

## Versenyleírás és szabályzat

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
Automatizálási és Alkalmazott Informatikai Tanszék

2025. szeptember 9.  
Rev. 1.0

# Tartalomjegyzék

<b>1. A verseny célja</b>	<b>2</b>
<b>2. Résztvevők</b>	<b>2</b>
<b>3. Eszközök</b>	<b>2</b>
<b>4. Versenyfeladatok</b>	<b>3</b>
4.1. A játék menete . . . . .	3
4.2. Az ügyességi pálya elemei . . . . .	4
4.3. A gyorsasági pálya elemei . . . . .	8
<b>5. Külső kommunikáció</b>	<b>11</b>
<b>6. Kvalifikációk</b>	<b>11</b>
6.1. Q1 kvalifikáció: Előzetes kvalifikáció . . . . .	11
6.2. Q2 kvalifikáció: Ügyességi kvalifikáció . . . . .	11
6.3. Q3 kvalifikáció: Gyorsasági kvalifikáció . . . . .	12
<b>7. Pontozás</b>	<b>12</b>
7.1. Hozott pontok – Q1 kvalifikáció (10 pont) . . . . .	12
7.2. Ügyességi pálya (70 pont) . . . . .	12
7.3. Gyorsasági pálya (40 pont) . . . . .	12
7.4. Különdíj (10 pont) . . . . .	13
7.5. Összesítés . . . . .	13
<b>8. Tantárgyi értékelés</b>	<b>13</b>
8.1. Robotirányítás rendszertechnikája . . . . .	13
8.2. Önálló laboratórium . . . . .	14
<b>9. Időpontok, lebonyolítás</b>	<b>14</b>
9.1. A robotok átvételének feltételei . . . . .	14
9.2. Tesztpályák . . . . .	14
<b>10. Ajánlott ütemterv</b>	<b>14</b>
10.1. Szemináriumok . . . . .	15
<b>A. Függelék – Rádiós kommunikáció leírása</b>	<b>16</b>
<b>B. Függelék – Alaplemezzel kapcsolatos tudnivalók</b>	<b>18</b>
<b>C. Függelék – Műszaki rajzok és ábrák</b>	<b>19</b>

# 1. A verseny célja

A 2024/2025-es tanév őszi félévében immár tizenhatodik alkalommal kerül megrendezésre a RobonAUT verseny a BME Villamosmérnöki és Informatikai Kar (a továbbiakban BME-VIK) Automatizálási és Alkalmasztott Informatikai Tanszékének (a továbbiakban AUT) gondozásában. Célunk, hogy hallgatóinknak órarenden kívüli lehetőséget biztosítsunk arra, hogy az elméletben tanultakat a gyakorlatba átültetve ki-próbálják magukat eljövendő szakmájukban, összemérjék tudásukat és elszántásukat, és mindeközben jól szórakozzanak. A RobonAUT versenyen **önállóan működő (autonóm)** robotjárművek és készítőik vesznek részt. A robotok feladata, hogy emberi beavatkozás nélkül, minél rövidebb idő alatt végigjussanak különböző akadálypályákon, a lehető legtöbb részfeladatot teljesítve útjuk során.

A RobonAUT tulajdonképpen egy egész szemeszteren végighúzódó hallgatói projekt. A félév során a résztvevők folyamatos munkájára van szükség ahhoz, hogy a vizsgaidőszak után megrendezett versenyen sikert érjenek el. Az lesz a győztes, aki a legkifinomultabban működő, gyors és pontos irányítással szereli fel robotját, és így a legtöbb pontot szerzi a minden előnytő futamokon. A legjobbak eredményét erkölcsi siker, komoly pénzjutalom és a tanulmányi teljesítménybe való beszámítás is honorálja.

## 2. Résztvevők

A versenyt a BME-VIK mesterképzéses specializációinak hallgatói számára hirdetjük meg, azaz villamosmérnök, mérnökinformatikus és mechatronikai mérnök mesterhallgatók vehetnek részt a küzdelemben. A verseny ezenkívül szorosan kapcsolódik az AUT által oktatott **Robotirányítás rendszertechnikája** című tantárgyhoz, amely a villamosmérnöki MSc képzés Számítógép-alapú rendszerek, valamint a mechatronikus MSc képzés Intelligens beágyazott mechatronikai rendszerek specializációinak egyik tantárgya.

A versenyre csapatok nevezhetnek. **Csapatonként egy robotot** kell készíteni. A csapatok létszáma **3 fő** (indokolt esetben, egyedi engedéllyel 2 fő).

## 3. Eszközök

A versenyt gondozó tanszék eszközöket biztosít és anyagi támogatást nyújt a résztvevő csapatoknak a robotok megépítéséhez. Ez magában foglalja a legfontosabb részegységek, építőelemek beszerzését, a tanszéki laborok használatának lehetőségét, valamint adott mértékig a felmerülő gyártási és alkatrészköltségeket.

A tanszék által biztosított eszközök:

- **1 db autómodell.** Rádió-távirányítású, 1:10 méretarányú *Maverick Strada XT* autómodell, amely megfelelő átalakítások után a robot mechanikai platformjaként szolgál. Mechanikai módosításokra van lehetőség, de teljesítménynövelés (erősebb motor használata) **nem megengedett**.
- **1 db processzorkártya.** Az ST Microelectronics által gyártott *Nucleo-144* fejlesztőkártya, amely egy ARM Cortex-M33 processzormaggal rendelkező mikrokontrollert és számos bővítménytől lehetőséget tartalmaz. A kártya pontos típusa: *NUCLEO-L552ZE-Q*.
- **2 db rádiós modul (adó és vevő).** Az ügyességi futamnál játszanak fontos szerepet a rádiós modulok. A vevőmodul segítségével értesül a robot, hogy elindulhat az ügyességi pályán, és a pályán mozgó úgynevezett kalóz robot pozíciójáról is rádión keresztül értesül a versenyző robot. Az adómodul pedig egy szimulatorként funkcionál, amely segítségével a versenyt megelőzően a csapatok tesztelhetik a rádiós kommunikációt.
- **1 db gyors, fém fogaskerekes kormányszervó.** Az SRT által gyártott *BH922S* típusú digitális szervó lényegesen gyorsabb kormányzást tesz lehetővé az autó gyári szervójához képest. A további teljesítménynövelés (még gyorsabb szervó használata) **nem megengedett**.
- **80.000 Ft szabadon felhasználható költségkeret.** A tanszék a felmerülő alkatrészbeszervezési, nyomtatott áramkör gyártási költségeket az említett értékhatárig utófinanszírozással megtéríti. A finanszírozást az a csapat veheti igénybe, amelyik sikeresen teljesíti a Q2 és Q3 kvalifikációkat (ld. 6. fejezet).
- **Egyéb modulok, alkatrészek.** A fejlesztéshez mindenkorban szükséges, vagy nagy könnyebbésséget jelentő eszközök:
  - Tanszék által fejlesztett vonalszenzor modul. A modul gyártási költségét a szabadon felhasználható költségkeretből vonjuk le.

- Tanszék által fejlesztett motorvezérlő modul. A modul gyártási költségét a szabadon felhasználható költségkeretből vonjuk le.
- 1 db ST X-NUCLEO-IKS01A3 MEMS modul LSM6DSO inerciális szenzorral (giroszkóp és gyorsulásmérő)
- 2 db Sharp GP2Y0A41SK0F analóg infravörös távolságszenzor 4–30 cm méréstartománnyal
- 2 db Sharp GP2Y0A02YK0F analóg infravörös távolságszenzor 20–150 cm méréstartománnyal
- 1 db mágneses inkrementális adó modul Allegro A1333LLETTR-T szenzorral és radiális mágnessel
- 1 db alaplemez előre elkészített rögzítő furatokkal és extra lökhárítóval

## 4. Versenyfeladatok

A verseny során a résztvevő robotjárműveknek **két akadálypályán** kell végighaladniuk, amelyeken különböző feladatokat kell teljesíteniük. Az egyik pályán elsősorban a **gyorsaság**, míg a másikon az **ügyesség** számít. Az akadálypályák alapvetően vízszintes, sík felületen lesznek kialakítva. A gyorsasági pályán enyhe emelkedő, ill. lejtő is előfordul. A követendő útvonalat fekete **vezetővonal** jelöli.

A **gyorsasági pálya** alapvetően egy önmagába záródó vezetővonalból álló, tehát kör jellegű pálya, ahol minél jobb köridő elérése a cél. A gyorsasági pálya nyomvonalát a Függelék tartalmazza.

Az **ügyességi pálya** egy útvonalhálózat, ahol a feladat az, hogy az autó a vezetővonalon végigmenve összegyűjtse a pályán található korongokat, és visszavigye őket a kiindulási területre (a részleteket ld. később). A gyűjtést akadályozza a pályán található **kalóz robot**, amely a versenyző autóval egyszerre van a pályán, és egy előre nem ismert útvonalon halad. A kalóz robot is gyűjti a korongokat, és a saját kiindulási helyéhez viszi őket. A pályán található még egy **libikóka**, amely segítségével a kalóz által gyűjtött korongok értékének egy része visszaszerezhető, valamint néhány kapu, amivel a kalóz robot egy rövid időre „lefagyasztható”. Miután a versenyző robot összegyűjtötte a korongokat a pályán, át tud menni a gyorsasági pályára. Az ügyességi pálya nyomvonalát a Függelék tartalmazza.

### 4.1. A játék menete

A verseny minden csapat esetében az **ügyességi futammal** kezdődik, majd azt követi a **gyorsasági futam**. Az ügyességi futam és így a verseny indítása is a következő módon történik:

- A futam indítása előtt a versenyző csapatnak **1 perce** van a felkészülésre. Ez alatt kell a robotot a startmezőre helyezni. Ilyenkor már nem lehet a roboton futó szoftvert módosítani.
- Indítás előtt az autót **aktiválni kell**, amelyet az indításra kijelölt csapattag végez el.
- A tényleges indítás a roboton elhelyezendő **rádiós vevőmodul** segítségével történik az autó aktiválását követően. Az autó csak akkor indulhat el, ha a rádiós modul megfelelő üzenete megérkezett. A rádiós kommunikáció leírását, valamint a modul lábkiosztását a Függelék tartalmazza.
- Egy **alternatív indítógombbal** is el kell látni a robotot külső beavatkozás esetére. Ez az indítás független a rádiós indítástól.

Az ügyességi futam során a bírókon kívül a pálya területére senki nem léphet be. A futam akkor tekinthető érvényesnek, ha a robot sikeres indítás után elhagyja a startmezőt. Az ügyességi futam a következő esetekben ér véget:

- Az autó a pályán található korongokat összegyűjtötte, és ezt követően áttért a gyorsasági pályára, és megállt a safety car mögött.
- A futam kezdetekor minden robot egy **5 perces** időkerettel indul. Amennyiben ez az időkeret elfogy, a futam véget ér. Ha a robot ekkorra még nem járta be teljes mértékben a pályát, és nem állt át a gyorsasági pályára, akkor kézzel kell áthelyezni a safety car mögé.
- Ha a versenyző robot ütközik a korongokon kívül valamelyik pályaelemmel (pl. kalóz robot, kapuk), akkor minden versenyzőt, minden kalóz robotot visszahelyezzük a kezdeti pozíciójukba, és onnan indítjuk el őket. Tehát ebben az esetben **nem ér véget** a futam: a kapuk állapota, az 5 perc ből fennmaradó időkeret és a megszerzett pontok **nem változnak**. A futam során **maximum 5 beavatkozás** lehetséges, ennél több beavatkozás érvényteleníti a futamot.

Gyorsasági futam esetén az indítás a safety car segítségével történik. Ebben az esetben a safety car elindulása után indulhat el a robot. A futam menete a következő:

- A gyorsasági fordulóban minden robot legfeljebb hat (3+3) köröt tehet meg a gyorsasági pályán. Az első két vagy három kör a safety car-ral kapcsolatos feladatokra (ld. később) van fenntartva, a következő max. 3 kör a gyors száguldásra, ez utóbbi köridőket mérjük.
- A három gyors köröt követően a robotnak meg kell állnia. Ha a csapat úgy dönt, hogy kevesebb körrel is megelégszik, akkor korábban is lefújható a futam a csapattag erre vonatkozó egyértelmű jelzésére. Csapatonként a legjobb mért köridő számít bele az eredménybe.
- Amennyiben a robot eltéved, és külső beavatkozás válik szükségessé, akkor ezt az egyik csapattagnak egyértelműen jeleznie kell a vezetőbírónak, akinek az engedélye után beléphet a pálya területére. Ekkor a robotot arra a szakaszra kell visszahelyezni, ahonnan az letért, és a csapattag kizárálag a robothoz érhet hozzá. Ennél futamnál is **maximum 5 beavatkozás** lehetséges, ennél több beavatkozás érvényteleníti a futamot.
- A robot visszahelyezése során kizárálag egy reset gomb vagy az alternatív indítógomb megnyomása, vagy a robot tápkapcsolóinak ki-be kapcsolása engedélyezett. Bármielyen egyéb interakció a robottal tilos! Amennyiben a visszahelyezés megtörtént, akkor a csapattagnak a legrövidebb úton el kell hagynia a kijelölt pályát.
- Ha a robot menet közben nekimegy a mozdítható pályaalkatrészeknek úgy, hogy azok elmozdulnak, akkor az elmozdulás mértékétől függően a pályabírók kötelező beavatkozást rendelhetnek el. Ekkor a bírók helyreállítják az elmozdított elemet, az egyik csapattagnak pedig vissza kell helyeznie a robotot a vezetővonalra. Ez a beavatkozás is beleszámít a maximum 5 külső beavatkozásba.
- Ha a robot a safety car-ral ütközik, akkor a következő két eset lehetséges. Amennyiben az ütközés hatására a safety car további autonóm működése meghiúsul (pl. a versenyző robot lelökte a vonalról), akkor a pályabírók leveszik a pályáról a safety car-t. Ez az eset az előző pontban említett kötelező beavatkozással egyenértékű. Így a safety car-ral kapcsolatos további feladatok nem teljesíthetők, viszont az ütközés előtt megszerzett korábbi pontokat nem veszíti el a csapat (a külső beavatkozásért járó pontlevonáson túl, ld. 7. fejezet). Viszont ha az ütközés enyhe volt, ami után a safety car képes folytatni a feladatát, akkor nem avatkoznak be a pályabírók, és a robot teljesítheti a safety car-ral kapcsolatos további feladatokat. Az ütközéssel érintett feladat pontszáma – az ütközés mértékétől függetlenül – természetesen nem jár.

