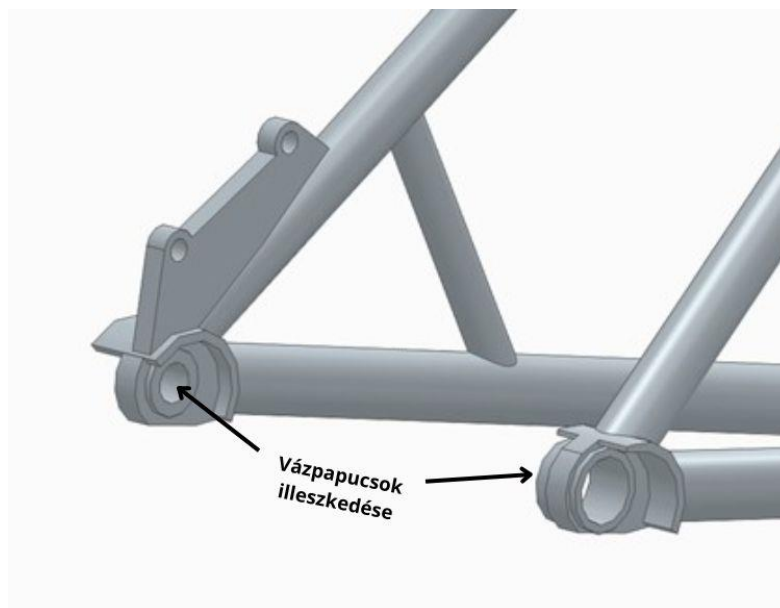
A tervezéshez szükséges egy a láncvillát és a támvillát összekötő vázelem, amibe az univerzális váltótartófület lehet rögzíteni. Erre a célra a 18. ábrán látható PMW Steel SRAM UDH/T-type alkatrészt választottam, amit lemodelleztem majd a SRAM UDH forrásai alapján megfelelően elhelyeztem a modellben. A fent említett vázelem, angolul dropout egy jobb- és egy bal részből áll, amelyek kialakítása különböző, mivel a váltó oldali (jobb) részébe illeszkedik az UDH, bal oldali vázelembe pedig a tengely menet nélküli vége.



18. ábra UDH kompatibilis vázpapucs (forrás: Paragonmachineworks.com)

Ahhoz, hogy az egész rendszer kompatibilis legyen egy 148x12 kerékaggyal és ahhoz való tengellyel, a váltó oldali dropout-ot 155 milliméterre kellett elhelyezni a fék (bal) oldalitól, hogy az UDH 7 milliméteres vastagságával együtt is elférjen a kerékagy a vázban. Az ezáltal kapott vázkialakítás nem szimmetrikus, mivel az UDH csak a váltóoldalon található meg. Az

így kapott, 19. ábrán látható vázkialakításba szerelhető az univerzális váltótartó fül, aminek belseje menetes, így alkalmas a hátsó tengely rögzítésére. Emellett, ahogy fent említettem, az UDH bármilyen hátsó váltó rögzítésre is alkalmas. Ezen tulajdonságai miatt az egyik legelterjedtebb megoldás napjainkban a nagy gyártók körében is.



19. ábra Tengelyt tartó papucsok (forrás: saját szerkesztés)

4.6. Vezetékek

Egy modern terepkerékpáron számos alkatrésznek része egy vezeték, amelyeket valamilyen megoldással el kell helyezni a vázon. A tervezésemnél a hátsó váltó és a dropper nyeregcső bowdenezésének, illetve a hátsó fék vezetékének elvezetésére kellett megoldást találnom. Kétféleképpen lehet a vezetéket elvezetni a kerékpáron, a vázon belül, illetve azon kívül. A munkámhoz fontos szempont volt, hogy egyszerűen gyártható vázat tervezek, ezért a belső vezetékvezetés nem ideális, mivel a vázon belül egy műanyag vezetésre lenne szükség, hogy a vezeték ne mozogjon szabadon a vázon belül és ezáltal ne okozzon zajt. Emiatt külső vezeték elvezetést terveztem a vázhoz.

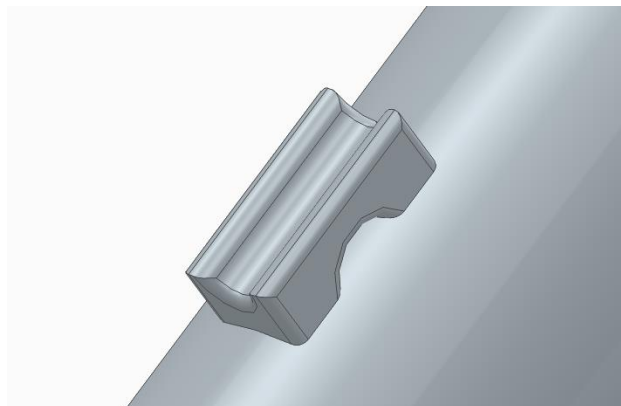
A megbízhatóság miatt a bowdenek házban vannak elvezetve, melynek 5 milliméteres átmérője megegyezik a fékvezeték átmérőjével, így a felfogatás mindkét esetben azonos, ezért csak a rögzítés helyének meghatározása különböző. A felfogatáshoz a 20. ábrán látható rögzítő elemet választottam, ami sok helyről beszerezhető, de szükség esetén akár egyszerűen le is gyártható. A vezeték felfekszik a rögzítőre és gyorskötözővel lehet a vázhoz szorítani a megadott

pontokon. Ennek a megoldásnak nagy előnye, hogy bármikor könnyedén el lehet távolítani a vezetékeket, míg a belső elvezetésnél szét kell szedni a féket, illetve a váltót az esetleges szervizelésnél.



20. ábra Kiválasztott vezeték rögzítő (forrás: bikefabsupply.com)

A vezetékek rögzítésének tervezésénél fontos a rögzítők elhelyezés. A fék és a váltó a kormány jobb oldalról indulva a fejsövet szemből megkerülve a az alsócsövön kapott rögzítéseket, és egészen az alsó konzolig egymás mellett futnak. A fékvezeték a bal oldali láncvilla alján lesz elvezetve és onnan kapcsolódik a féknyereghez, míg a váltó bowden háza a jobb oldali láncvilla alján kapott rögzítést és onnan kapcsolódik a váltó testhez. A dropper nyeregcső bowdene a kormány baloldaláról indulva a fejsövet megkerülve az alsócső felső részén kapott elvezetést. A dropper nyeregcső legtöbb esetben a nyeregvázcső belsejében kapcsolódik a bowdenhez, így a vezetéket be kell vezetni a vázba, ezt a nyeregvázcsővön lévő 6mm átmérőjű furat biztosítja. Az összes vezeték elhelyezésénél a legfontosabb szempont az volt, hogy a vezetékek ne törjenek meg a felfogatás után. A vázhoz használt rögzítő komponense modellje a 21. ábrán látható.



21. ábra Vezeték rögzítő (forrás: saját szerkesztés)

5. Részlettervezés

A tervezés során a váz bizonyos elemeit bonyolultságuk miatt szükséges részletességgel kezelni, ilyen módon határoztam meg a támvilla, a láncvilla és a mechanikai tervezés szempontjából kulcsfontosságú merevítések kivitelét.

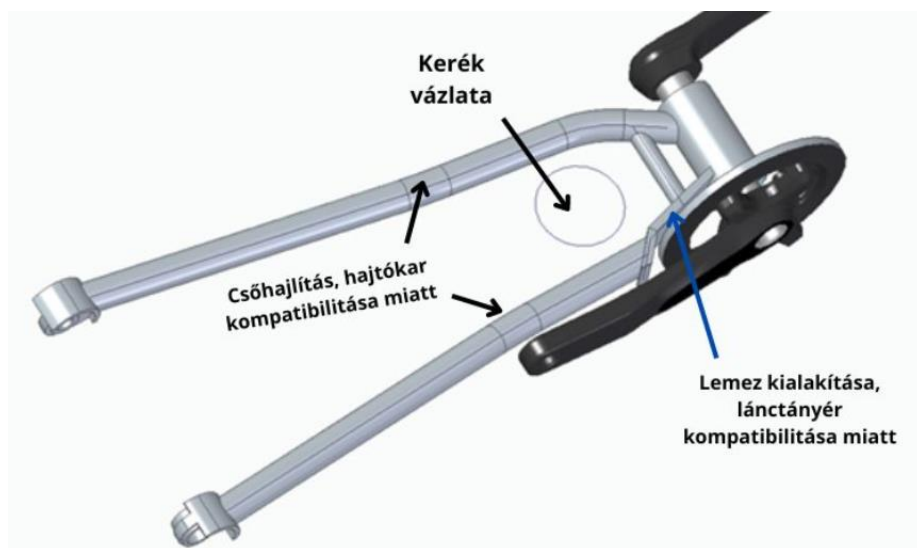
5.1 A hátsó háromszög részlettervezése

A hátsó háromszög a láncvillából, a támvillából és a nyeregvázcsőből áll, amelyek közül az első kettő kialakítása sok szempontból bonyolultabb, mint a váz többi része. A váz ezen része fontos geometria és szerelhetőség szempontjából is. A geometria szempontjából a láncvilla hossza, illetve a középcsapágy esés a két fő méret.

Láncvilla kialakítása

A láncvilla kialakításánál fontos, hogy a hátsó kerék, a lánctányér és a hajtókar beszerelhető legyen. Ezen rész tervezésénél több befoglaló méretet is átvettem a Giant Fathom 2022 29" kerékpárról. A tolómérővel mért méretek alapján kezdtem el a láncvilla tervezését, majd a beépülő alkatrészek modelljével és vázlatával ellenőriztem, hogy egyik komponens mozgását sem akadályozza-e a láncvilla vagy a támvilla kialakítása. A kerék vázlatához a 29 collos kerékre szerelhető legnagyobb gumibroncs külső átmérője 740mm, szélessége pedig 66 mm. A hajtás alkatrészek modellezéséhez egy Shimano M8100 hajtás méreteit vettem alapul. A hajtókar hossza 175 mm, a 32 foggal rendelkező lánckerék külső átmérője 136,1 mm. A láncvilla két ága nem szimmetrikus, mivel a hajtás oldalon a lánctányér szerelhetőségének biztosításához az alsó konzolhoz közeli résznél egy szűk keresztmetszetű elemre volt szükség minden esetben,

ezt egy 6mm vastag és 25mm magas lemezzel oldottam meg, amely a láncvilla 20mm átmérőjű csövébe fut. Az így kapott láncvilla kialakítás a 22. ábrán látható.



22. ábra Láncvilla kialakítása (forrás: saját szerkesztés)

Támvilla kialakítása

A támvilla kialakításánál mindössze arra kellett figyeljek, hogy a hátsó kerék elférjen a vázban. A láncvilla tervezésénél használt ugyanazon méretű 29 collos kerékre szerelhető gumibroncs vázlatát tettem a modellbe, mely körül meghúztam a váz csöveinek vonalát. Ezek alapján a 23. ábrán látható módon kialakított támvillát terveztem.



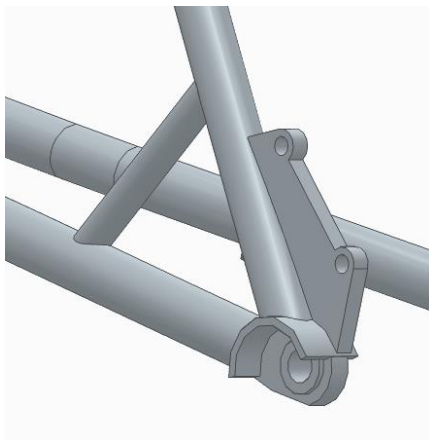
23. ábra Támvilla kialakítása (forrás: saját szerkesztés)

5.2. A merevítések részlettervezései

A kerékpár vázokon, azon belül főként az acél vázokon számos merevítés található, így a munkám során is több merevítő funkciót ellátó elemet terveztem a vázra. Ilyenek a láncvillát és támvillát összekötő fékmerevítés, a támvilla merevítése, a láncvilla merevítése, a fejcső merevítése az alsó- és felső között.

- **Fékmerevítés**

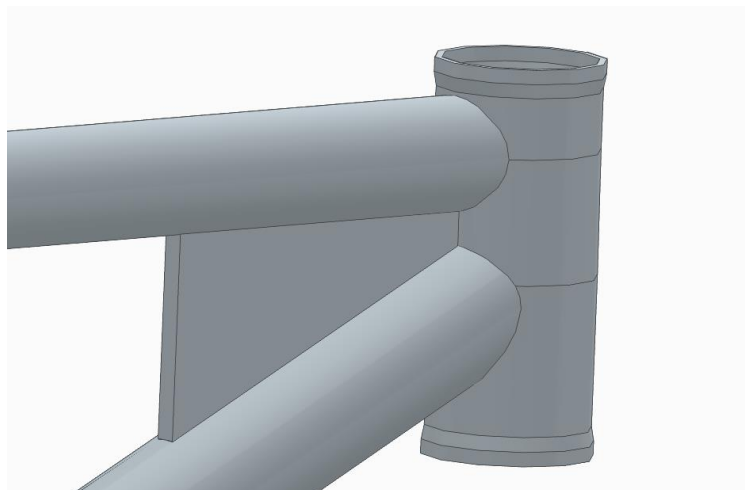
A fékmerevítés főként azért szükséges egy vázon, hogy minimalizálja a fékezés következtében fellépő erőhatások által okozott deformációt. Ennek céljából a fék oldalán a láncvillát és támvillát a 24. ábrán látható módon egy 12mm átmérőjű csővel kötöttem össze.



24. ábra Fékrögzés (forrás: saját szerkesztés)

- **Fejcső merevítése**

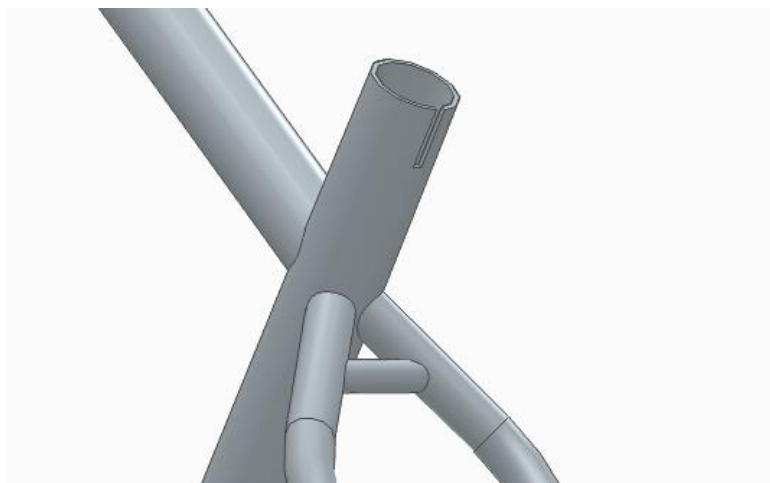
A tapasztalatok alapján, a fejcső merevítése létfontosságú elem, mivel ugratások során a levegőből való leérkezéskor nagy erőhatást kap a váz az első teleszkóp irányából, ami maradandó alakváltozást eredményezhet az alsó- és felsőcső fejcsőhöz közeli részén. Ennek a rizikónak a minimalizálása érdekében a 25. ábrán látható merevítést alkalmaztam, így egy 6mm vastag lemez köti össze az alsó- és felsővet a fejcsővel.



25. ábra Fejcső merevítés (forrás: saját szerkesztés)

- **Támvilla merevítése**

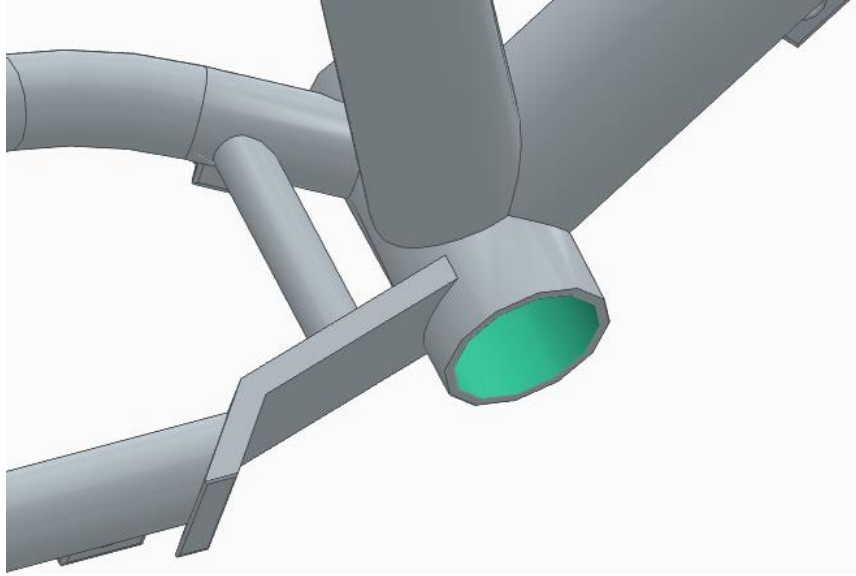
A támvillát egy a többi vázelem csövéhez képest kisebb, 18mm átmérőjű csővel terveztem, mivel ennél a vázelemnél fontos a rugalmasság, hogy bizonyos szintig elnyelje a hátsó kerékre ható erőket. Azonban a tapasztalatok alapján a középcsapágyra ható erő a támvilla nyeregvázcsőhöz közeli részének deformációját vagy akár törését is tudja okozni, ezért fontos azt a részt megmerevíteni. Ehhez egy 12mm átmérőjű csövet helyeztem a támvilla két ága köze, a 26. ábrán látható módon.



26. ábra Támvilla merevítés (forrás: saját szerkesztés)

- **Láncvilla merevítése**

A támvillához hasonlóan a láncvilla is rugalmas kell, hogy legyen a hátsó kerékre ható erők és rázkódások elnyelése miatt. Az alsó konzolra ható nagy erőhatások a láncvilla törését eredményezhetik, ezért szükséges ezt a részt is megmerevíteni. Ehhez szintén 12 mm átmérőjű csövet választottam, amit a láncvilla jobb oldalán a lemezhez, míg bal oldalán a csőhöz rögzítettem a 27. ábrán látható módon.



27. ábra Láncvilla merevítés (forrás: saját szerkesztés)

6. Geometria és méretezés

A kerékpár geometriája a kerékpár tervezésének talán legfontosabb szempontja. Olyan kulcsfontosságú szögeket és méreteket foglal magába, mint például a fejcsőszög, a nyeregvázcsoőszög és a tengelytáv, ezen tényezők együttesen határozzák meg azt, hogy a kerékpár hogyan viselkedik különböző terepeken. A kerékpár megfelelő méretezése biztosítja, hogy a felhasználó kényelmesen, hatékonyan és biztonságosan tudjon közlekedni.

Munkám során egy merevvázú enduro kerékpárt tervezek, melynek méreteit a saját testarányaim alapján határoztam meg. Emellett fontos követelmény, hogy 29 collos kerékkal lehessen szerelni a vázat. A tervezésem során sok esetben egyéni preferenciák és korábbi tapasztalatok alapján határoztam meg a méreteket és geometria jellemzőket. Az elmúlt időszakban egy 2022-es évjáratú Giant Fathom 29” kerékpárt használtam [23], amit sok esetben

tervezésem alapjául vettem, és a változtatásokkal még inkább a saját testarányomhoz és preferenciámhoz igazítottam az általam tervezett vázat.

Egy kerékpár geometriája szögekből és méretekből áll, melyeket a 2.3 részleteztem és a 4. ábrán tüntettem fel. Ezek közül a tervezés szempontjából a fejcsőszög, középcsapágy esés, láncvillahossz, reach, nyeregcsőszög meghatározása a legfőbb feladat. A többi méret majd ezek eredményként fog megszületni a modellezés során. A tervezésem a geometriával szemben támasztott fő követelménye volt, hogy 178 cm testmagasságú felhasználó számára alkalmas vázat tervezek. A gyártók különböző testmagasság tartományhoz szabják a vázak méreteit. Ahhoz, hogy meghatározzam a számomra alkalmas geometriát, összevettem három különböző méretű kerékpár azon fő méreteit, amely elsősorban azt határozza meg, hogy milyen módon illeszkedik a kerékpáros mérete a vázhoz. A három vizsgált kerékpárhoz ajánlott testmagasságok átlagolva megközelítőleg egyezik a követelmények között meghatározott testmagassággal. A méreteket leátlagoltam és az így kapott 2. táblázatban látható eredményeket használtam a geometriák és méretek meghatározásához a továbbiakban.

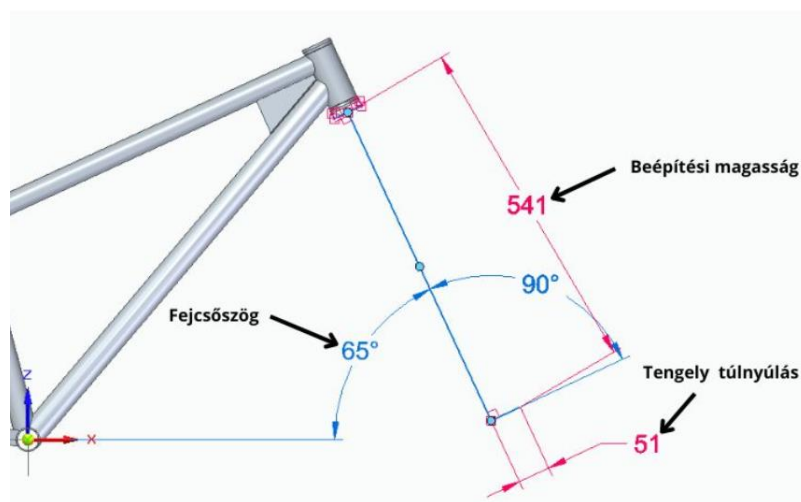
2. táblázat Kerékpárok méretei

	Ajánlott testmagasság	Nyeregvázcsőhossz	Reach	BB drop
2022 Giant Fathom M	171-180 cm	430 mm	445 mm	60 mm
2022 Giant Fathom L	179-188 cm	465 mm	475 mm	60 mm
2022 Canyon Stoic M	175-183 cm	430 mm	455 mm	60 mm
Átlag		442 mm	458 mm	60mm

6.1. Fejcsőszög

A fejcsőszög kulcsfontosságú szerepet játszik a kerékpár kezelhetőségében, minél kisebb a szög amit a fejcső a vízszintes síkkal zár be, annál inkább alkalmas a kerékpár a meredek lejtőkön való közlekedéshez, emellett fontos szerepe van a kormányzásban is. A korábban felállított követelmények teljesülése végett 65°-os fejcsőszöget választottam, ami egy modern enduro kerékpár geometriájának felel meg.