## 4.2. Az ügyességi pálya elemei

Mind a gyorsasági, mind az ügyességi pálya előre definiált elemekből épül fel. Az ügyességi pálya egy útvonalhálózat, amelynek pontos felépítése **előre ismert**. A cél a pályán található korongok begyűjtése minél rövidebb idő alatt, és ezt követően átjutni a gyorsasági pályára. A pálya bejárása során el kell kerülni a pályán tartózkodó kalóz robotot, amely szintén gyűjti a korongokat, ezáltal csökkenti a versenyző által elérhető pontszámot. A pályán a következő pályaelemek fordulhatnak elő:

- A pályaelemeket összekötő egyszerű vezetővonal
- Start
- Elágazás és becsatlakozás
- Zsákutca
- Korong
- Kapu
- Kalóz robot
- Libikóka

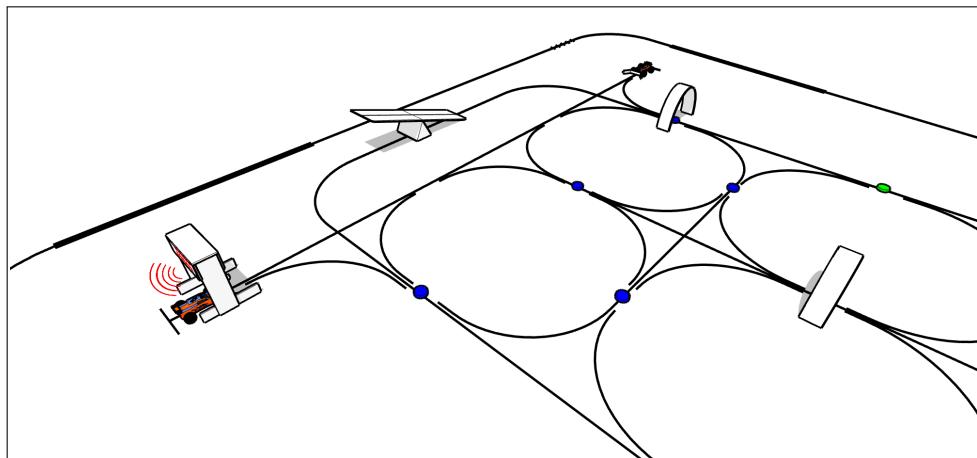
A következőkben bemutatjuk az egyes pályaelemeket és azok legfontosabb tulajdonságait. A pályaelemek pontos méretekkel ellátott rajzai a Függelékben találhatók.

#### 4.2.1. Egyszerű vezetővonal

A vezetővonal fekete színű, **19 mm szélességű szigetelőszalagból** készül. Egyenes és íves szakaszokból áll, az íves szakaszok **görbületi sugara nem lehet kisebb 100 cm-nél**.

#### 4.2.2. Start

Az indulást jelző rádiós adó a startkapuban található (lásd 1. ábra). Indulás előtt a robotot úgy kell elhelyezni, hogy a vezetővonal fölött helyezkedjen el. A korongokat a startkapu alatti és mögötti területre kell begyűjteni.



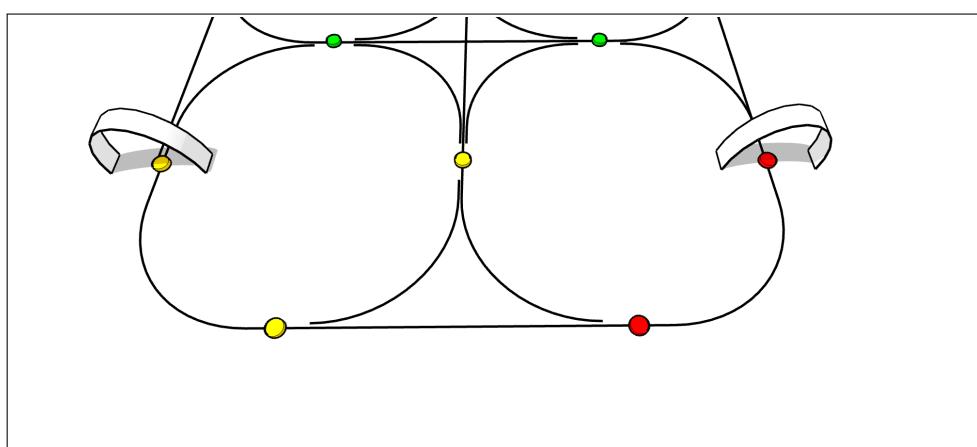
1. ábra. Start

#### 4.2.3. Elágazás és becsatlakozás

Az ügyességi pálya különböző részei egymáshoz a 2. ábrán látható, vagy hasonló felépítésű elágazással csatlakoznak. Ezen szakaszok minden irányból bejárhatók, így egy elágazás a másik irányból becsatlakozásnak tekinthető (lásd 2. ábra). Elágazás esetén két- vagy három irányba lehet tovább a vezetővonal. A szakaszok akár keresztezhetik is egymást (lásd 2. ábra). A lehetséges struktúrák a függelékben, az „Elágazás, becsatlakozás” c. ábrán láthatóak.

Az elágazásokban a vezetővonalon speciális jelölés található, amely segíti a versenyző robot lokalizációját ( pontosan hol helyezkedik el a pályán). A speciális jelölés pontos terve a Függelékben található.

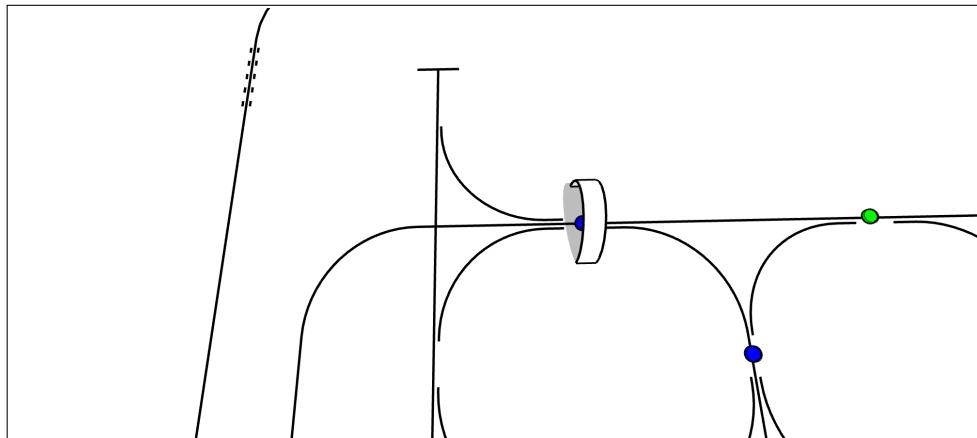
Az ügyességi pálya leírható egy gráffal, amely **csomópontokból** és az ezek közötti **pályaszakaszokból** áll. Csomópontoknak az elágazások helyét nevezzük. Bizonyos csomópontknál csak elágazás található, kapu nem, más esetben elágazás és kapu is található. Az ügyességi pálya pontos, méretezett térképét a későbbiekbén közzétesszük.



2. ábra. Elágazás és becsatlakozás

#### 4.2.4. Zsákutca

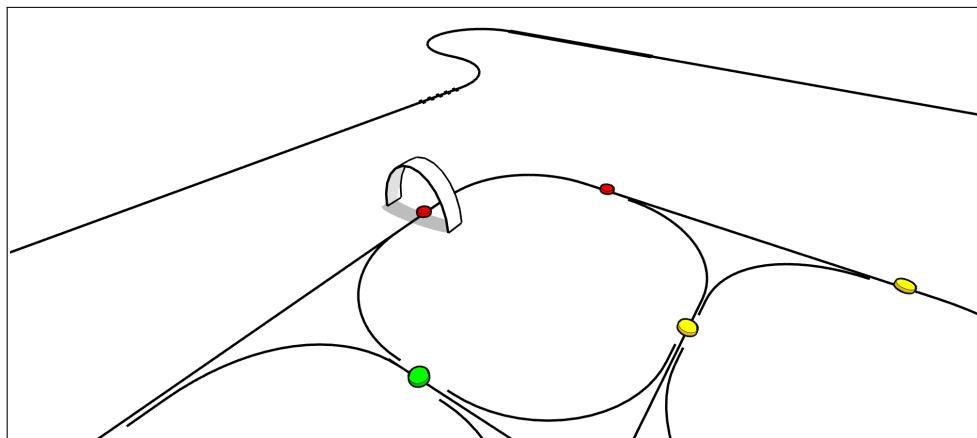
A két robot kiindulási szakaszai zsákutcaként érnek véget, tehát nem csatlakoznak vissza a pálya más szakaszához (lásd 3. ábra). Ha a robot behajt egy zsákutcába, akkor vissza kell tolatnia a legutóbbi elágazásig, hogy folytatni tudja az útját.



3. ábra. Zsákutca

#### 4.2.5. Korong

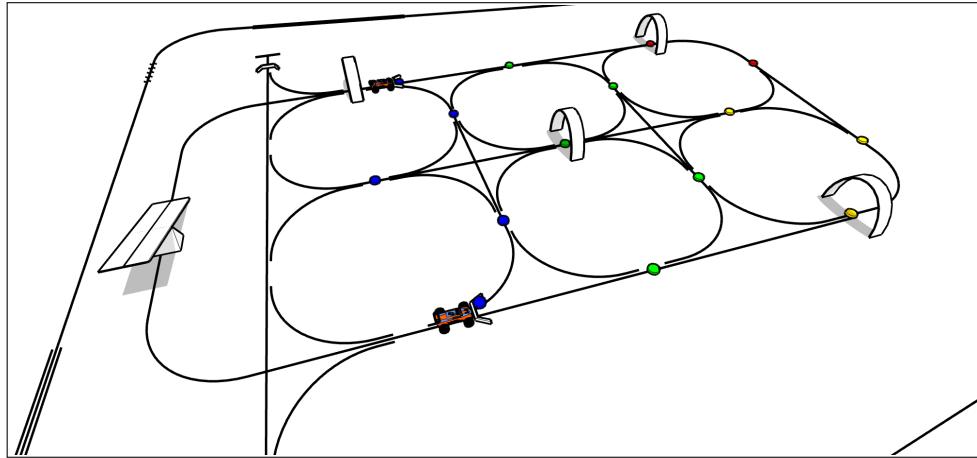
Az ügyességi pályán összesen **15 db** korong található. Bizonyos korongok a kapuk alatt találhatóak, mások elágazásokban. A korongokért különböző pontszámot lehet kapni, amit a korongok vizuális megjelenése is mutat. A korongok elhelyezkedése és pontszámai a Függelékben, „Az ügyességi pálya nyomvonala” c. ábrán láthatóak.



4. ábra. Korongok a pályán. A különböző színű korongok, más-más pontszámot érnek.

#### 4.2.6. Kapu

Az ügyességi pályán összesen **4 db** kapu található, és ezen kapuk segítségével a kalóz robot „lefagyasztható”. minden kapu csak egyszer használható fel, és minden esetben **5 s** ideig marad mozdulatlan a kalóz robot a kapun történő áthaladást követően. A kapuk különböző színnel világítanak, hogy a közönség számára egyértelmű legyen az állapotuk (pl. felhasználható, aktív, felhasznált).