A váz fejcsoőszögének pontos meghatározásához, figyelembe kell venni az első teleszkóp beépítési magasságát, a fejcso hosszát, fejcsapágy fejcsoából kilógó méretét, illetve az alsó és felsőcső érintkezését a fejcsovel. A munkám során egy 2022-es RockShox Pike Select+ 130mm 29” villa méreteivel számoltam. A beépítési magassága 541mm, ami az első tengely és fejcsapágy legalsó pontja közötti távolság. A teleszkóp tengelyének túlnyúlása 51mm, ezt a távolságot a villa lábával merőleges egyenessel szemléltettem. [24] A fejcsapágyt pedig egy ZS44 EC44 csapágyat választottam, ami 8 mm-el hosszabbítja meg a fejcso alsó részét, így a villa beépítési magasságát a fejcsapágytól kell számolni. A fejcsoőszöget a leírtak és a 28. magyarázó ábra alapján modelleztem.



28. ábra Fejcsoőszög tervezése (forrás: saját szerkesztés)

6.2. Nyeregcsőszög

A nyeregvázcsőszög a középccsapágyat a nyeregcso középső csúcsával összekötő vonal a vízszintessel bezárt szöge, ami meghatározza, hogy a kerékpáros tömege hol helyezkedik el az első és a hátsó tengely között. Egy enduro kerékpárnál fontos, hogy alkalmas legyen a legmeredekebb emelkedők leküzdésére, így fontos, hogy a kerékpáros tömege megfelelő helyen helyezkedjen el.

A nyeregvázcső hosszánál és szögénél főként a korábbi tapasztalataimat implementáltam a munkámba. Az általam használt Giant Fathom kerékpár 75°-os nyeregvázcsőszöggel rendelkezett, amit minden szempontból ideálisnak tartottam, így az általam tervezett vázba is ezt a szöveget alkalmaztam. A nyeregvázcső hosszának a 2. táblázatban, látható méretek átlagát adtam meg, ami így 442 mm lett.

6.3. Láncvillahossz és középcsapágy esés

A kerékpár láncvillájának hossza és a középcsapágy esés együttesen határozza meg a középcsapágy és a hátsó tengely közötti távolságot. A láncvillahossz a direkt távolság, míg a középcsapágy esés a hátsó tengely és az középcsapágy közötti függőleges távolság.

A láncvillahossz meghatározásánál fontos szempont volt a 29 collos kerékkal való kompatibilitás. Enduro kerékpároknál a kerékhez tartozó legnagyobb átmérőjű gumi 29x2,6-os, aminek a külső átmérője ideális nyomáson 740mm. Ahhoz, hogy egy ekkora kerék ideálisan elférjen a vázban a 22. ábra segítségével 440mm hosszú láncvillát határoztam meg. A középcsapágy esés a 6. fejezetben ismertetett kimutatásom alapján 60 mm nagyságú lett, mivel a piacon kapható merevvázú enduro kerékpárok legtöbb esetben ezzel a mérettel rendelkeznek.

6.4. Reach

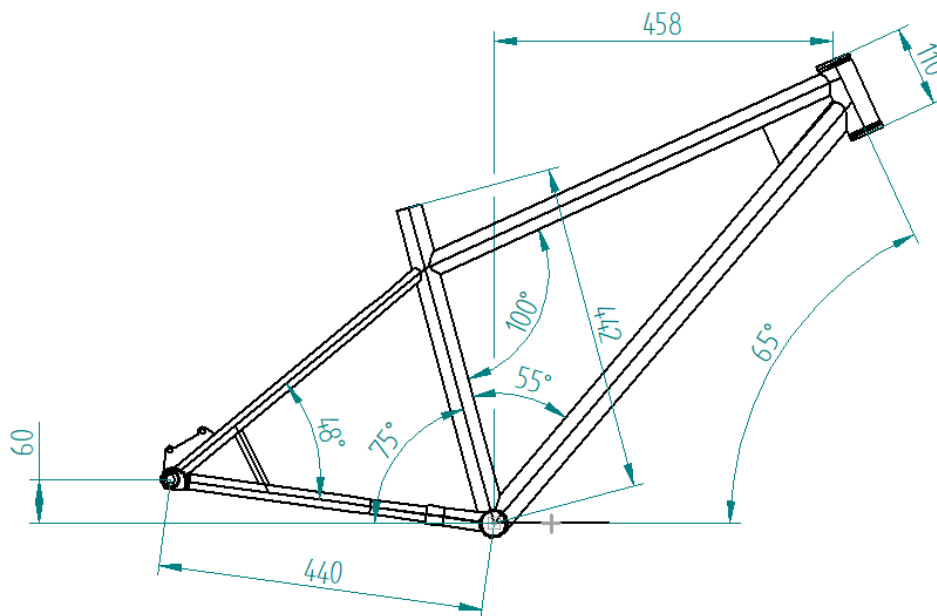
Egy kerékpár geometriatáblázatban a reach adja a legjobb benyomást arról, hogy a kerékpár hogyan illeszkedik a felhasználóhoz. A reach a középcsapágy és a fejsző tetejének középpontja közötti vízszintes távolság. A munkám során főként ezzel a mérettel határoztam meg a váz méretét, hogy a követelmények között említett 178cm-es testmagasságú felhasználónak a lehető legalkalmasabb kerékpárt kapjak. A 2. összehasonlító méretáblázat alapján kapott a 458mm hosszúságú reach-et adtam a kerékpárváznak.

6.5. Geometria összegzése

A fejezetben leírtak alapján a vázam tervezés szempontjából legfontosabb mérete a 3. táblázatban látható. Ezen méretek alapján készítettem el a váz modelljét, az így kapott vázgeometriát a 29. ábrán szemléltetem.

3. táblázat Tervezett váz geometria és méretek (forrás: saját szerkesztés)

Nyeregcső hossz (mm)	442
Nyeregcső szög	75
Fejcső hossz (mm)	110
Fejcsőszög	65
Láncvilla hossz (mm)	440
Középcsapágy esés (mm)	60
Reach (mm)	458



29. ábra Tervezéshez szükséges geometriák és méretek (forrás: saját szerkesztés)

7. Mechanikai tervezés

Egy kerékpár vázát sok különböző erőhatás éri a használatától függően. Kerékpározás közben a folyamatos dinamikai terheléseken kívül a rázkódások miatt rezgő erőhatás is éri a vázát. Tapasztalat alapján legtöbb esetben az ütközések miatt fellépő nagy mértékű stressz okozza a váz nem várt deformációját, így a mechanikai tervezésnél ilyen eseteket vizsgáltam. A

3. fejezetben leírt követelmények teljesülését az Ansys nevű véges elem programban elemeztem. A peremfeltételek meghatározásához szükséges alap adatokat kísérlettel határoztam meg, melynek eredményeit implementáltam a véges elem modellben. A vizsgálat végén értékeltem, hogy a követelmények között leírt erőhatások milyen hatással vannak a vázra, illetve, hogy az szenved-e maradandó alakváltozást a terhelések hatására.

7.1. Alapadatok kísérleti meghatározása

Egy kerékpárváz dinamikai méretezésénél a komponensek rugalmassága számottevő hatással van az eredményekre. A követelmények között írt esetleges legnagyobb erőhatások a vázon kívül főként az első teleszkópra, illetve a kerekekre hatnak, így ezen két alkatrész rugalmasságát vizsgáltam. Súllyal fejttem ki erőhatást a komponensekre, és a rugalmas elmozdulását vizsgáltam. A kísérlet fő célja, hogy erő-elmozdulás egyenest határozzak meg a mért értékekből, ami leírja a mért komponensek rugalmassági tulajdonságait. Az eredményeket a későbbiekben a peremfeltételek meghatározásához használtam.

7.1.1. Teleszkóp mérése vízszintes erőhatás esetén

A teleszkóp mérését egy 2012-es évjáratú Rock Shox Argyle villán végeztem. A teleszkópot vízszintesen fogtam be és rögzítettem úgy, hogy a villanyak ne tudjon elmozdulni a terhelés miatt. Egy kampó segítségével a villa tengelyre helyeztem az egyre nagyobb súlyokat. Az elmozdulás méréshez egy vízmértéket érintettem a tengelyhez, mely a nullpontot jelentette. Az összeállítás a 30. ábrán látható.



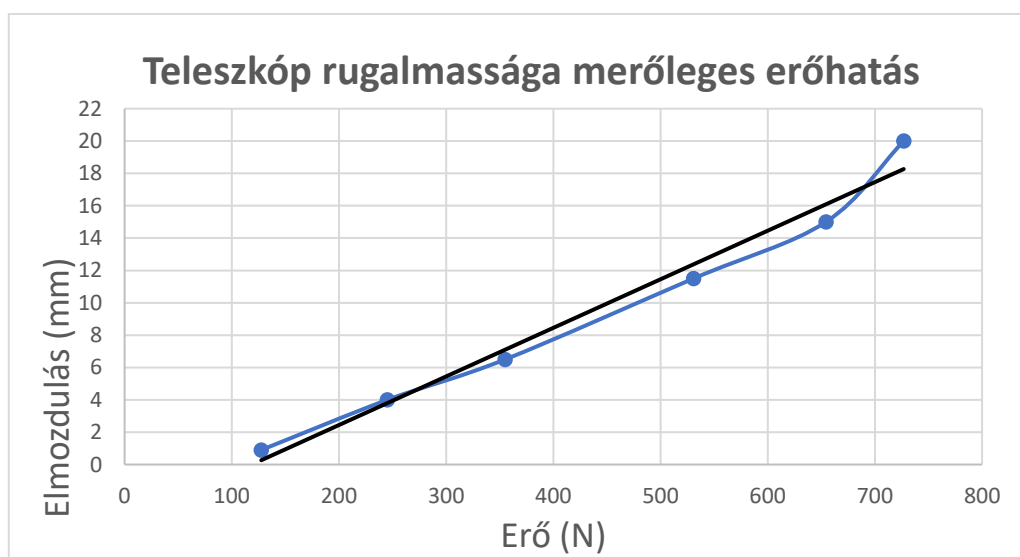
30. ábra Teleszkóp merőleges rugalmasságának mérése (forrás: saját szerkesztés)

A mérés során különböző nagyságú súlyokat helyeztem a kampóra, és a tengely nullponttól való elmozdulását egy mérőléccel mértem. Növekvő sorrendben hat különböző nagyságú erőhatást fejtettem ki a súlyokkal, melyekhez tartozó elmozdulás a 4. táblázatban látható.

4. táblázat Teleszkóp merőleges erőhatásra mért erő-elmozdulás értékei

Súly (kg)	Erő (N)	Hajlás (mm)
13	127,53	0,9
25	245,25	4
36,2	255,122	6,5
54,1	501,291	11,5
66,7	654,327	15
74,1	726,921	20

Az erő-elmozdulás értékeket egy diagramba helyeztem, majd egy trendvonal használatával meghatároztam egy lineáris erő-elmozdulás egyenest. Az így kapott diagramm a 31. ábrán látható.



31. ábra Erő elmozdulás diagramm, merőleges erőhatás esetén (forrás: saját szerkesztés)

7.1.2. Teleszkóp mérése függőleges erőhatás esetén

Az 3.1.3 fejezetben leírt harmadik terhelési módnál a két kerék mellett az első teleszkópot éri függőleges erőhatás, melyet a villa nagy mértékben csillapít. Az elmozdulás méréséhez egy Rock Shox Pyke 2022 29” teleszkópot használtam. A teleszkópból az első kereket kiszereztem, hogy annak a rugalmassága ne legyen hatással a mérésre. A villa egy Giant Fathom 2022 kerékpárba volt beszerelve, melynek a kormányára helyeztem különböző nagyságú súlyokat, és a teleszkóp becsúszóján lévő O gyűrű elmozdulását vizsgáltam a terhelések hatására. A mérés összeállítását a 31. ábrán szemléltetem.



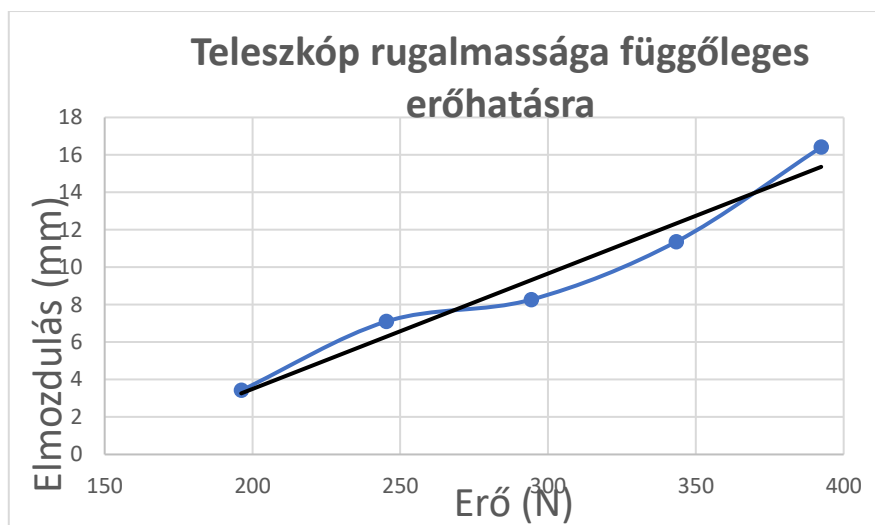
32. ábra Teleszkóp függőleges rugalmassága (forrás: saját szerkesztés)

Az egyre nagyobb erőhatás miatti elmozdulás adatok az 5. táblázatban láthatóak.

5. táblázat Teleszkóp függőleges erőhatásra mért erő-elmozdulás értékei

Súly (kg)	Erő (N)	Elmozdulás (mm)
20	196,2	3,42
25	245,25	7,1
30	294,3	8,27
35	343,35	11,36
40	392,4	16,41

Az erő-elmozdulás értékeket egy diagramba helyeztem, majd egy trendvonal használatával meghatároztam egy lineáris erő-elmozdulás egyenest. Az így kapott diagramm a 33. ábrán látható.



33. ábra Erő elmozdulás diagramm, függőleges erőhatás esetén (forrás: saját szerkesztés)

7.1.3. Gumiabroncs mérés

Az általam vizsgált mindhárom esetben a talaj erőt fejt ki a gumiabroncsra, így szükséges annak rugalmasságával is kalkulálni a dinamikai méretezésnél. Az abroncs méréshez egy Continental Race King 2.15” gumit használtam, amit 1,8 bar-os nyomásra állítottam, amely egy terepkerékpározásnál használt népszerű és átlagos nyomás. A kerékre az erőt alulról egy autóemelővel fejtetem ki, amelyre egy mérleget helyeztem, ami tömeg értéket mutatott. Ezt a nehézségi gyorsulás értékével, $9,81\text{m/s}^2$ -al megszoroztam, így megkaptam a kerékre kifejtett erőt. Kerék felső részét a satunak támasztottam, az abroncs és a satu közé egy falapot tettem, hogy ugyanolyan síkfelületre fekdjön fel a gumi, mint ahogy azt a mérlegnél is. Az összeállítást a 34. ábrán szemléltetem.



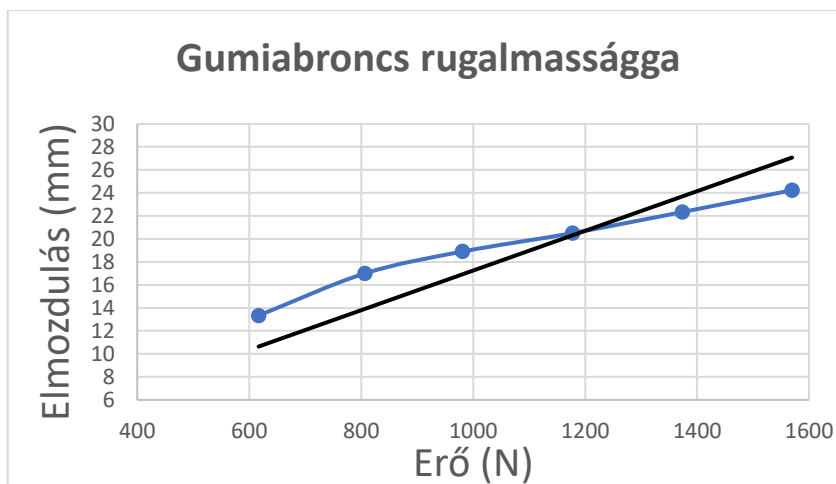
34. ábra Gumiabroncs rugalmasságának vizsgálata (forrás: saját szerkesztés)

Az autóemelő segítségével hat lépcsőben emeltem fokozatosan az erőhatást, amihez tartozó elmozdulást a mérleg felülete és felni pereme közti távolság adta meg, melyet egy mérőléc segítségével mértem. Normál használatnál egy gumiabroncs csak egy helyen érintkezik a talajjal, amíg a mérésnél alul és felül is erőhatás érte, így a mért elmozdulás értékeket meg kellett szorozni kettővel, hogy valóságos eredményt kapjak. Ezt a mérést a hibaráta csökkentése miatt háromszor végeztem el, melyek átlagolt eredménye a 6. táblázatban láthatóak.

6. táblázat Gumiabroncs mért erő-elmozdulás értékei

Súly (kg)	Erő (N)	Elmozdulás (mm)
62,87	616,72	13,33
82,23	806,71	17,00
100	981	18,90
120	1177,20	20,50
140	1373,40	22,33
160	1569,60	24,23

Az itt látható értékek alapján készült diagram és a trendvonal segítségével meghatározott erő-elmozdulás egyenes a 35. ábrán látható.



35. ábra Gumiabroncs erő-elmozdulás diagramm (forrás: saját szerkesztés)

7.2. Dinamikai méretezés

A dinamikai méretezés során a szilárdsági követelmények teljesülését vizsgáltam. Munkám során az 3.1.3. fejezetben leírt három terhelési esetet külön-külön vizsgáltam véges elem modellben. Mindhárom esetben szükséges volt meghatározni a peremfeltételeket a kísérlettel megállapított alapadatok segítségével, majd számolással meghatározni a kerékpár vázra ható erőket és a véges elem modellben kiértékelni az eredményeket. Munkám során az Ansys nevű szoftvert használtam a véges elem modellezésre. Mindhárom esetben a kerékpár váz 3D modelljét importáltam, majd definiáltam az anyagjellemzőket, létrehoztam a véges elem hálót, meghatároztam a peremfeltételeket és lefuttattam az analízist.

Egy kerékpár használat során mozgásban van, és minden esetben a komponensek fejtenek ki közvetlen erőhatást a vázra. A váz megfogását ezért rugalmas támaszokkal oldottam meg, és ezzel a megoldással modelleztem le a komponensek rugalmassági tényezőit.

7.2.1. Váz anyagának meghatározása

A 2.4. fejezetben ismertetett kerékpár váz anyagok közül a 4130-as acélt választottam. Ez a króm-molibdén anyag egy kivételes hegesztőacél, amely minden kereskedelmi módszerrel hegeszthető, és normalizált/edzett állapotában is könnyen megmunkálható. A 4130-as acél mechanikai tulajdonságai a 7. táblázatban láthatóak.

7. táblázat 4130 acél mechanikai tulajdonságai

Rugalmissági modulus	205 Gpa
Szakítószilárdság	670 Mpa
Folyáshatár	435 MPa

A véges elem analízishez, mindhárom esetben a fent látható anyagtulajdonságokkal láttam el a modellt.

7.2.2. Váz modell

A kerékpárvázam végeelem rendszerben való vizsgálatához használt modellt Solid Edge ST nevű programban készítettem el. A fent említett tervezési lépéseken felül meg kellett határoznom a váz csöveinek átmérőjét is, mely a dinamikai méretezés szempontjából kulcsfontosságú.

A váz csöveinek átmérőjét a külső konzulensem vázépítési tapasztalatainak segítségével határoztam meg. Fontos volt figyelembe venni, hogy a váz hátsó háromszögének rugalmasnak kell lennie, hogy a kerékpár jól teljesítsen a különböző terepeken. A kiválasztott csőátmérők a 8. táblázatban láthatóak.

8. táblázat Választott csőátmérők (forrás: saját szerkesztés)

Vázelem	Belső átmérő (mm)	Külső átmérő (mm)
Alsőcső	36	38
Felsőcső	30	32
Nyeregvázcső	31	35
Támvilla	16	18
Láncvilla	16	18

Az így kapott 3D modellt importáltam és elemeztem az Ansys nevű programban. Valós körülmények között egy kerékpárváz csöveit hegesztéssel illesztik össze, azonban munkám során a vázat egy homogén testként kezeltem.

7.2.3. Első terhelési eset modellezése

Az első esetben azt vizsgáltam, hogy milyen hatással vannak a vázra ható erők, amikor a kerékpárral másfél méter magasból sík talajra érkeznek a felhasználók. Ilyenkor a mindkét kereket éri a közvetlen erőhatás, a hátsó keréknél a tengelyen és az univerzális váltótartófülön keresztül, a váz papucsainak belső felületén hat az erő, míg az első keréknél a teleszkóp és a gumiabroncs tompítja az erőhatást.

Peremfeltételek meghatározása

A modell rögzítését rugalmas támaszokkal biztosítottam. Az UDH-t és a hátsó tengelyt tartó vázelem belső felületére helyeztem támaszokat, amellyel a hátsó kerék rugalmassága miatti elmozdulást definiáltam. Továbbá rugalmas támaszokat helyeztem el a fejcső alsó részén az első teleszkóp rugalmasságának szimulálása miatt és stabilizálás miatt a fejcső külső felületén. Ezt követően a kísérlettel meghatározott rugalmasság értékek meghatározásához teljes deformáció mérőket helyeztem el a papucsok belső felületén és a fejcső alján, majd 800N erővel terheltem a papucsokat és 400N erővel a fejcső felső részét. Mindkét esetben úgy állítottam be a rugalmas támaszok merevségét, hogy a megfelelő elmozdulás értékeket kapjam, ami a hátsó tengely helyénél 13mm, a fejcsőnél pedig 9mm.