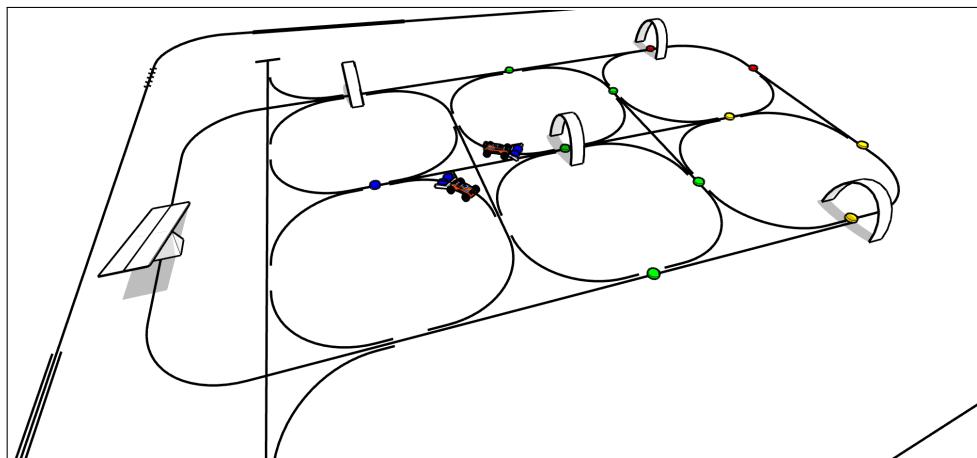


5. ábra. Pályarészlet elágazásokkal, becsatlakozásokkal és kapukkal.

#### 4.2.7. Kalóz robot

A versenyzőt egy kalóz robot akadályozza a futam során, amelyet a szervezők biztosítanak. A kalóz robot ugyanúgy gyűjti a korongokat, mint a versenyző robot, csak ő a saját kiindulási helyére viszi el azokat. A futam során a kalóz robot **nem feltétlenül gyűjt be minden korongot**.

Habár a kalóz robot útvonala nem ismert, bizonyos információk a mozgásáról elérhetőek a versenyző robot számára a rádiós modul segítségével. Ezek közé tartozik a kalóz robot **aktuális pozíciója**, valamint az, hogy a következő csomópont után merre fog tovább haladni. Ezen információk alapján a versenyző robotnak **el kell kerülnie** az ütközést a kalóz robottal. Amennyiben szükséges, tolatassel kell megakadályoznia az ütközést. A kalóz robot nem ismeri a versenyző robot helyzetét, az ütközés elkerülése a **versenyző robot felelőssége**. A kalóz robot a start kapu jelére indul, ahogyan a versenyző robot is. A sebessége nem nagyobb **1 m/s-nál**.

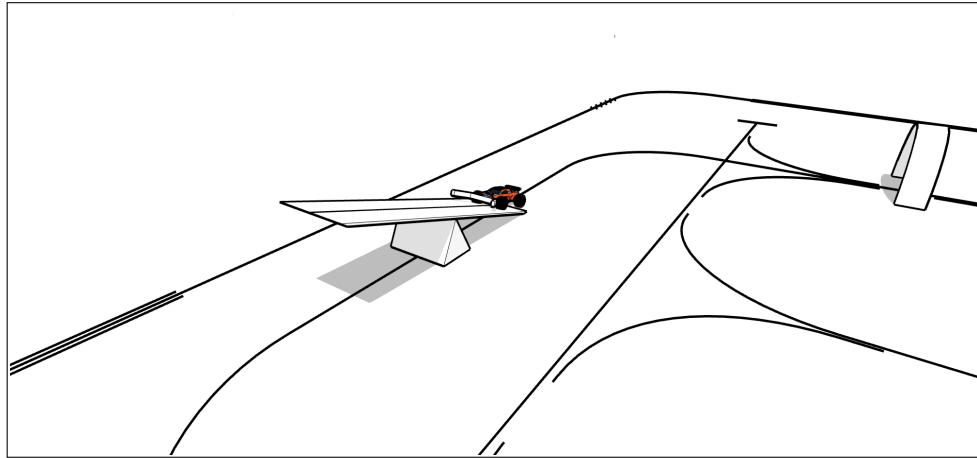


6. ábra. Pályarészlet, ahogy a kalóz robot begyűjti a korongokat.

#### 4.2.8. Libikóka

A pályán található egy libikóka, amelyen pluszpontokért **egyensúlyozni** lehet. A többletpontokat akkor kapja meg a robot, ha legalább **5 másodpercig** a libikóka **egyik vége sem ér le** a földre. A többletpontok a **futam végén** kerülnek összeszámolásra, a versenyző és a kalóz robot által gyűjtött pontok **30%-a** kapható meg a sikeres egyensúlyozással.

A libikóka előtti szakasz használható a gyorsasági pályára való áttéréshez is, mivel itt a vezetővonal párhuzamos a gyorsasági pályával. Az áttérés során a versenyző robotnak a safety car mögött kell megállnia.



7. ábra. Libikóka.

### 4.3. A gyorsasági pálya elemei

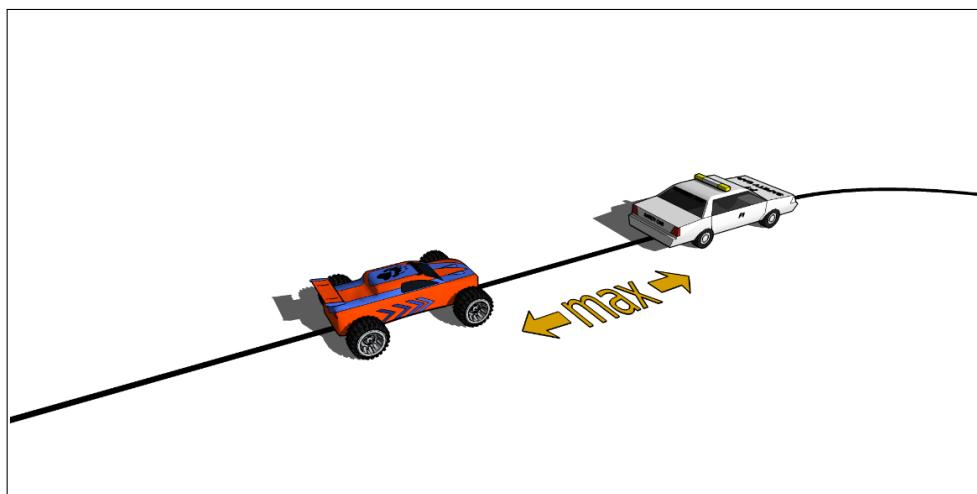
A gyorsasági pályát egyetlen, megszakítás nélküli, önmagába záródó vezetővonal alkotja. A pályán előforduló hosszabb egyenes szakaszok (az ún. gyorsasági szakaszok) elejét és végét külön jelöljük, ezzel is biztosítva a minél nagyobb sebességek elérésének lehetőségét. A gyorsasági pálya nyomvonala a függelékben megtalálható.

#### 4.3.1. Egyszerű vezetővonal

A vezetővonal fekete színű, **19 mm szélességű szigetelőszalagból** készül. Egyenes és íves szakaszokból áll, az íves szakaszok **görbületi sugara nem lehet kisebb 100 cm-nél**. Az egyszerű vezetővonal közelében oldalirányban 50 cm-nél közelebb nem lehet fal, vezetővonal, vagy más zavaró objektum. Ennél közelebbi falak csak speciális pályaelemek (pl. időmérő kapu) részei lehetnek. A haladási irány szerinti érintőirányban 100 cm-nél közelebb nem lehet sem fal, sem más, a padló síkjából kiemelkedő zavaró objektum (vezetővonal, ellenőrzőpont vonal lehet).

#### 4.3.2. Safety car

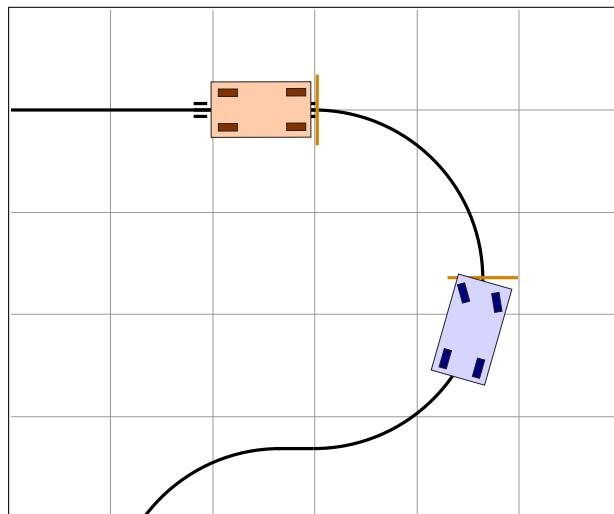
A gyorsasági futamoknál az autók indítása egy felvezető biztonsági autó (safety car) segítségével történik, melyet a szervezők biztosítanak. Az ügyességi futam után a robotnak a safety car mögött meg kell állnia. A futam tényleges kezdetét a safety car elindulása jelzi. Ezután a versenyző robotnak követnie kell a safety car-t anélkül, hogy utolérné, vagy 1 méternél nagyobb mértékben lemaradna.



8. ábra. Safety car

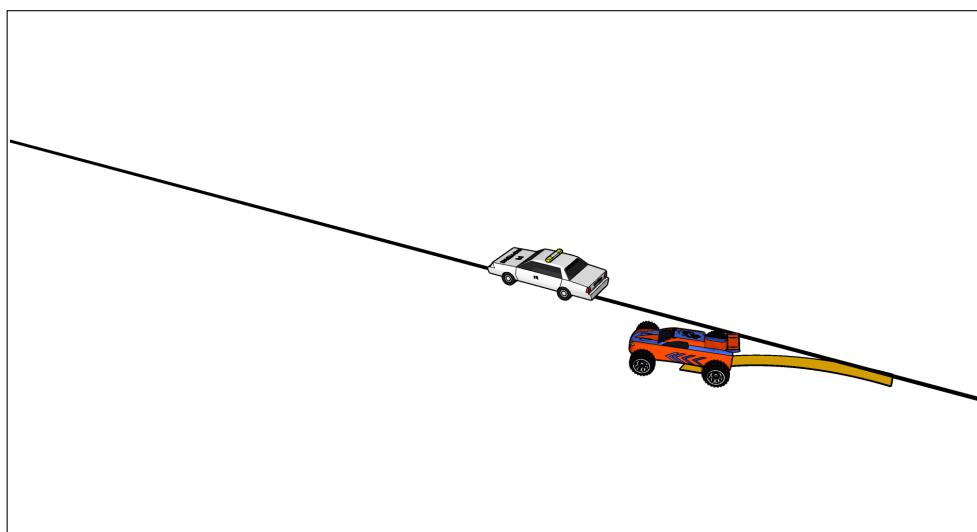
A követési távolságot a felső gyorsasági szakasz előtt fogjuk mérni (lásd a 9. ábrát). Amikor a safety car ráhajt a felső „gyorsasági szakasz kezdete” jelölésre (barna autó az ábrán), akkor a versenyző robot

nem lehet hátrébb az ábrán jelölnél (kék autó). Amennyiben a robot bármikor hátulról nekimegy a safety car-nak, a követésért járó pontot **nem kapja meg**.



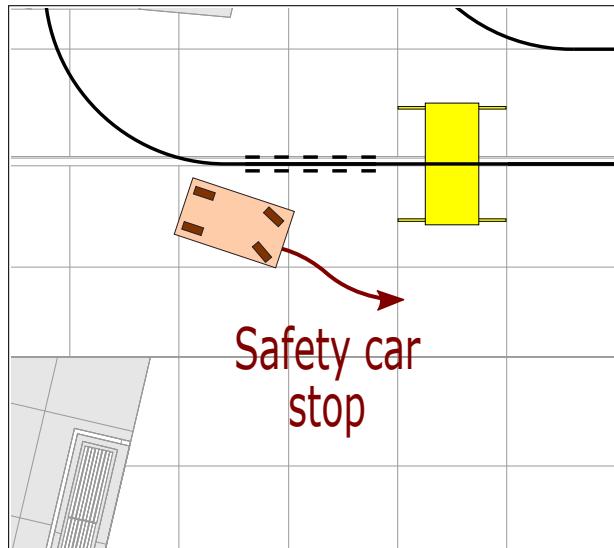
9. ábra. A safety car követési távolság mérése

A versenyző robotnak lehetősége van a felső gyorsasági szakasznál megelőznie a safety car-t. Az előzés **csak bal oldalról** történhet, és közben az autó nem érhet hozzá a safety car-hoz. Az előzés akkor tekinthető sikeresnek, ha az autó visszatalált a vezetővonalra a felső gyorsasági szakasz vége előtt. Sikeres előzést követően a robot már bármikor nagyobb sebességre gyorsíthat.



10. ábra. A safety car előzése

A safety car **két kört tesz** meg a pályán, mielőtt kiállna, így a versenyző robotnak kétszer is lehetősége van a felső gyorsasági szakasznál megelőznie (mindkét előzésért külön pont jár). A safety car az időmérő kapu előtti, lenti gyorsasági szakasznál fog kiállni a pályáról (lásd a 11. ábrát).