A vázra ható erőket mozgási energia számításával határoztam meg. A leérkezéskor a kerékpáros és kerékpár tömege valamint lendülete a váz alsó konzolára fejt ki hatását, ennek a maximális erőnek a mértékét az alábbi számítással számoltam ki. [25]

$$\frac{1}{2}m \cdot v^2 = F \cdot s$$

$$\frac{\frac{1}{2}m \cdot v^2}{s} = F$$

Kiindulási adatok:

- Nehézségi gyorsulás: $g = 9,81m/s$
- A kerékpár és kerékpáros együttes tömeg: $m = 110kg + 15kg$
- A „v” sebességet úgy határoztam meg, hogy a mozgási energiát egyenlővé tettem, a szabadesés miatti potenciális energiával, így kaptam a sebességet, amellyel a kerékpáros és a kerékpár 1,5 méter szabad esés után a földre érkezik. [26]

$$\frac{1}{2} m \cdot v^2 = m \cdot g \cdot h$$

$$v^2 = 2g \cdot h = 19,62 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 5,42 \text{ m/s}$$

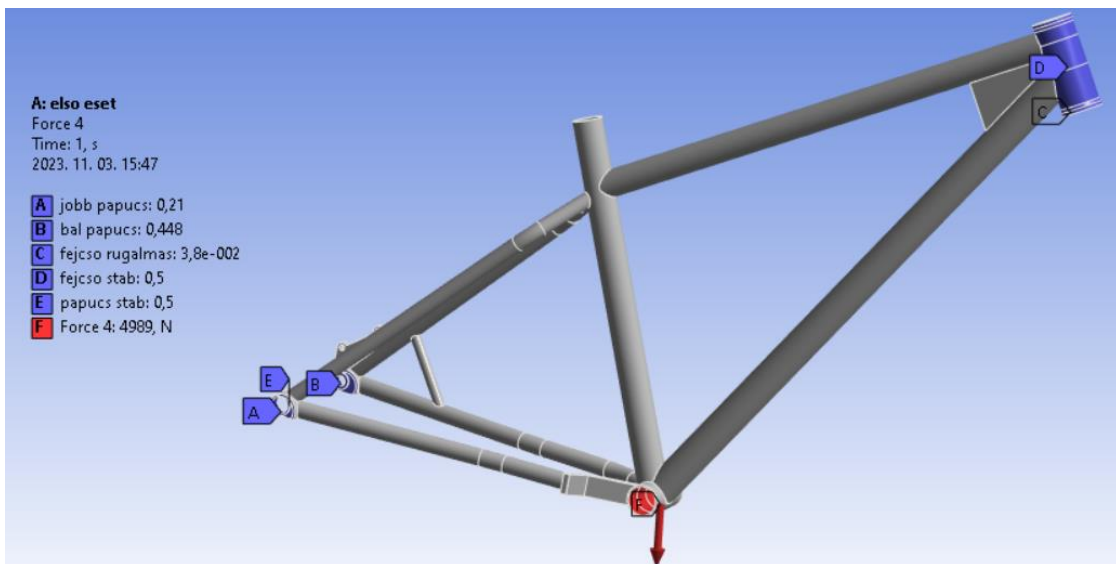
- Az „s” a megálláshoz szükséges távolság, melynek meghatározásához össze kellett adni minden olyan távolságot, amely rugalmassága miatt tompítja az érkezést az erő hatásvonalára mentén. Az ütközés során a gumibroncs 0,023 métert tud rugalmasan elmozdulni. Leérkezéskor a kerékpáros lába berugózik ezzel tompítja a vázra és magára ható erőhatást. Méréssel meghatároztam, hogy 0,3 méter az a maximális távolság, amivel a kerékpáros lába berugózik a kerékpáron állva. Valamint méréssel megállapítottam, hogy amennyiben az első teleszkóp teljes rugóújtját kihasználva berugózik az érkezés miatt, a középcsapágyház 0,045 métert mozdul el az erő mentén. A három távolságot összeadva a kapott „s” távolság: $s = 0,3 + 0,023 + 0,045 = 0,368\text{m}$

A meglévő ismert adatok behelyettesítése után az alábbi maximális erőt számoltam ki.

$$\frac{\frac{1}{2} 125 \cdot 5,42^2}{0,368} = F$$

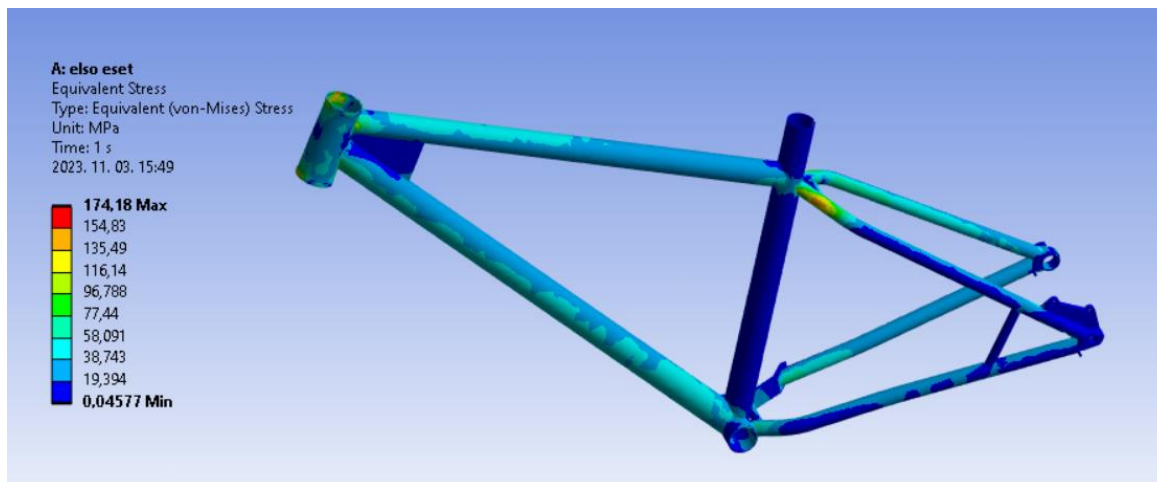
$$F = 4989,2 \text{ N}$$

Az így kapott erőt az alsó konzol belső felületére helyeztem el, függőleges hatásvonallal. A véges elem analízishez szükséges peremfeltételeket a 36. ábrán látható módon helyeztem el.



36. ábra Első terhelési eset modellezéséhez szükséges peremfeltételek (forrás: saját szerkesztés)

A fent említett peremfeltételekkel lefuttatott szimuláció során redukált feszültség analízist végeztem, így vizsgáltam a vázat érő erők terhelésének hatását és a kritikus területeket. A 37. ábrán látható a redukált feszültség térképe.



37. ábra Első terhelési esetben számított redukált feszültségek (forrás: saját szerkesztés)

A vázra ható maximális feszültség 174,18 MPa, amely számottevően kevesebb, mint a kiválasztott 4130-as acél 435 MPa-os folyáshatára, így a váz megfelel a meghatározott szilárdsági követelményeknek. A feszültségeloszláson látható, hogy a legnagyobb feszültség támvilla és nyeregvázcső találkozásánál keletkezik, amely miatt az 5.1. fejezetben leírt módon merevítést helyeztem el a modellezés során.

7.2.4. Második terhelési eset modellezése

A követelmények között leírt második esetnél azt vizsgáltam, hogy 20km/h-ás sebességgel haladó kerékpár hátsó kereke egy szilárd testbe ütközik, és az ekkor fellépő maximális erő milyen hatással a vázra. Ütközés során az erőhatás a hátsó kereket éri, ami a hátsó tengelyen és a SRAM UDH-n keresztül fejt ki erőhatás az UDH-t tartó papucsok belső felületére. A hátsó kerék gumibroncsának rugalmasságát az 7.1. fejezetben leírt módon vizsgáltam, a hátsó tengelyt és az UDH-t rugalmasság nélküli szilárd testnek feltételeztem.

Peremfeltételek meghatározása

Az első esethez hasonlóan ennél a véges elem modellezésnél rugalmas támaszokkal rögzítettem a vázat. A támaszokat a az UDH-t és a hátsó tengelyt tartó papucsokra és stabilizálás céljából a fejcsőre helyeztem el. A rugalmas támaszok merevségi értékeinek meghatározása

miatt a rugalmas támaszok helyére elhelyeztem egy teljes deformáció mérőt, ugyanezen a ponton 800N erővel terheltem a vázat és a támaszok merevségét úgy állítottam be, hogy az erőhatására a mért elmozdulás megközelítőleg 17mm legyen. Az így meghatározott rugalmas támaszokat használtam a véges elem analízis lefuttatásához.

A vázra ható erőket számolással határoztam meg. Az ütközés következtében a kerékpáros és a kerékpár tömege lendületük miatt az alsó konzolt fogja terhelni. A nagyságát a mozgási energia képleteivel számoltam ki az alábbi módon. [27]

$$\frac{1}{2}m \cdot v^2 = F \cdot s$$

$$\frac{\frac{1}{2}m \cdot v^2}{s} = F$$

Kiindulási adatok:

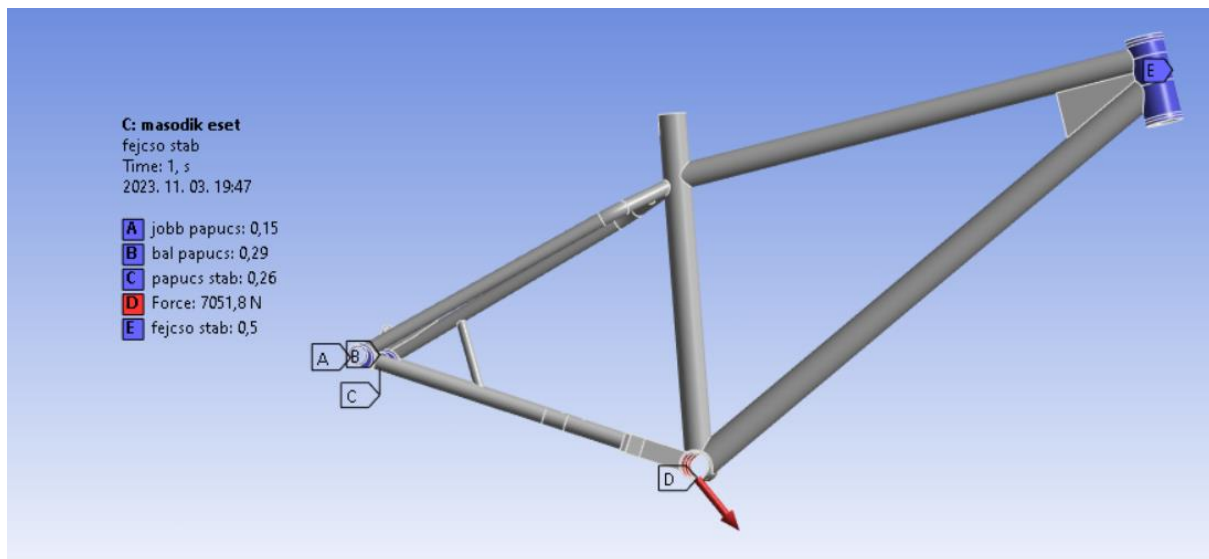
- Nehézségi gyorsulás: $g = 9,81m/s$
- A kerékpár és kerékpáros együttes tömeg: $m = 110 + 15 = 125kg$
- Az „s” a megálláshoz szükséges távolság, melynek meghatározásához össze kellett adni minden olyan távolságot, amely rugalmasan változik az erőhatás miatt. Az ütközés során a gumibroncs 0,023 métert tud rugalmasan elmozdulni, emellett a kerékpáros lába a nagy erőhatás miatt berugózik. Ilyen esetben méréssel határoztam meg, hogy a kerékpáros 0,25 métert tud elmozdulni, hogy tompítsa az erőt. Az így kapott „s” távolság: $s = 0,25 + 0,023 = 0,273m$

Az alapadatokat behelyettesítése után az alábbi eredményt kaptam:

$$\frac{\frac{1}{2}125 \cdot 5,55^2}{0,273} = F$$

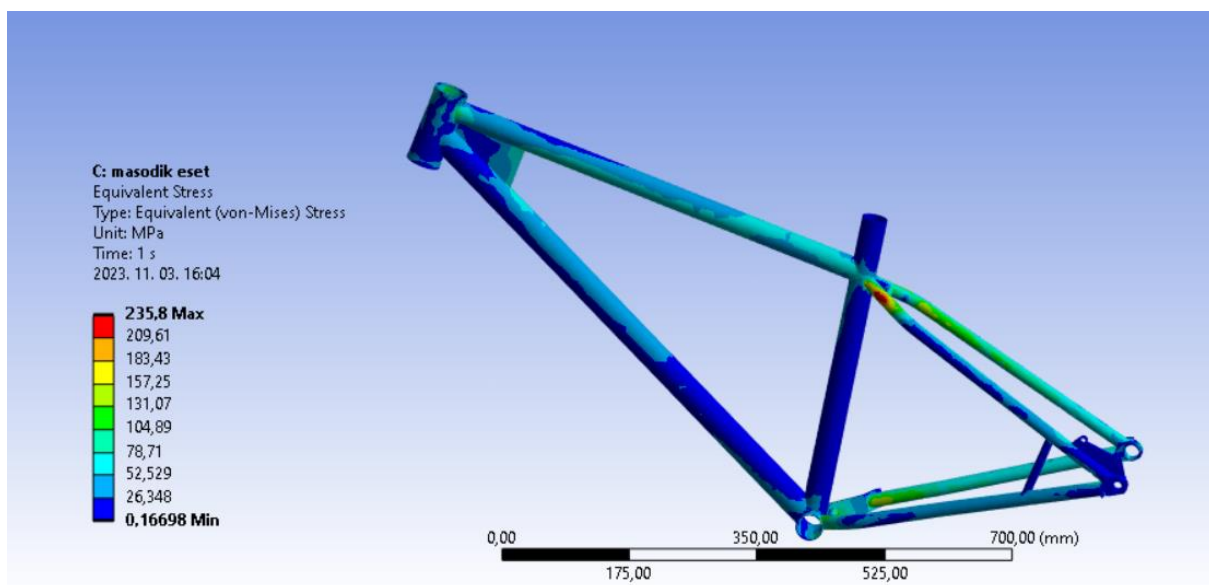
$$F = 7051,85 N$$

Az így kapott maximális erőt egy a síkkal bezárt 50°-os szögben helyeztem a modellbe az alsókonzol belső felületén. Az vízszintes és függőleges irányú komponenseket szögfüggvényekkel határoztam meg. Az összes meghatározott peremfeltételt A 38. ábrán látható módon implementáltam a véges elem modellbe.



38. ábra Második terhelési eset modellezéséhez szükséges peremfeltételek (forrás: saját szerkesztés)

A fent említett peremfeltételekkel lefuttatott szimuláció során az első esethez hasonlóan redukált feszültség analízist végeztem, amivel vázra ható terhelések hatását vizsgáltam. A 39. ábrán látható a redukált feszültség eloszlása, amelyen látható, hogy ennél az erőhatásnál is a legnagyobb feszültség a támvilla és a nyeregvázcső találkozásánál keletkezik, emellett látszódik, hogy láncvillát is nagyobb erőhatás éri. Mindkét vázalelemnél helyeztem el merevítéseket a feszültségek csökkentésének érdekében.



39. ábra Második terhelési esetben számított redukált feszültség (forrás: saját szerkesztés)

A vázat érő maximális feszültség 235,8 MPa, amiből arra lehet következtetni, hogy a modell megfelel a követelményeknek, mivel a kiválasztott anyag folyáshatára 435MPa.

7.2.3. Harmadik terhelési eset

A követelményeket összefoglaló fejezetben leírt harmadik hibaesetnél a kerékpár első kerekét éri nagy erőhatás, amikor a kerékpáros egy 25 km/h sebességgel egy szilárd testnek ütközik. Az erőhatás az első kereket éri közvetlenül, ami azon és teleszkópon keresztül a kormánycsapágyra és ezáltal a fejsőre helyez nagy erőhatást. Ezen három alkatrész rugalmassága csökkenti a kerékpárvázra ható erőt, a gumibroncs és a teleszkóp rugalmassági tényezőit a 7.1. fejezetben leírt kísérlettel határoztam meg, a modellezésnél a kormánycsapágyra egy szilárd testként tekintettem, melynek rugalmassága zérus.

Peremfeltételek meghatározása

Az eset analíziséhez rugalmas támaszokat helyeztem el a fejső több pontján és a hátsó papucson. A rugalmas támaszok merevségi értékét a kísérlettel meghatározott alapadatok szerinti erő-elmozdulás adatok alapján határoztam meg. A fejsővön elhelyeztem egy teljes elmozdulás mérést, majd 700N-al terheltem a fejsövet, így keresve, hogy milyen merevségi értékekkel lesz az elmozdulás 29mm, ami megegyezik az első kerék abroncsának és első teleszkóp kísérlettel meghatározott együttes elmozdulásával. Az így meghatározott rugalmas támaszokkal rögzítettem a testet.

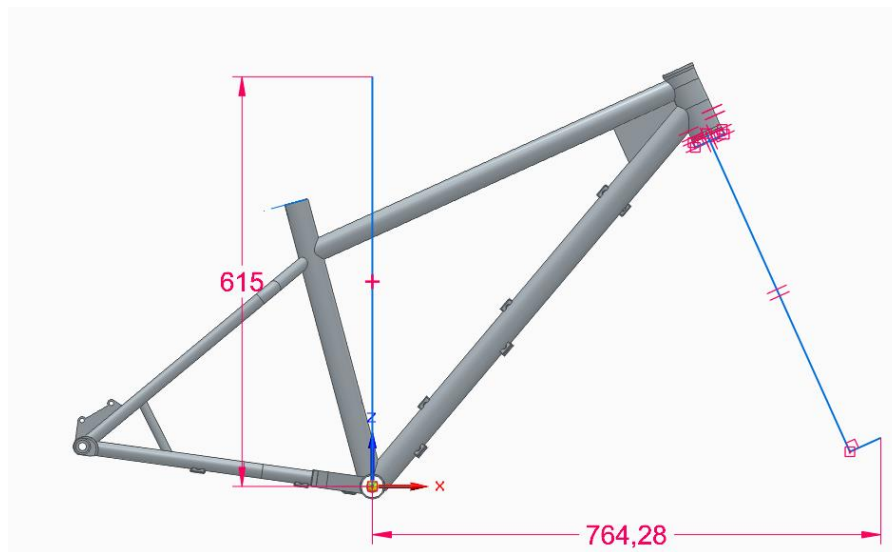
A vázra ható erőket számolással határoztam meg. Amikor a kerékpár első kerekét megakasztja egy szilárd test, az ember és a kerékpár az első tengely körül elkezd átfordulni a kormány irányában, ilyen esetben a vázat terhelő maximális erő az az erő, aminél még pont egyensúlyban van a váz és a kerékpáros közös súlypontja. A sebesség miatt fellépő erő nyomatéka a kormány irányában fordítja át a súlypontot, vele ellentétesen tart ellen a súlyerő nyomatéka. A holtponton ezen két nyomaték egyenlő így az alábbi képlettel számoltam ki a maximális erőt [26]:

$$m \cdot g \cdot a = F \cdot b$$

Kiindulási adatok:

- Nehézségi gyorsulás: $g = 9,81m/s$

- A kerékpár és kerékpáros együttes tömeg: $m = 110kg + 15kg$
- Erőkarok: A kerékpáros és a kerékpár közös súlypontja és az első tengely közötti távolságok. A súlypontot csak közelítőleg tudtam meghatározni, mivel nagy mértékben függ a kerékpáros testtartásától és egyéb testi adottságaitól, azonban ideális esetben a középcsapággal függőleges vonalán található meg a kormányval egy magasságban, mivel így a legstabilabb a kerékpáros testtartása. A súlypont és az első tengely közötti erőkarok a 40. ábrán láthatóak.
- Súlyerő erőkar: $a = 0,78m$
- Keresett erő erőkarja: $b = 0,6m$



40. ábra Harmadik terhelési eset számításához szükséges erőkarok (forrás: saját szerkesztés)

A kiindulás adatok behelyettesítésével a számolás végén az alábbi maximális erőt kaptam.

$$m \cdot g \cdot a = F \cdot b$$

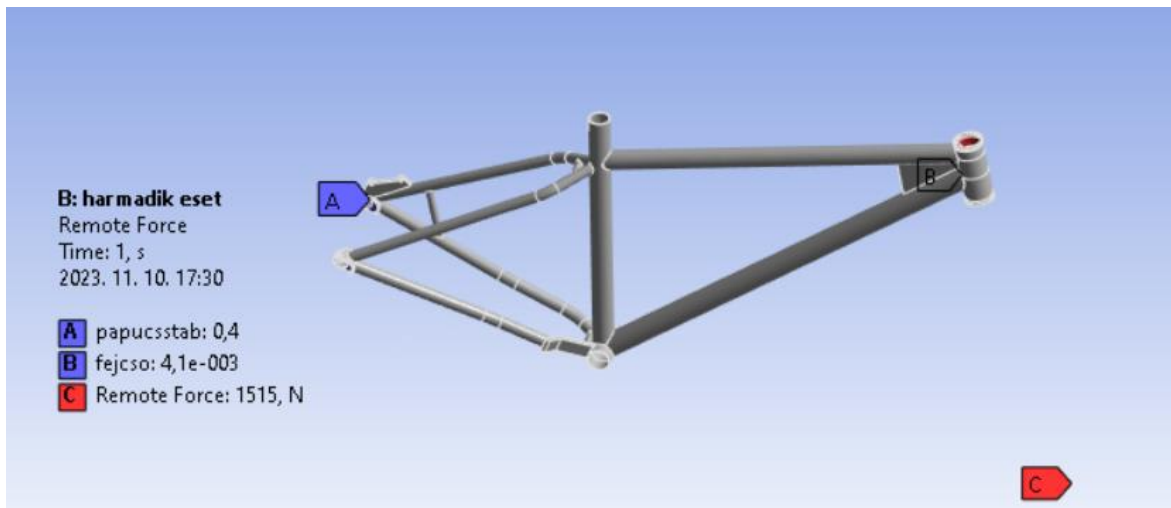
$$\frac{m \cdot g \cdot a}{b} = F$$

$$\frac{125 \cdot 9,81 \cdot 0,764}{0,615} = F$$

$$\mathbf{F_{max} = 1515,365N}$$

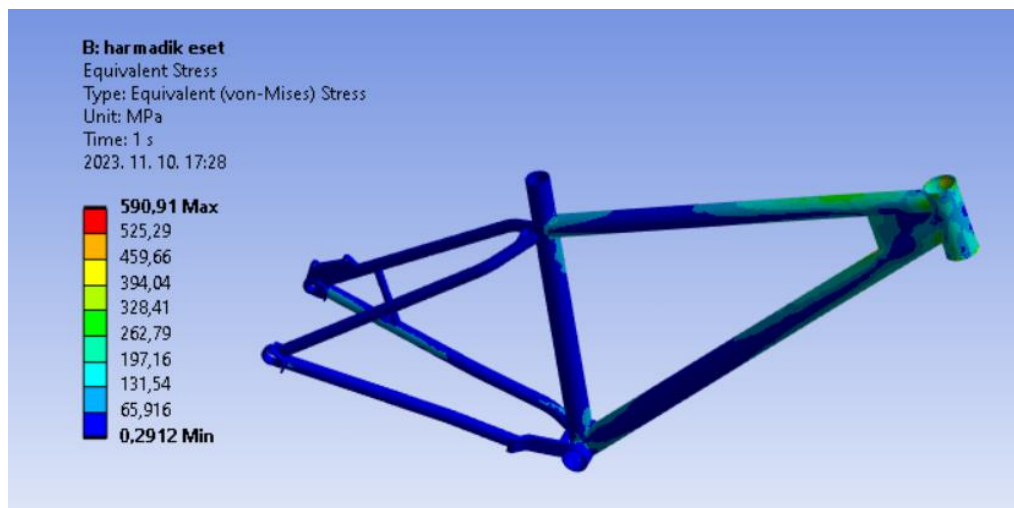
Az így kapott maximális erőt távoli erőként helyeztem el vízszintesen, hogy forgatónyomatékként hasson a vázra. Az erőt az első tengely pontjába helyeztem el és a fejcső

belső felületére fejt ki hatását. A peremfeltételeket a 41. ábrán látható módon helyeztem el a véges elem modellbe.