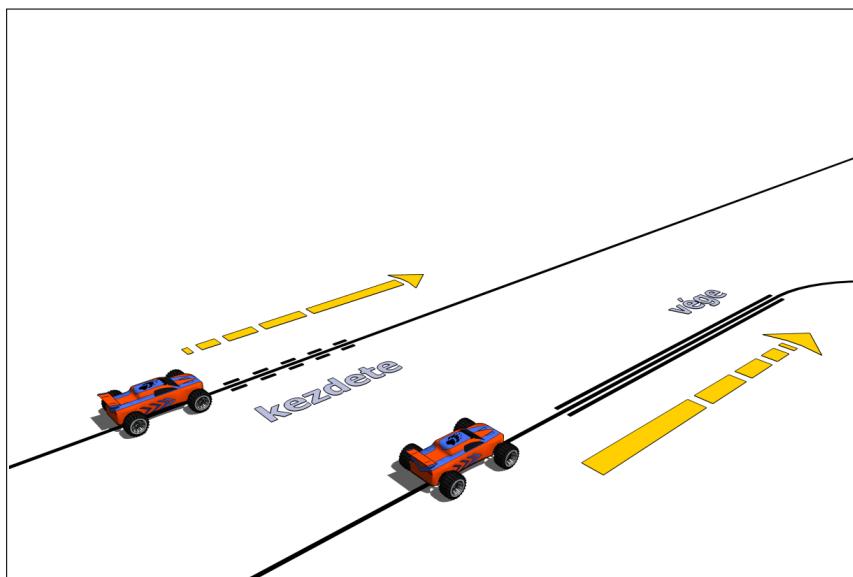


11. ábra. A safety car kiállása a második kör után

A safety car jól definiált hátsó felépítéssel rendelkezik, amely egy megfelelő nagyságú, jó fényvisszavérő képességű hátlapot jelent, megkönnyítve a szenzoros követést (lásd a függelékben a „Safety car hátsó felépítése” c. ábrán). A safety car maximális sebessége gyorsasági szakaszokon **1,5 m/s**, kanyarokban **1,0 m/s** lehet. Menet közben nem áll meg, de a sebességét változtathatja. A safety car a második körben növelheti a sebességét, de ebben az esetben is betartja a fentebb említett sebességkorlátokat.

#### 4.3.3. Gyorsasági szakasz

A gyorsasági szakasz hosszú, egyenes vonalszakaszt jelent, amely lehetőséget ad nagyobb haladási sebességek elérésére is. A gyorsasági szakasz elejét a vezetővonal mellett megjelenő két párhuzamos szaggatott vonal jelzi. A szakasz vége előtt a vezetővonallal párhuzamos két folytonos vonal figyelmeztet arra, hogy a biztonságos továbbhaladáshoz célszerű lassítani. A gyorsasági szakasz elhelyezkedhet lejtőn vagy emelkedőn, de a pályasík meredeksége a szakaszon nem változik (nincs meredeksgyűrű a gyorsasági szakaszon).

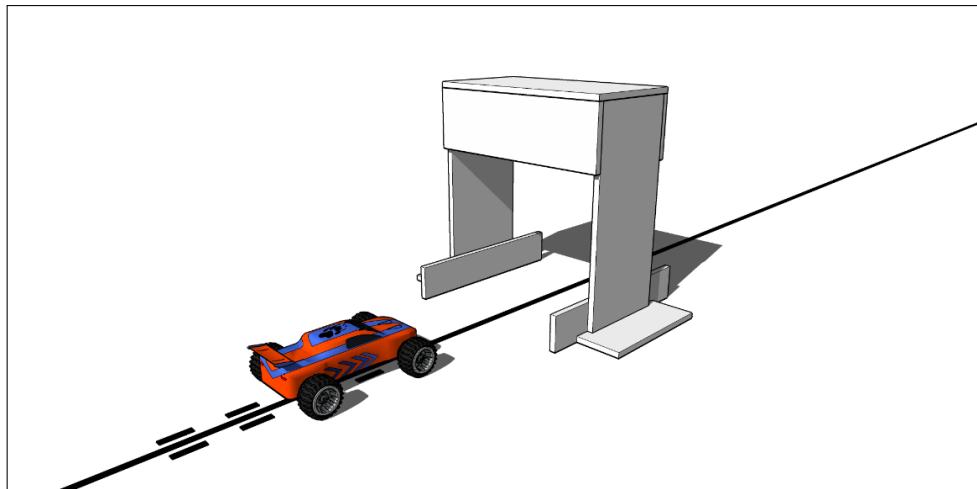


12. ábra. Gyorsasági szakasz kezdete és vége

#### 4.3.4. Időmérő kapu

A gyorsasági pályán a köridő mérése egy erre kialakított kapunál történik. A robot a kapu után indul a safety car-ral együtt, és a safety car még a kapu előtt el is hagyja a pályát a második kör végén (lásd

11. ábra). A kapu alatti ötödik vagy hatodik elhaladás után (attól függően, hogy hányszor előzte meg a safety car-t) a robotnak meg kell állnia.



13. ábra. Időmérő kapu

## 5. Külső kommunikáció

A verseny alapvető célja, hogy a robotok **autonóm működésűek** legyenek, vagyis emberi beavatkozás nélkül hajtsák végre a feladatokat. A robotoknak magukban kell foglalniuk a teljes irányítórendszerüket és tápellátásukat. Játék közben a robot és a külvilág között **semmilyen kommunikáció vagy távvezérlés nem megengedett**, még a robot felől külső eszköz felé történő kommunikáció sem! Ez alól kivételt jelentenek a szabályzatban előírt kommunikációs csatornák:

- A robot tetején a szervezők által **elhelyezett kamera**, amely élőképet sugároz az autó szemszögéből.
- Az **ügyességi** pályán használt **rádiós** kommunikáció.

Ezek a kommunikációs rendszerek önálló egységet alkotnak, általános célra nem hozzáférhetők a versenyzők számára.

## 6. Kvalifikációk

A versenyen való sikeres részvétel érdekében a csapatoknak különböző kvalifikációkon kell részt venniük a felkészülés során. Az ezeken elért megfelelő eredmény egyrészt a versenyen való indulás és a költséghatékony utófinanszírozásának feltétele, másrészt „hozott pontok” formájában magába a versenypontszámba is beszámításra kerül.

### 6.1. Q1 kvalifikáció: Előzetes kvalifikáció

Az előzetes kvalifikáció alapvetően az **autók vonalkövetését** és a **safety car követését** hivatott ellenőrizni. A kvalifikáció során az autóknak egy erre külön felépített gyorsasági tesztpályán kell végighaladniuk. Az elért legjobb köridő alapján történik az eredmények meghatározása.

Az itt elért eredmény „hozott pontok” formájában beszámít a verseny pontszámába (ld. 7. fejezet), valamint a tantárgyi értékelések is ez alapján történnek, viszont ez a kvalifikáció **nem kötelező** feltétele a versenyen való részvételnek.

**A Q1 kvalifikációs futam időpontja 2024. december 9. hétfő, 14:00–16:00**

### 6.2. Q2 kvalifikáció: Ügyességi kvalifikáció

Az ügyességi kvalifikáció során egy versenybíró jelenlétében a robotoknak sikeresen teljesíteniük kell az ügyességi pályaelemeket. A kvalifikációs futam indítása megegyezik a versenyfutamával (rádiós indítás), és **legalább 6 korongot** be kell gyűjtenie a sikeres teljesítéshez. Ezenkívül be kell mutatni a **külső beavatkozás** esetét. Ilyenkor az autót kézzel visszahelyezzük a startpozícióba, és a rádiós startszekvencia

segítségével újra el kell tudni indítani a robotot. A kvalifikáción azt is be kell mutatni, hogy a robot képes elkerülni az ütközést a kalóz robottal.

Ez a kvalifikációs futam kötelező feltétele a versenyen való részvételnek és a költségkeret utófinanszírozásának.

A Q2 kvalifikációs futam időpontja 2025. február 3. hétfő, 14:00–18:00

### 6.3. Q3 kvalifikáció: Gyorsasági kvalifikáció

A gyorsasági kvalifikáción az autóknak egy erre külön felépített gyorsasági tesztpályán kell végighaladniuk. A robot akkor tekinthető kvalifikáltnak, ha egy megadott szintidőn belül végigérte a tesztpályát, és bizonyította, hogy képes a safety car követésére. Ezenkívül be kell mutatni az ügyességi pályáról a gyorsasági pályára való áttérést abban az esetben, ha **külső beavatkozásra** van szükség. Vagyis be kell mutatni a gyorsasági futam alternatív indításának működését is. Az előzési feladat bemutatása is ajánlott, de nem kötelező. A szintidő a gyorsasági tesztpálya ismeretében kerül meghatározásra.

Ez a kvalifikációs futam is kötelező feltétele a versenyen való részvételnek és a költségkeret utófinanszírozásának.

A Q3 kvalifikációs futam időpontja 2025. február 5. szerda, 14:00–18:00

## 7. Pontozás

A verseny során jutalom- és büntetőpontok is szerezhetők. A teljes pontszám a hozott pontokból, az ügyességi és gyorsasági futamon szerzett pontokból, és a közönség helyszíni szavazatai alapján odaítélt pontokból adódik össze. A különböző futamok pontozása a következő:

### 7.1. Hozott pontok – Q1 kvalifikáció (10 pont)

Q1 pontszám =  $(50 - \text{legjobb köridő})$  pont  
Hozott pontok =  $\lceil Q1 \text{ pontszám} / 2 \text{ pont} \rceil$

A legjobb köridő egész másodpercben értendő, felfelé kerekítve. A Q1 pontszám nem lehet kevesebb, mint 0 pont, és nem lehet több mint 20 pont.

### 7.2. Ügyességi pálya (70 pont)

Az ügyességi pálya esetén a következő feladatak elvégzésével lehet pontot szerezni:

- Korongok begyűjtése:
  - 5 db **1 pontos** korong
  - 5 db **2 pontos** korong
  - 3 db **5 pontos** korong
  - 2 db **10 pontos** korong
- Egyensúlyozás: a versenyző és a kalóz által begyűjtött **pontok összegének 30%-a**
- Sávváltás: **5 pont**
- Külső beavatkozás: **-5 pont** beavatkozásonként

Csak azokért a korongokért jár pont, amiket a versenyző robot begyűjtött a startkapu alatti és mögötti területre. A futam végén érvényes állapot alapján kerül kiosztásra az egyensúlyozásért járó pontszám. Az ügyességi pályán maximum **70 pont** szerezhető, de a gyakorlatban ez nehezen érhető el a kalóz robot miatt.

### 7.3. Gyorsasági pálya (40 pont)

A gyorsasági pályán legfeljebb 3+3 kör fut minden csapat. Az utolsó három kör idejét mérjük, és a legjobb köridőt vesszük figyelembe. A pálya teljesítése során a következő módokon lehet pontot szerezni vagy veszíteni:

- Safety car követése: **5 pont**
- Safety car megelőzése: **2x5 pont**

- Külső beavatkozás: **-2 pont** beavatkozásonként
- Időbónuszok a 10 leggyorsabb csapatnak (a Forma-1 pontozása alapján):

Időeredmény	Pontszám
1. hely	25 pont
2. hely	18 pont
3. hely	15 pont
4. hely	12 pont
5. hely	10 pont
6. hely	8 pont
7. hely	6 pont
8. hely	4 pont
9. hely	2 pont
10. hely	1 pont

*Megjegyzés: A versenyen részt vehetnek visszatérő versenyzőkből álló „senior” csapatok is. A gyorsasági fordulóban elért időeredmény alapján kiosztandó időbónuszoknál a „junior” (először versenyző) és a senior csapatok külön elbírálás alá kerülnek, tehát a seniorok esetleges jobb időeredményükkel nem ronthatják a junior csapatok pontszerzési lehetőségeit. Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy az összesített időrangsoron túl feldállítunk egy junior rangsort is, amely csak a junior csapatok időeredményeit tartalmazza. Ez azt is jelenti, hogy a junior csapatok kétféle gyorsasági pontszámmal rendelkeznek az értékelés során.*

#### 7.4. Különdíj (10 pont)

A versenyen résztvevő csapatok között három **különdíjat** is odaítélünk a közönség helyszíni szavazatai alapján. A különdíjakkal a robotok esztétikus, ötletes, látványos megvalósítását díjazzuk. A három legtöbb szavazatot szerzett csapat **10, 7, illetve 4 bónuszpontot** kap.

#### 7.5. Összesítés

A versenyben maximálisan  **$10+70+40+10 = 130$  pont** érhető el.

### 8. Tantárgyi értékelés

A Q1 kvalifikáció eredménye nemcsak hozott pontokat jelent a versenyen, hanem a következő tantárgyak értékelésébe is beleszámít.

#### 8.1. Robotirányítás rendszertechnikája

Mivel a verseny a Robotirányítás rendszertechnikája című tantárgyhoz kapcsolódik, a Q1 kvalifikációt teljesítő csapatok tagjai a kvalifikációs eredményüket **beszámítathatják a tantárgy eredményébe** oly módon, hogy a **Q1 kvalifikációs pontokat** hozzáadják a vizsgán elért – és a zárhelyi eredményével módosított (ld. lejjebb) – pontszámhoz. Ez a lehetőség csak legalább elégséges eredmény esetén vehető igénybe. Az érdemjegyek ponthatárai a következők:

Pontszám	Érdemjegy
0–44 pont	1
45–59 pont	2
60–74 pont	3
75–89 pont	4
90–100 pont	5

Látható, hogy legalább elégséges szintű pontszámnál 20 plusz pont akár kettővel jobb jegyet jelent. A tantárgy érdemjegye függ a zárhelyin elért eredménytől is, az érdemjegy alapját képező végső pontszám képlete a következő:

$$0,3 \cdot ZH + 0,7 \cdot Vizsga + RobonAUT (Q1)$$

## 8.2. Önálló laboratórium

A versenyfelkészülés önálló laboratórium, illetve mechatronika szakosoknak projektfeladat keretében is végezhető. Ez esetben a Q1 kvalifikáción elérte legjobb köridő és a félév során nyújtott munka alapján törtenik a jegy/aláírás meghatározása. Az önálló laboratórium teljesítésének feltétele az **50 másodpercnél** jobb köridő.

## 9. Időpontok, lebonyolítás

A verseny időpontja **2025. február 8.** (szombat), **10 óra**. Helyszíne a **BME Q épületének aulája** (1117 Budapest, Magyar Tudósok körútja 2). A robotokat a verseny helyszínén legkésőbb 9:30-ig jóvá kell hagyni a versenybírókkal. A robotok a pálya mellett, a közönség számára is látható helyen lesznek kiállítva, és a verseny előtti utolsó 30 percben a csapatok már nem változtathatnak rajtuk.

A versenyen való részvételhez minden csapatnak választania kell **egy csapatnevét és egy csapatlogót**, amelyet legkésőbb **október 4-ig** közölniük kell a szervezőkkel. Név nélküli csapat nem versenyezhet! A csapat neve és logója egyértelműen látható kell, hogy legyen a roboton a verseny és a kvalifikációk során.

### 9.1. A robotok átvételének feltételei

1. A robotokon nagyméretű, egyértelmű jelzést kell elhelyezni, amin látható a versenyző **csapat neve és logója**.
2. A robotokon ki kell alakítani egy olyan rögzítési pontot, amelyhez a szponzorok logójával ellátott zászló hozzáerősíthető (lásd a Függelékben). A zászlót a robotnak a verseny teljes időtartama alatt hordoznia kell.
3. A robotokon biztosítani kell egy olyan rögzítési lehetőséget, amelyhez egy kisméretű kamera hozzáerősíthető, annak tartozékaival együtt. A kamera feladata élőkép közvetítése az autó fedélzetéről. A kamera csak a verseny napján áll majd rendelkezésre, az adott futam előtt kell az autóra szerelni, a futam után pedig eltávolítjuk. A kameratartó konzolt az autóhoz adott alaplemezzel együtt a szervezők biztosítják (lásd a Függelékben), amelyek elhelyezése az ábrázolt módon kötelező! A kamerának és tartozékainak becsült tömege **500 g**.
4. A robotokban található vezetéknélküli kommunikációs eszközöket (Bluetooth, Wifi, mobiltelefon stb.) el kell távolítani vagy deaktiválni kell, kivéve az ügyességi pályán használt rádiós modult.
5. Amennyiben a csapat a robot futam közbeni visszahelyezése esetén bármilyen gombot meg kíván nyomni (alternatív indítógomb vagy reset), akkor ezeket a gombokat a robot külső burkolatán kell elhelyeznie. Visszahelyezéskor a robot burkolatának eltávolítása nem engedélyezett.

## 9.2. Tesztpályák

A verseny előtti próbafutamokhoz tesztpályá(ka)t biztosítunk a Q épület folyosóin, amelyek a verseny hivatalos pályaelemeiből épülnek fel.

A hivatalos tesztelési időpontokat később hozzuk nyilvánosságra. A meghirdetett időpontokban a tanszéki laborokban (Q.B127, Q.B121) felügyeletet biztosítunk, így a megszokott műszerek és forrasztó-állomások használhatóak. A tesztpályák használata a fenti időpontokon kívül is megengedett, de ekkor a műszerpark, a forrasztóállomások és a hivatalos pályaelemek használata nem biztosított, ezért felhívjuk a csapatok figyelmét, hogy a szükséges eszközöket (laptop, kézi multiméter, kézi szerszámok, pótalkatrészek, akkutöltő, elosztó stb.) hozzák magukkal, mivel a folyosókon a korlátozott számú 230 V-os hálózati aljzaton kívül más nem áll rendelkezésre.

## 10. Ajánlott ütemterv

Ahhoz, hogy a robotok biztosan időben elkészüljenek a versenyre, a következő ütemterv betartását ajánljuk. A dátumok úgy lettek meghatározva, hogy ezek mentén haladva a verseny teljesíthető legyen. A megadott időpontoktól elmaradni nem érdemes, mert az a versenyen való sikertelen szereplés veszélyét rejti magában. Gyorsabban haladni természetesen lehet (sőt ajánlott), érdemes a verseny előtti utolsó

hetekre minél több tartalék időt hagyni az esetlegesen felmerülő hibák kijavítására, a versenystratégiák alapos kitesztelésére.

Mérföldkő	Dátum
Első villogó LED	2024. szeptember 17.
Kiegészítő kártya gyártásba leadva	2024. október 21.
Kiegészítő kártya beültetve	2024. november 4.
Szenzorok, motorok kezelése alapszinten működik	2024. november 11.
Szabályozások (sebesség, vonalkövetés, Safety car követés) működnek	2024. november 25.
Ügyességi feladatok végrehajthatók	2025. január 27.

## 10.1. Szemináriumok

A fentiek könnyebb teljesítése érdekében a felkészülés első időszakában szemináriumokat tartunk a következő témákban:

Szeminárium	Dátum	Időpont	Helyszín
Hardvertervezési, méretezési irányelvek, szenzorok	2024. szeptember 13.	14:15	QBF15
STM32 programozás bevezető, szoftverfejlesztési alapok	2024. szeptember 17.	9:00	QB127
Nyomtatott áramkör tervezés Altium Designerrel	2024. szeptember 20.	14:15	QBF15
A versenyhez kapcsolódó szabályozástechnikai kérdések	2024. szeptember 27.	14:15	QBF15

## A. Függelék – Rádiós kommunikáció leírása

A rádiós vevőmodullal UART kapcsolaton keresztül lehet kommunikálni. A kapcsolat egyirányú, minden esetben a rádiós modul küld üzeneteket a robot felé. Az UART kapcsolat fontosabb paraméterei:

- 115200 baud,
- 8 bit adat, nincs paritásbit, 1 stop bit (8N1),
- 3,3V logikai jelszint.
- minden üzenet végét \r (Carriage Return, 0x0D) karakter jelzi.

A rádiós modul az UART kapcsolaton keresztül minden esetben ASCII üzeneteket küld. Az ügyességi futam indítása esetén a következő üzenetsorozatot küldi el:

'5\r', '4\r', '3\r', '2\r', '1\r', '0\r',

ahol '5'-től '1'-ig a csomagok 1 másodperces késleltetéssel követik egymást, míg '1' és '0' között 2-4 másodperc telhet el, a konkrét késleltetés hossza véletlenszerű. Az autó csak a '0' üzenet megérkezése után indulhat el.

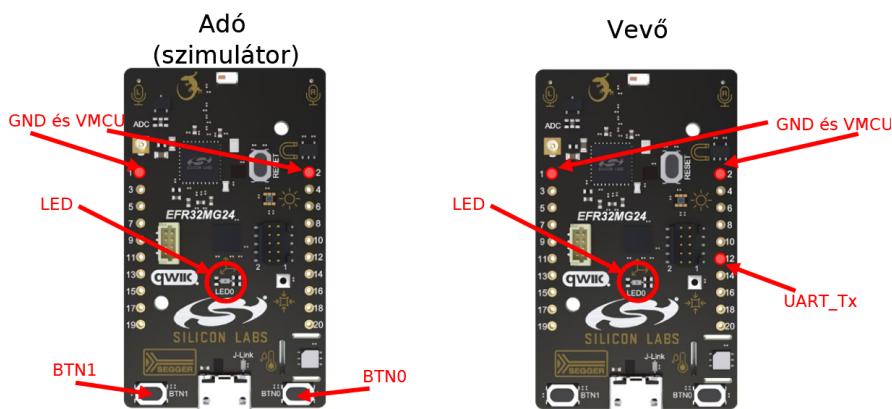
Az ügyességi futam indulása után pedig a kalóz robot pozícióját küldi el a rádiós modul periodikusan. A pozíció alatt azt a két csomópontot értjük, amely között a kalóz robot tartózkodik, valamint egy százalékos arányt, amely megadja a két csomópont közötti pontos helyzetet. A kalóz kiküldött aktuális pozíciója az első vonalszenzorának a pályával való metszéspontját jelenti. Ehhez képest a robot kiterjedése előrefelé 5 cm, hátrafelé 50 cm. A kalóz robot 34 cm széles. Ezenkívül a rádiós modul elküldi azt is, hogy a kalóz robot a következő csomópont után melyik csomópont irányába fog haladni. A konkrét formátum a következő:

'XYZn\r',

ahol a kalóz robot éppen az X és az Y csomópont között halad (X irányából Y irányába), és a következő elágazásnál a Z csomópont felé fog menni. Az n pedig egy 0 és 100 közötti szám, amely az X és Y pályaszakasz egy pontját adja meg (0 esetén az X csomópontban, 100 esetén az Y csomópontban található a kalóz). Az átküldött n minden esetben három karakter hosszú (pl. 0-nál 000), ezáltal a teljes üzenet mérete is állandó (7 karakter a lezáró karakterrel együtt).

A fenti formátumra egy példa a 'PMK063\r' karaktersorozat, amely esetén a robot az P és az M pályaszakasz 63%-nál jár, és ezt követően a K csomópont irányába fog menni.

A pozíciókat a rádiós adómodul **0.2 másodpercenként** folyamatosan elküldi. A futam indulása előtt, illetve ha lejárt a rendelkezésre álló idő, az adó inaktív állapotba kerül, és nem küld semmilyen adatot. Viszont amikor a versenyző lefagyasztja a kalóz robotot, a kalóz továbbra is küldi az aktuális pozícióját.



14. ábra. A rádiós adó- és vevőmodul

A rádiós adómodul tulajdonképpen egy szimulátor, amely segítségével tesztelhető az indulás és a kalóz robot mozgása. Ehhez az adómodulon két nyomógomb és egy USB csatlakozó található. A BTN0 jelöléssel ellátott gomb megnyomásával elindítható a szimuláció. Elsőként az ügyességi futam indításához tartozó ASCII üzenetsorozatot küldi el az adómodul a vevőnek, majd folyamatosan kiküldésre kerül a kalóz robot mozgását kódoló ASCII karaktersorozat. A kalóz robot mozgásához egy előre rögzített pályát

tartalmaz az adómodul. A szimulációt a **BTN1** gomb megnyomásával lehet leállítani. Ezt követően a **BTNO** gomb ismételt megnyomásával újraindítható a szimuláció.

A kapuszimulátor USB portja segítségével egyedi karakterszorozatokat is meg lehet adni a modulnak, ezáltal megadható a kalóz robot pozíciója. Ebben az esetben az USB port virtuális soros portján kell elküldeni a kívánt karakterszorozatot. Az USB-n leküldött kódnak a fent megadott formátumot (7 db ASCII karakter) kell követnie, beleértve a lezáró '\r' karaktert is (enter billentyű). A 'START\r' karakterszorozat elküldésével pedig egy start szekvencia indítható. Ezután az adó modul nem küldi el a rögzített pályát, hanem az USB-n érkező kalóz pozícióra vár. A virtuális soros port konfigurációja a modul leírásában megtalálható.

Minden csapat vevőmodulja csak a saját kapu-szimulátorának üzeneteit kapja meg, de a versenyen használt adómodul által küldött üzeneteket minden vevőmodul megkapja. Tehát a szimulátor és a versenyen használt adómodul üzenetei között az UART szintjén nincsen különbség.

Az adó modulnak nincs közvetlen bekapcsoló gombja, a modul a tápfeszültség bekötését követően üzemkész üzemmódba kerül. Az adó üzemkész állapotát a zöld fényű LED0 folyamatos világítása jelzi. Az üzemkész állapotba történő belépést követően lehetőség van az üzenetek kiküldésére a nyomógombok megnyomásával vagy az USB port használatával. Mindkét modulon a csomagok kiszolgálásának és vételének tényét a zöld LED (LED0) pillanatszerű lekapcsolása jelzi. Az adó a biztonságos továbbítás érdekében minden csomagot többszörösen ad ki, ez látszik is a LED villogásán (minden kialvás valójában egy rövid üzenet). A többszörös adás ténye az UART kommunikációt nem befolyásolja, tehát minden csomag csak egyszer továbbítódik az autó felé.

Mindkét rádiós modul a következő tápfeszültségsforrásokról üzemeltethető:

1. **VMCU:** 3,3V DC tüskesoron keresztül (vevő modul esetén ajánlott alkalmazni), vagy
2. **CR2032 típusú gombelem** felhasználásával, vagy
3. **5V DC USB** kapcsolaton keresztül (adó modul esetén ajánlott alkalmazni).

A rádiós modulok áramfelvételi **hozzávetőlegesen 25 mA**. A rádiós modul leírása a következő oldalon érhető el: <https://www.silabs.com/development-tools/wireless/efr32xg24-dev-kit>

A modulok lábkiosztása a következő (az alkatrész modellje megtalálható a versenyzők számára közéztett Altium Designer segédfájlok alkatrészkönyvtárban is):

Sorszám	Jelnév
1.	GND
2.	VMCU
12.	UART_TX
egyéb	NC*

\*Az „NC”-vel jelölt lábak nemelyike funkcióval bír a modulon (SPI, I2C stb.). Ettől függetlenül ezeket a lábakat nem szabad bekötni jelen alkalmazásban.