41. ábra Harmadik terhelési eset peremfeltételei (forrás: saját szerkesztés)

A fent említett peremfeltételekkel lefuttatott szimuláció során az első két esethez hasonlóan redukált feszültség analízist végeztem, amivel vizsgáltam a vázra ható erők hatását. A 42. ábrán látható a redukált feszültség eloszlása, ez alapján látható, hogy a fejcso és környékét éri nagy mértékű erőhatást. A maximális 590 MPa egy kis kiterjedésű lokális feszültségcsúc, így szerkezeti tönkremenetelt nem okoz. Természetesen, ha sokszor ismétlődik az ilyen extrém terhelés, kifáradás következhet be.



42. ábra Harmadik terhelési esetben számított redukált feszültség (forrás: saját szerkesztés)

8. Összegzés

A munkám során egy egyedi kerékpárvázat terveztem és ennek a részleteit mutattam be. A szakdolgozatom keretén belül először irodalomkutatást végeztem, így sok hasznos információt gyűjtöttem a kerékpárokról általánosságban, melyek a tervezés segítségemre voltak. A célom egy merevvázazas enduro felhasználásra alkalmas váz tervezése volt, egy ilyen kerékpár egyaránt kell, hogy alkalmas legyen a meredek technikás lejtők leküzdésére, emellett kényelmesnek és hatékonynak kell lennie az emelkedőkön való tekerésre, hogy a sportág mindkét fő részére teljes mértékben alkalmas legyen. A tervezés során meghatároztam a geometriát, aminél az elsődleges szempont az volt, hogy a felhasználáshoz és saját testarányaimhoz legmegfelelőbb méretekkel és a szögekkel modellezem a vázat, ezért korábbi tapasztalatom és egyéni preferenciám alapján alkottam meg a geometriát. Egy váz tervezésénél fontos szempont, hogy az összes arra épülő alkatrész szerelhető legyen, ezért kiválasztottam a vázra épülő kereskedelmi elemeket, és kifejtettem, hogy az egyes komponensek, hogyan illeszkednek a vázra. Munkám során a váz bizonyos elemeinek tervezését bonyolultságuk miatt részletesen kifejtettem, ilyen módon határoztam meg a hátsó háromszög kivitelét és a mechanikai tervezés szempontjából kulcsfontosságú merevítéseket. Az így kapott vázat Solid Edge St nevű programban modelleztem, majd a kiválasztott anyaggal vizsgáltam, hogy teljesülnek-e a szilárdsági és merevségi követelmények. Három terhelési olyan terhelési esetet vettem alapul, amelyek tapasztalatok alapján sok esetben a váz törését vagy nem várt deformációját okozhatják. Mindhárom esetet véges elem módszerrel analizáltam Ansys nevű programban. Esetenként meghatároztam a peremfeltételeket, amelyekhez szükséges volt elvégezni egy kísérletet, hogy a vázra épülő alkatrészek rugalmasságának alapadatait meghatározzam, illetve számolással kellett meghatároznom a vázra ható maximális erőket. A szimuláció lefuttatásával redukált feszültség számoltam, amely eredményeként látható volt, hogy a szilárdsági és merevségi követelmények teljesülnek. Munkám során mind a szerelhetőségre, geometriára és a szilárdságra vonatkozó követelmények teljesültek, ezáltal az általam tervezett váz teljes mértékben alkalmas lenne valószínű felhasználásra. A témaválasztásom egyik fő motivációja az volt, hogy az itt tervezett vázat használhassam is a későbbiekben, ennek érdekében jelenleg gyártás alatt van az egyedi kerékpárvázam.

9. Summary

In the course of my work, I designed a custom bicycle frame and presented its details. As part of my thesis, I first conducted a literature search, so I collected a lot of useful information about bicycles in general, which helped me in my design. My aim was to design a rigid frame suitable for enduro mountain biking use, such a bike should be both capable of tackling steep technical descents, and comfortable and efficient for riding uphill, so that it is fully suitable for both main parts of the sport. During the design process, I defined the geometry, with the primary consideration being to model the frame with the dimensions and angles most appropriate for the use and my own body proportions, so I based the geometry on my previous experience and personal preference. When designing a chassis, it is important that all the components that go into it can be fitted, so I have selected the commercial components that go into the chassis and explained how each component fits onto the frame. In my work, I have detailed the design of certain elements of the chassis due to their complexity, thus defining the design of the rear triangle and the key stiffeners for the mechanical design. The resulting frame was modelled in Solid Edge St and tested for strength and stiffness using the selected material. I have considered three load cases that, based on experience, can cause fracture or unexpected deformation of the frame in many cases. I have taken three load cases that experience has shown can often cause fracture or unexpected deformation of the frame. I analysed all three cases using the finite element method in a program called Ansys, determined the boundary conditions for each case, which required an experiment to determine the basic elasticity data of the frame components, and calculated the maximum forces acting on the frame. By running the simulation, I calculated a reduced stress which showed that the strength and stiffness requirements were met. In my work, all the requirements for mountability, geometry and strength were fulfilled, making the frame I designed fully suitable for real-world applications. One of the main motivations for my choice of topic was to be able to use the frame designed here in the future, so my custom bike frame is currently in production.

10. Nyilatkozatok

KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

A Lőrincz János (név) (hallgató Neptun azonosítója: ONMFVI) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot¹ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*³

Kelt: 2023 év 11 hó 02 nap



Belső konzulens

NYILATKOZAT

Alulírott Lörincz János, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Szent István Campus, Gépeszmérnök szak nappali/levelező* tagozat végzős hallgatója nyilatkozom, hogy a dolgozat saját munkám, melynek elkészítése során a felhasznált irodalmat korrekt módon, a jogi és etikai szabályok betartásával kezeltem. Hozzájárulok ahhoz, hogy Záródolgozatom/Szakdolgozatom/Diplomadolgozatom egyoldalas összefoglalója felkerüljön az Egyetem honlapjára és hogy a digitális verzióban (pdf formátumban) leadott dolgozatom elérhető legyen a témát vezető Tanszéken/Intézetben, illetve az Egyetem központi nyilvántartásában, a jogi és etikai szabályok teljes körű betartása mellett.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*

Kelt: 2023 év 11 hó 02 nap

Hallgató

NYILATKOZAT

A dolgozat készítőjének konzulense nyilatkozom arról, hogy a Záródolgozatom/Szakdolgozatom/Diplomadolgozatom áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A Záródolgozatom/Szakdolgozatom/Diplomadolgozatom záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom*.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*

Kelt: 2023 év 11 hó 02 nap

Belső konzulens

*Kérjük a megfelelőt aláhúzni!

NYILATKOZAT

a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió¹ nyilvános hozzáféréseről és eredetiségéről

A hallgató neve: Lőrincz János
A Hallgató Neptun kódja: ONMFVI
A dolgozat címe: Egyedi Kerékpárva z tervezés
A megjelenés éve: 2023
A tanszék neve: Gépszerkezettani

Kijelentem, hogy az általam benyújtott záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió² egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, s az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a Záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemitulajdonkezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe.

Kelt: 2023 év 11 hó 02 nap

Lőrincz János
Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

11. Irodalomjegyzék

- [1] C. Sidwells, A nagy kerékpár könyv, Budapest: GABO kiadó, 2005.
- [2] <https://www.bicajozz.hu/kerekpar-tortenete-magazin>. [Hozzáférés dátuma: 2023.08.11].
- [3] D. V. Herlihy, Bicycle: The History, New Haven: Yale University Press, 2004.
- [4] S. Béres és T. Berkes, „Real.mtak,” 12 2013. <http://real.mtak.hu/67198/1/2013%203-4%20fixi%20l.pdf>. [Hozzáférés dátuma: 2023.09.01].
- [5] S. Bálint, Két keréken, 1994.
- [6] <https://www.bikeradar.com/advice/buyers-guides/best-dropper-posts/>.
[Hozzáférés dátuma: 2023.09.08].
- [7] <https://www.sram.com/globalassets/document-hierarchy/frame-fit-specifications/aftermarket/disc-brake-caliper-mounting-specifications-for-road-and-mtb.pdf>.
[Hozzáférés dátuma: 02 09 2023].
- [8] <https://www.mtbdirect.com.au/blogs/maintenance-how-to/how-to-choose-the-right-brake-mount>. [Hozzáférés dátuma: 2023.09.08].
- [9] B. Lopes és L. McCormack, Mastering Mountain Bike Skills, Windsor, ON: Human Kinetics, 2017.
- [10] <https://www.bikeradar.com/features/the-ultimate-guide-to-bike-geometry-and-handling/>.
[Hozzáférés dátuma: 2023.09.15].
- [11] <https://bikeinsights.com/cyclopedia/seat-tube-angle>.
[Hozzáférés dátuma: 2023.09.03].
- [12] <https://www.wheelies.co.uk/buying-guide/mountain-bike-wheel-size-guide>.
[Hozzáférés dátuma: 2023.09.04].
- [13] <https://www.canyon.com/en-de/blog-content/mountain-bike-news/mountain-bike-wheel-sizes.html>.
[Hozzáférés dátuma: 2023.09.06].
- [14] <https://www.bikeradar.com/advice/sizing-and-fit/road-bike-geometry-explained/>.
[Hozzáférés dátuma: 2023.09.10].
- [15] <https://www.jensonusa.com/articles/frame-materials-101-mountain-bikes>.
[Hozzáférés dátuma: 2023.09.14].
- [16] <https://www.bikeradar.com/advice/buyers-guides/bike-frame-materials/>.
[Hozzáférés dátuma: 2023.09.14].

- [17] <https://bike.bikegremlin.com/11144/bicycle-frame-materials-explained/#7>.
[Hozzáférés dátuma: 2023.09.15].
- [18] <https://www.bikeradar.com/features/what-is-a-road-bike/>. [Hozzáférés dátuma: 2023.09.18].
- [19] <https://www.liv-cycling.com/global/campaigns/what-is-enduro-mountain-biking/20964>.
[Hozzáférés dátuma: 2023.09.20].
- [20] https://www.trekbikes.com/us/en_US/mountain_buyers_guide/full_suspension_vs_hardtail/.
[Hozzáférés dátuma: 2023.10.01].
- [21] <https://magura.com/en/EUR/product/adapter-is/more>. [Hozzáférés dátuma: 2023.10.01].
- [22] <https://bearframesupplies.co.uk/bfs-44mm-head-tube-steel-110mm/>.
[Hozzáférés dátuma: 2023.10.13].
- [23] <https://www.giant-bicycles.com/hu/fathom-2-2022>. [Hozzáférés dátuma: 2023.09.15].
- [24] <https://www.sram.com/globalassets/document-hierarchy/service-manuals/rockshox/front-suspension/2022-front-suspension-oil-air-coil-token-and-specifications-english.pdf>.
[Hozzáférés dátuma: 2023.10.03].
- [25] P. Tasnádi , L. Skrapits és G. Bérces, Mechanika 1., Budapest: Dialóg Campus Kiadó, 2013.
- [26] G. Á. Dr. Szíki és A. Szántó, Mérnöki Fizika, Debrecen: Debreceni Egyetemi Kiadó, 2019.
- [27] I. Páczelt, T. Szabó és Baksa Attila, Szerzők, A végeelem-módszer alapjai, 2007.
- [28] <https://www.bikefabsupply.com/housing-guides/housinghose-guide-single-for-clip-r17>. [Hozzáférés dátuma: 2023.10.23.].
- [29] <https://www.bikeradar.com/features/the-ultimate-guide-to-bike-geometry-and-handling/>.
[Hozzáférés dátuma: 2023.09.03].
- [30] <https://www.bikeperfect.com/features/mountain-bike-wheel-size-chart-everything-you-need-to-know>. [Hozzáférés dátuma: 2023.09.04].
- [31] <https://thebestbikelock.com/parts-of-a-bike/>. [Hozzáférés dátuma: 2023.09.01].
- [32] <https://www.bikeradar.com/advice/buyers-guides/what-is-a-gravel-bike>.
[Hozzáférés dátuma: 2023.09.20].
- [33] <https://www.paragonmachineworks.com/dropouts/sram-udh/dr2073-steel-sram-udh-t-type-round-rear-dropout-eccentric.html>. [Hozzáférés dátuma: 2023.10.14].
- [34] <https://csodabike.hu/Kozepcsapagy-68-73mm-MTB-Sram-DUB-BSA-GUIDE-WIDE-5>.
[Hozzáférés dátuma: 2023.10.20].