## B. Függelék – Alaplemezzel kapcsolatos tudnivalók

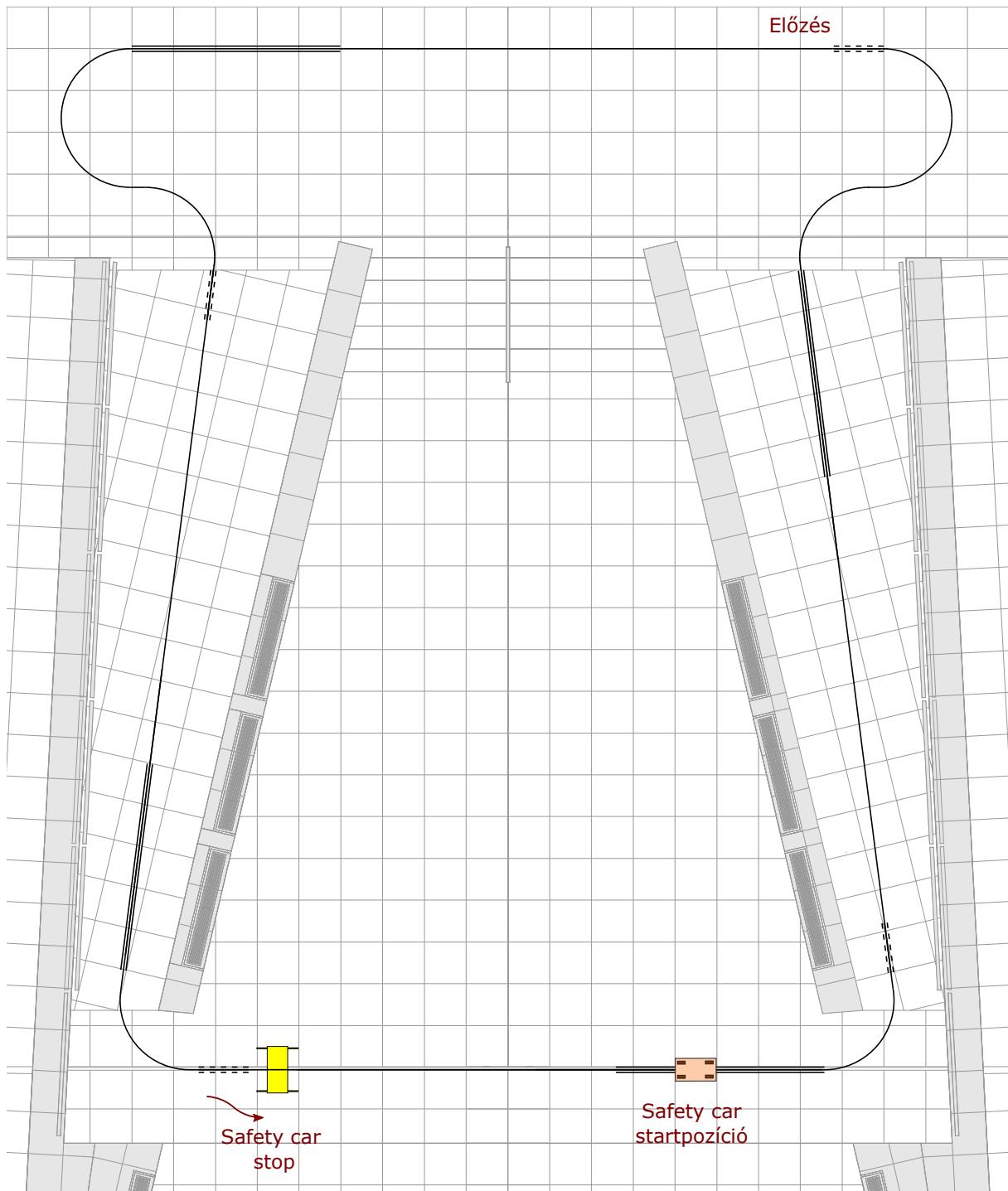
Az alaplemezhez biztosítunk egy szivacs lökhárítót is a szükséges csavarokkal, rögzítőelemekkel, valamint a fedélzeti kamera rögzítésére szolgáló konzolt. Az alaplemezhez ezenkívül csatlakoztatható két terelőkar, amelyek segítségével a korongok összegyűjthetők (lásd a 31. ábra). minden elem rögzítéséhez a szükséges csavarokat, anyákat és alátéteket is biztosítjuk.

A terelőkarok, a kameratartó oszlopok és a felső kameratartó lemez **módosítása** (fúrása, vágása, leragasztása, matricázása, stb.) **nem megengedett**.

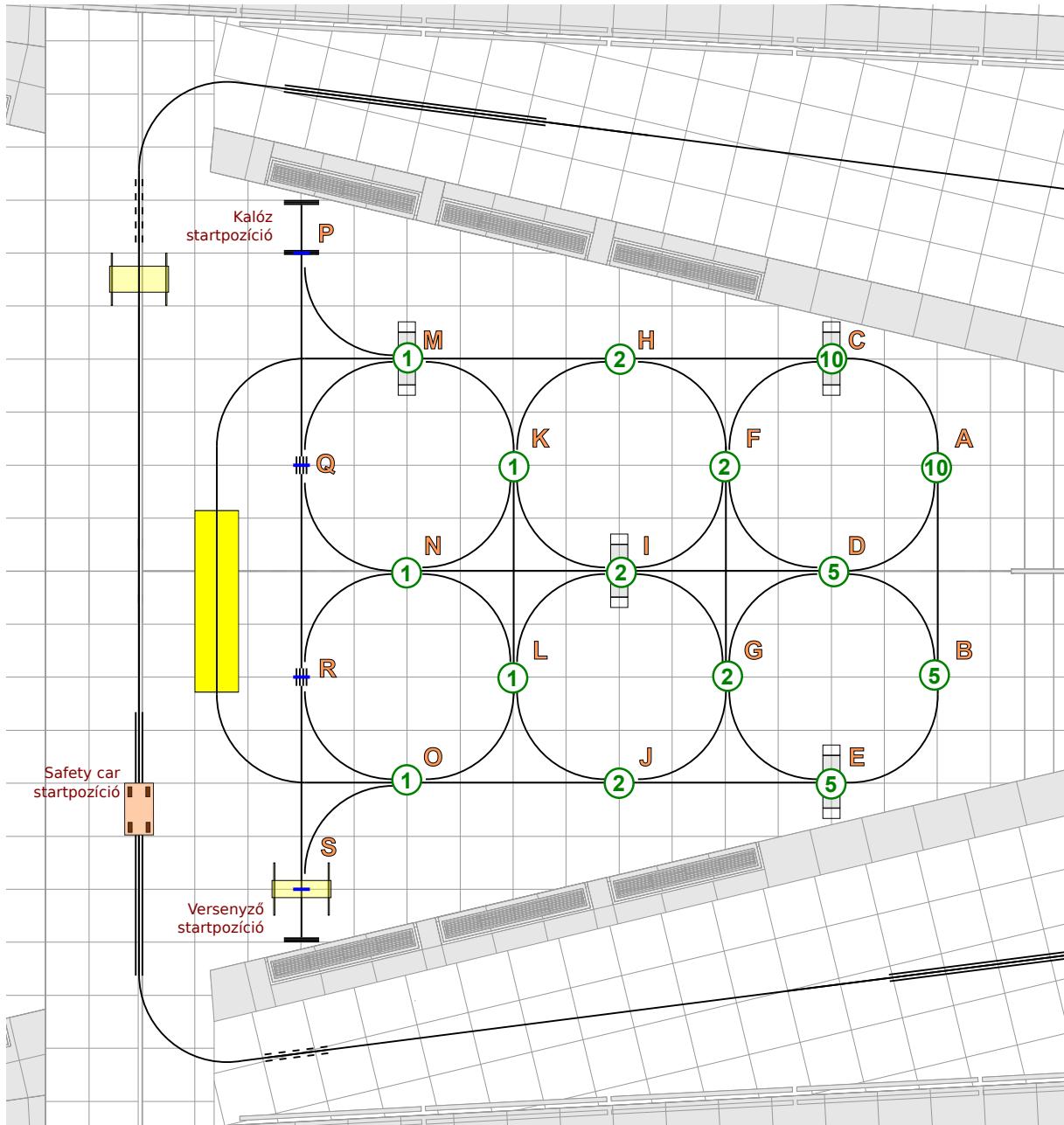
Az alaplemez rögzítése a megfelelő teherbírás miatt kötelező a 29. ábra szerinti csavarhelyeken a megfelelő távtartókkal.

A kameratartó oszlopok és a felső kameratartó lemez kötelező – és ezért értelemszerűen nem módosítható – rögzítéseit a 32. ábra mutatja.

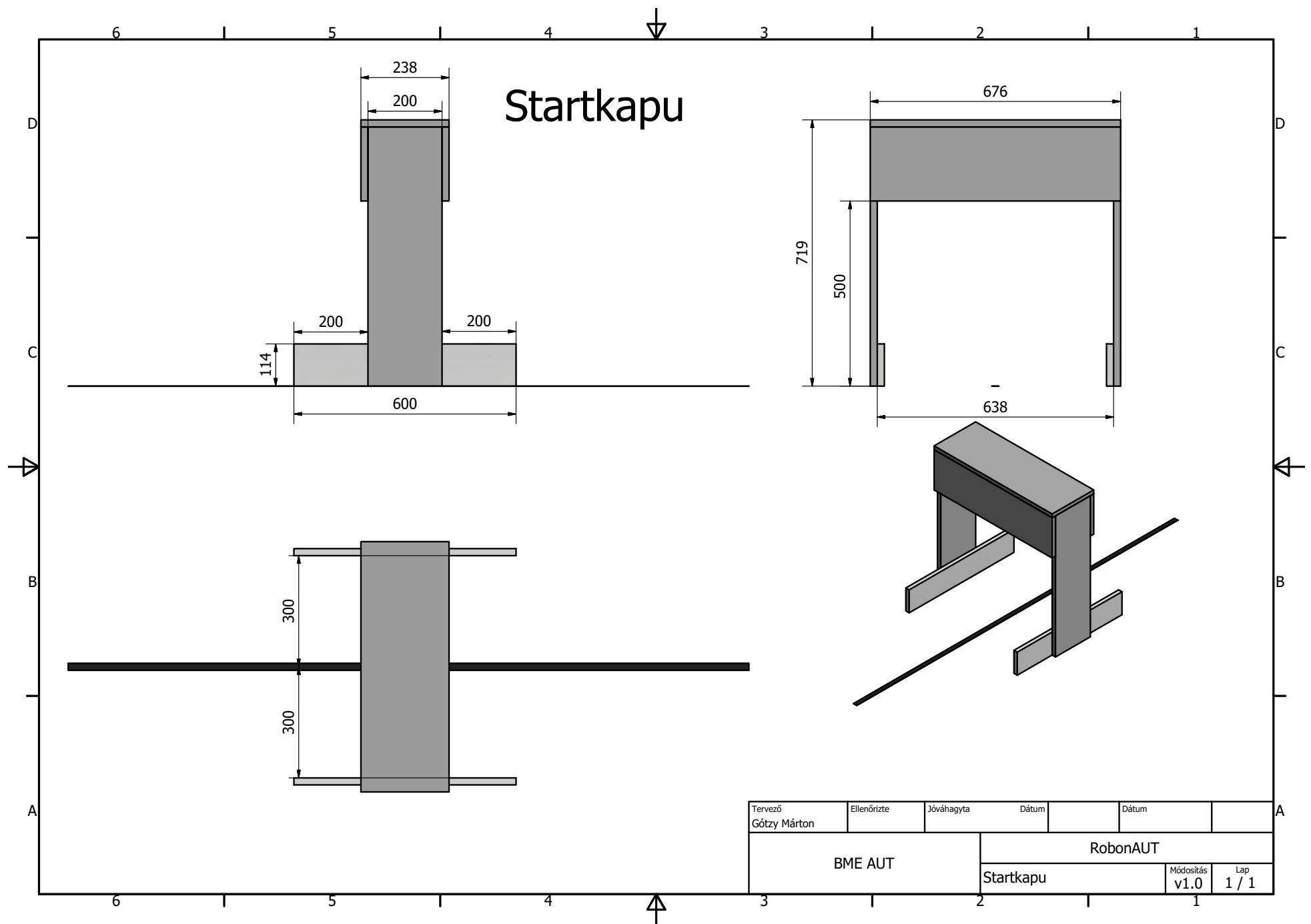
## C. Függelék – Műszaki rajzok és ábrák



15. ábra. A gyorsasági pálya nyomvonala

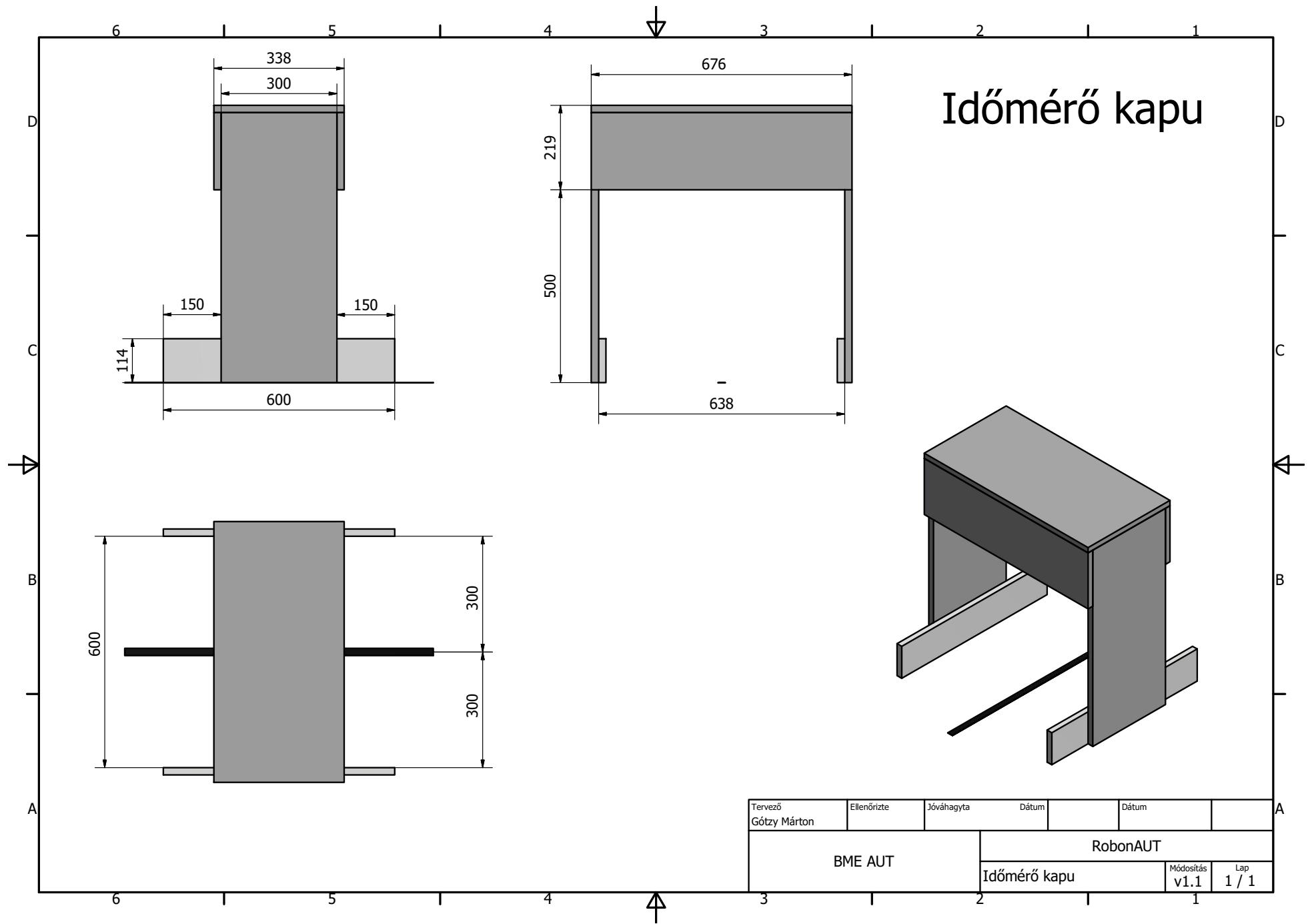


16. ábra. Az ügyességi pálya nyomvonala

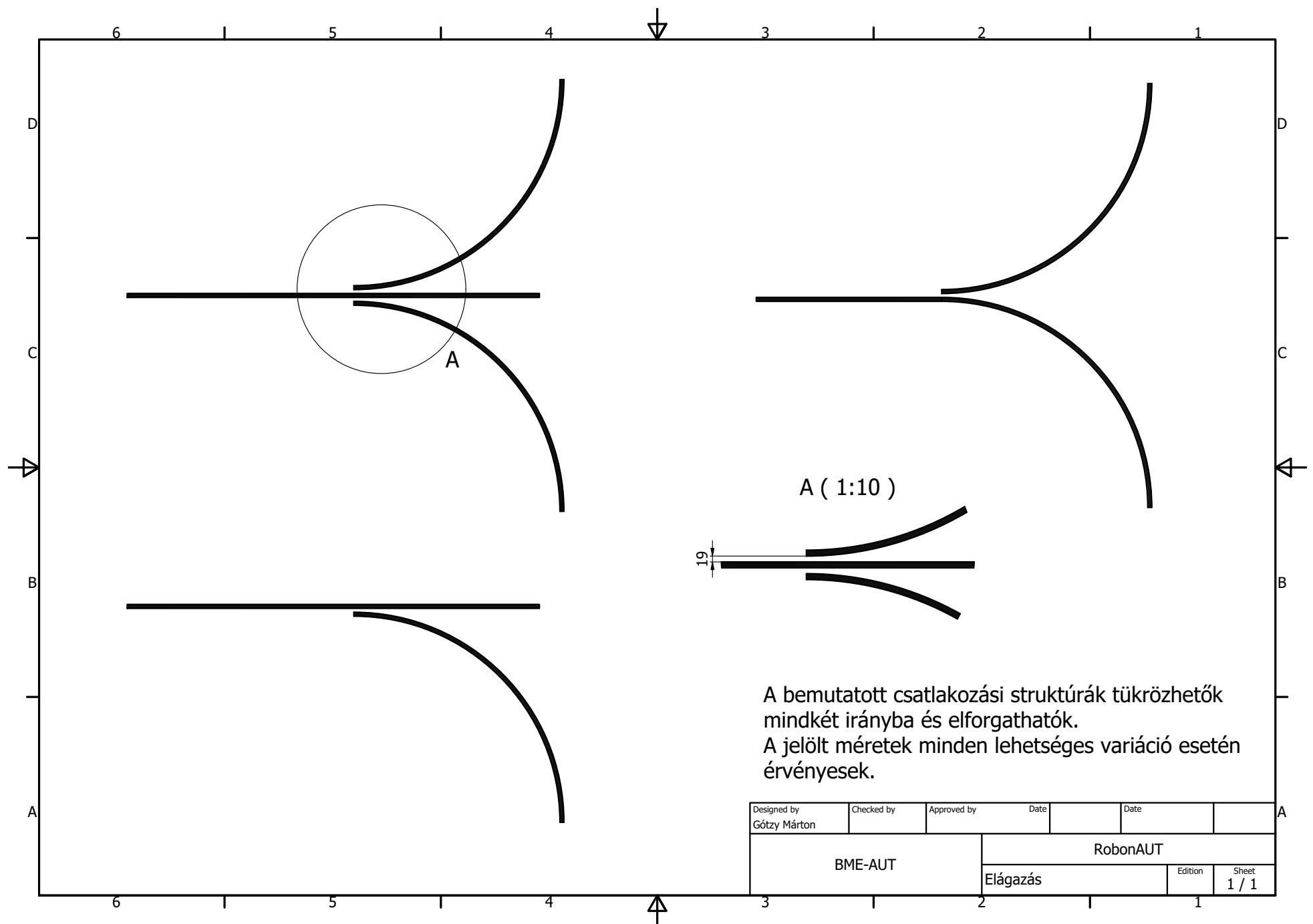


17. ábra. A startkapu rajza

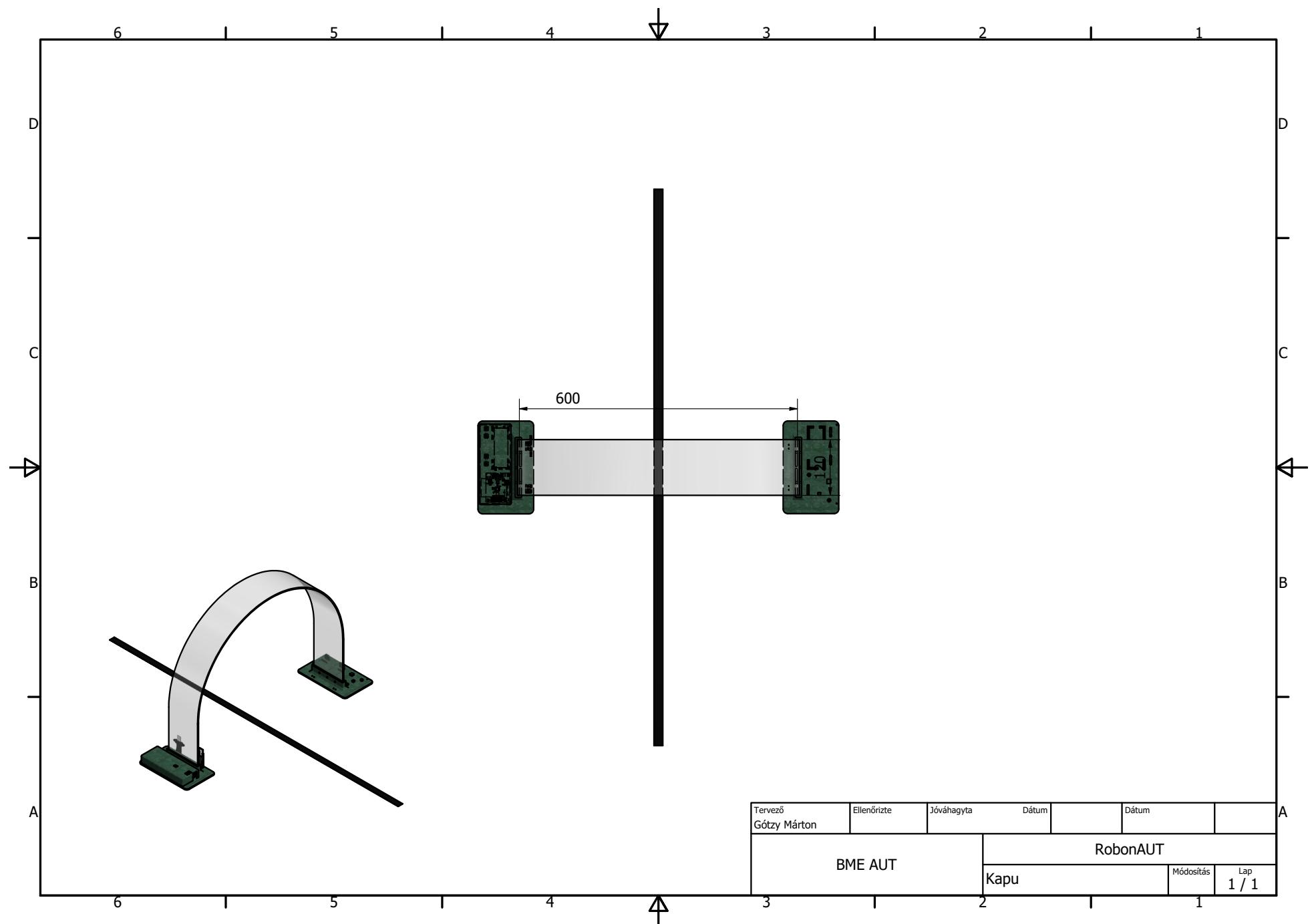