- [35] https://www.universalderailleurhanger.com/downloads/90-7518-190-000_E9_RELEASED.pdf.
[Hozzáférés dátuma: 2023.10.02].
- [36] <https://www.giant-bicycles.com/hu/glory-advanced-2024>. [Hozzáférés dátuma:
2023.09.15].
- [37] <https://www.cannondale.com/en/bikes/mountain/cross-country/scapel-ht/scapel-ht-hi-mod>
[Hozzáférés dátuma: 2023.11.04].
- [38] <https://www.giant-bicycles.com/hu/reign-2>. [Hozzáférés dátuma: 2023.11.04].

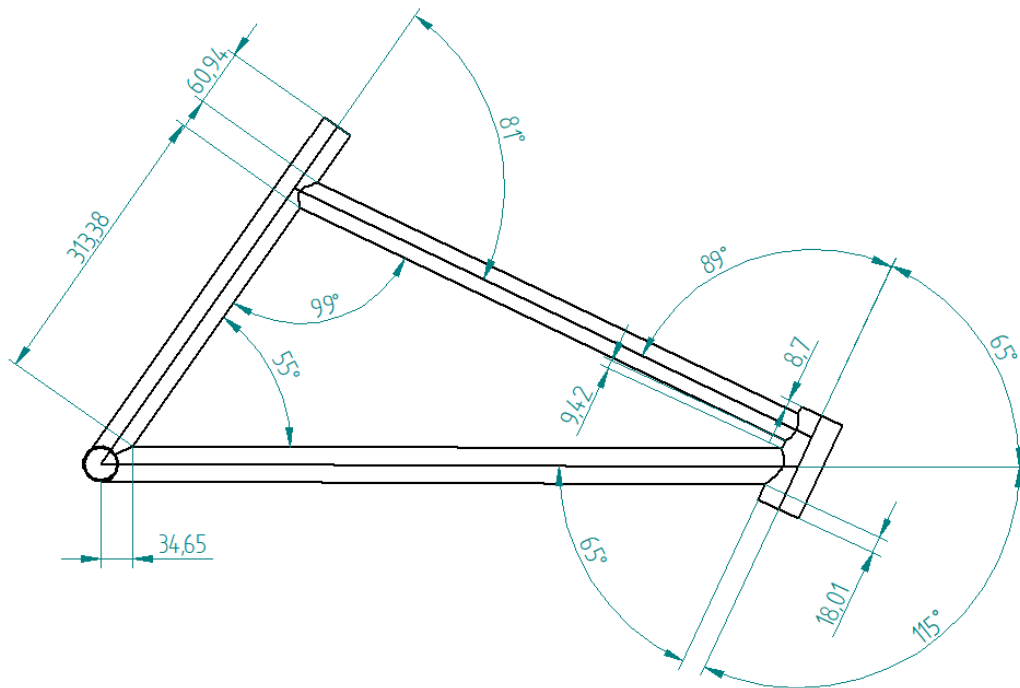
12. Ábrajegyzék

1. ábra Célérifére (forrás: bicajozz.hu).....	6
2. ábra Velocipede (forrás: A fixi kerékpározás és szubkultúrája)	7
3. ábra Kerékpár felépítése (forrás: saját szerkesztés)	9
4. ábra Kerékpár geometria és méretek (forrás: Giant-bicycles.com).....	12
5. ábra Kerékméretek (forrás: bikeprefect.com)	13
6. ábra Cross-country kerékpár (forrás: Cannondale.com).....	20
7. ábra Downhill kerékpár (forrás: Giant-bicycle.com)	20
8. ábra Enduro kerékpár (forrás: Giant-bicycles.com)	21
9. ábra Kiválasztott adapter és IS fékrögztítés (forrás: Magura.hu).....	26
10. ábra IS fékfelfogatás kialakítása (forrás: saját szerkesztés)	26
11. ábra Kiválasztott nyeregcső és nyeregcsőbilincs	27
12. ábra Nyeregvázcső kialakítása (forrás: saját szerkesztés).....	28
13. ábra BFS 44-110 fejcső (forrás: bearframesupplies.co.uk)	29
14. ábra ZS44 EC44 kormánycsapágy	29
15. ábra BFS 73mm BSA alsó konzol (forrás: bearframesupplies.co.uk)	30
16. ábra Sram DUB BSA integrált középccsapágy (forrás: csodabike.hu).....	31
17. ábra Univerzális váltótartófül (forrás: Sram.com).....	32
18. ábra UDH kompatibilis vázpapucs (forrás: Paragonmachineworks.com)	32
19. ábra Tengelyt tartó papucsok (forrás: saját szerkesztés).....	33
20. ábra Kiválasztott vezeték rögzítő (forrás: bikefabsupply.com).....	34
21. ábra Vezeték rögzítő (forrás: saját szerkesztés).....	35
22. ábra Láncvilla kialakítása (forrás: saját szerkesztés)	36
23. ábra Távvilla kialakítása (forrás: saját szerkesztés).....	36
24. ábra Fékrögztítés (forrás: saját szerkesztés)	37
25. ábra Fejcső merevítés (forrás: saját szerkesztés).....	38
26. ábra Távvilla merevítés (forrás: saját szerkesztés)	38
27. ábra Láncvilla merevítés (forrás: saját szerkesztés)	39
28. ábra Fejcsőszög tervezése (forrás: saját szerkesztés)	41
29. ábra Tervezéshez szükséges geometriák és méretek (forrás: saját szerkesztés).....	43
30. ábra Teleszkóp merőleges rugalmasságának mérése (forrás: saját szerkesztés)	44
31. ábra Erő elmozdulás diagramm, merőleges erőhatás esetén (forrás: saját szerkesztés).....	45
32. ábra Teleszkóp függőleges rugalmassága (forrás: saját szerkesztés)	46
33. ábra Erő elmozdulás diagramm, függőleges erőhatás esetén (forrás: saját szerkesztés)	47
34. ábra Gumiabroncs rugalmasságának vizsgálata (forrás: saját szerkesztés).....	48
35. ábra Gumiabroncs erő-elmozdulás diagramm (forrás: saját szerkesztés).....	49
36. ábra Első terhelési eset modellezéséhez szükséges peremfeltételek (forrás: saját szerkesztés).....	52
37. ábra Első terhelési esetben számított redukált feszültségek (forrás: saját szerkesztés).....	53
38. ábra Második terhelési eset modellezéséhez szükséges peremfeltételek (forrás: saját szerkesztés)	55
39. ábra Második terhelési esetben számított redukált feszültség (forrás: saját szerkesztés)	55
40. ábra Harmadik terhelési eset számításához szükséges erőkarok (forrás: saját szerkesztés)	57
41. ábra Harmadik terhelési eset peremfeltételei (forrás: saját szerkesztés)	58
42. ábra Harmadik terhelési esetben számított redukált feszültség (forrás: saját szerkesztés).....	58

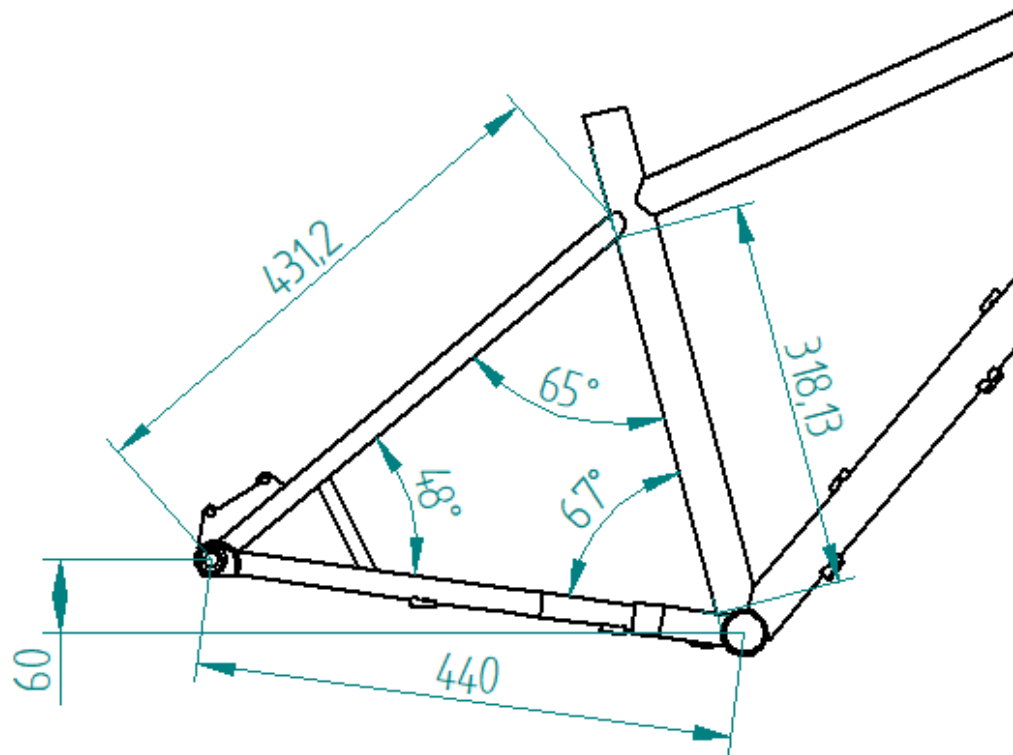
13. Táblázatjegyzék

1. táblázat Kerékpárváz anyagok tulajdonságai	15
2. táblázat Kerékpárok méretei.....	40
3. táblázat Tervezett váz geometria és méretek (forrás: saját szerkesztés)	43
4. táblázat Teleszkóp merőleges erőhatásra mért erő-elmozdulás értékei	45
5. táblázat Teleszkóp függőleges erőhatásra mért erő-elmozdulás értékei	46
6. táblázat Gumiabroncs mért erő-elmozdulás értékei	48
7. táblázat 4130 acél mechanikai tulajdonságai	50
8. táblázat Választott csőátmérők (forrás: saját szerkesztés)	50

14. Mellékletek



1. melléklet Első háromszög csöveinek darabolásához szükséges



2. melléklet Hátsó háromszög csöveinek darabolásához szükséges méretek