# Időmérő kapu



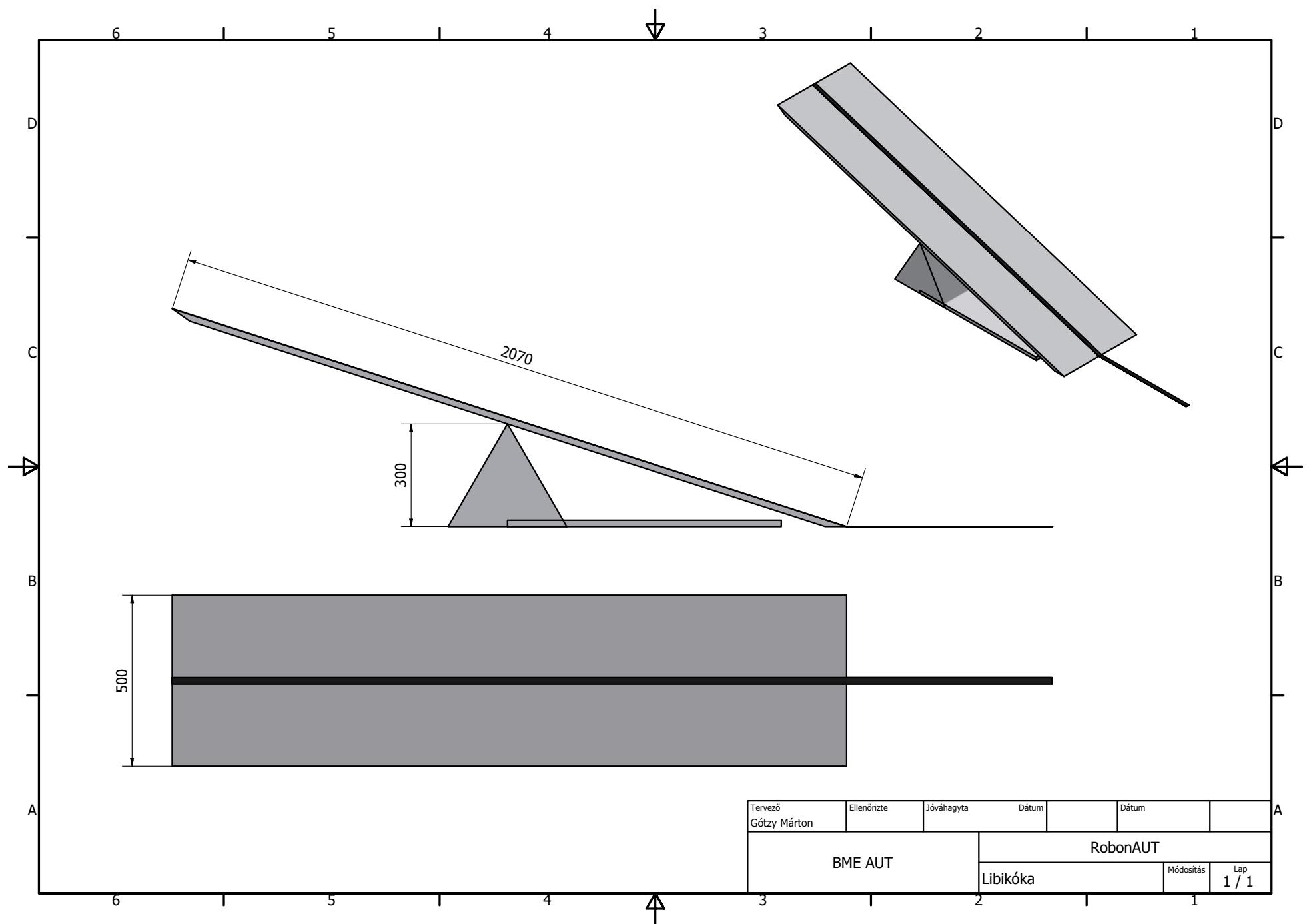
18. ábra. Időmérő kapu



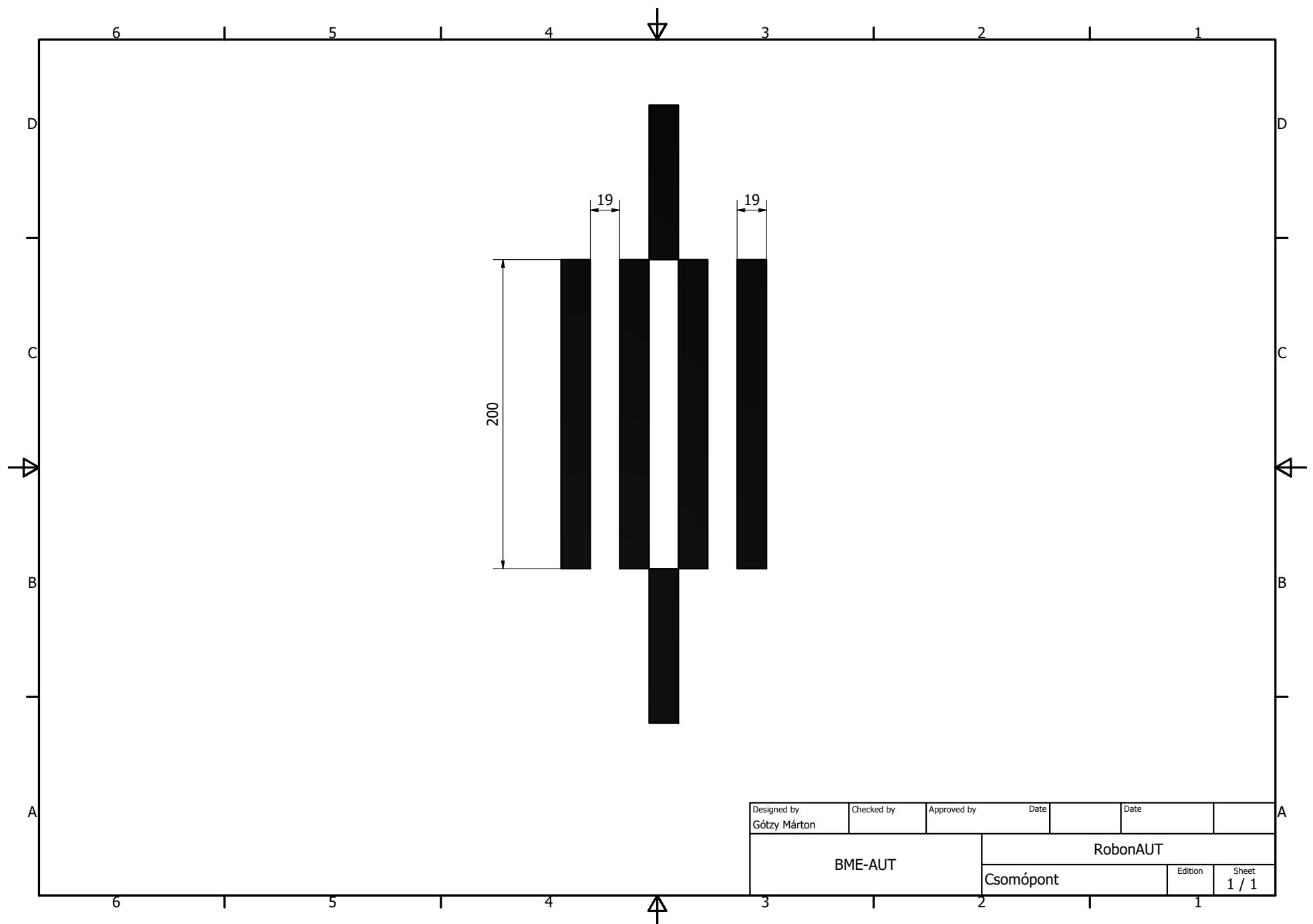
19. ábra. Elágazás, becsatlakozás



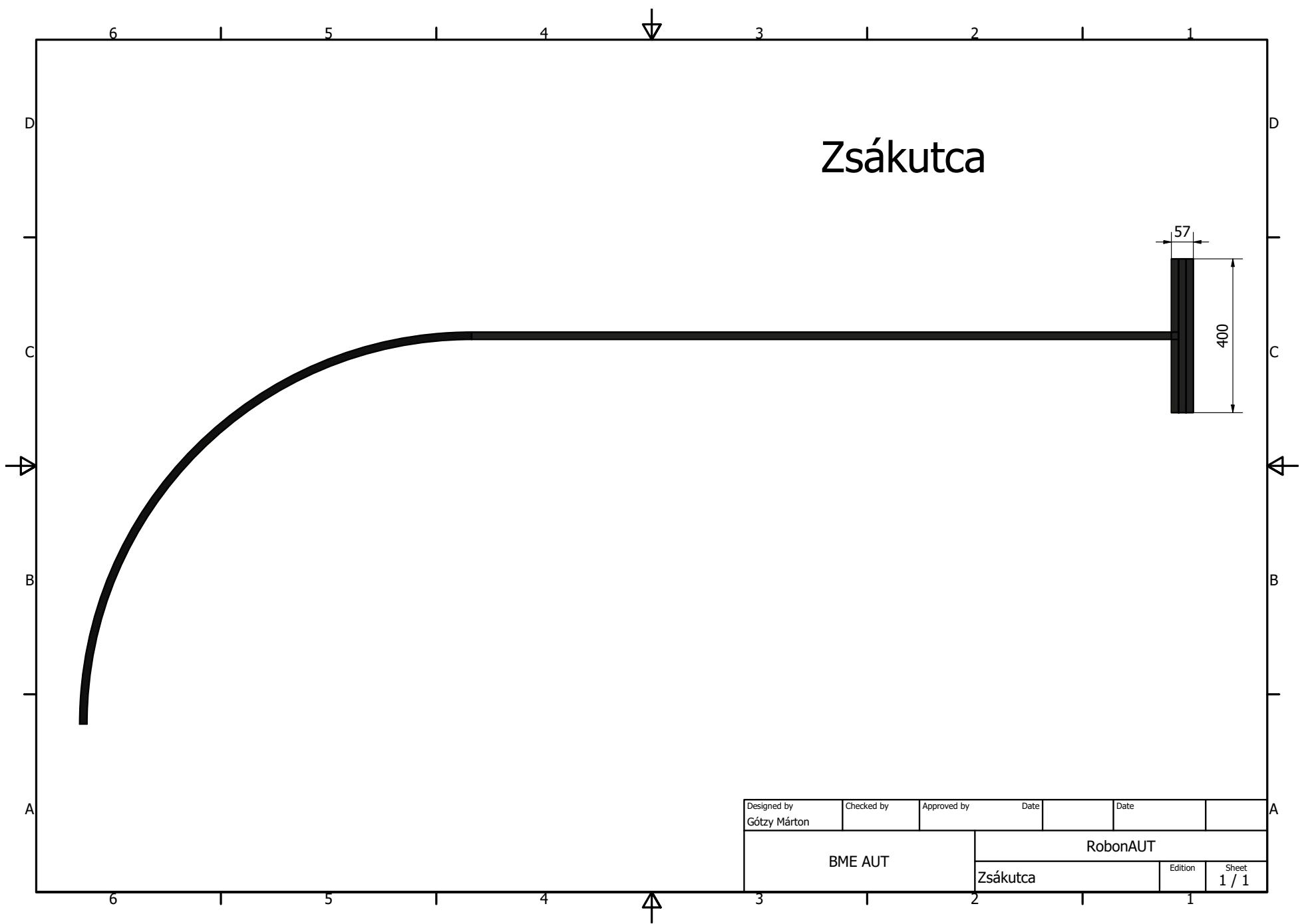
20. ábra. Kapu



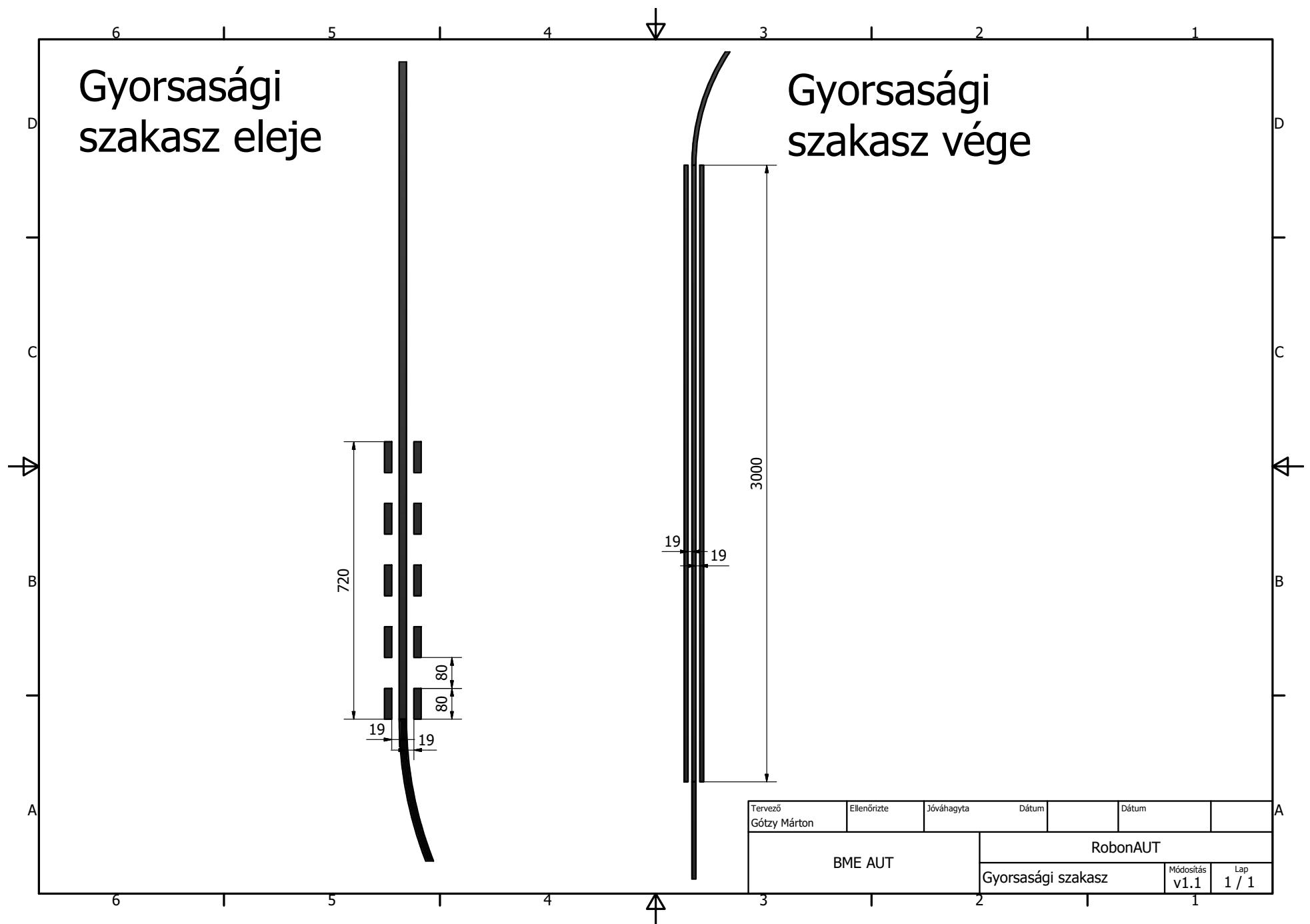
21. ábra. Libikóka



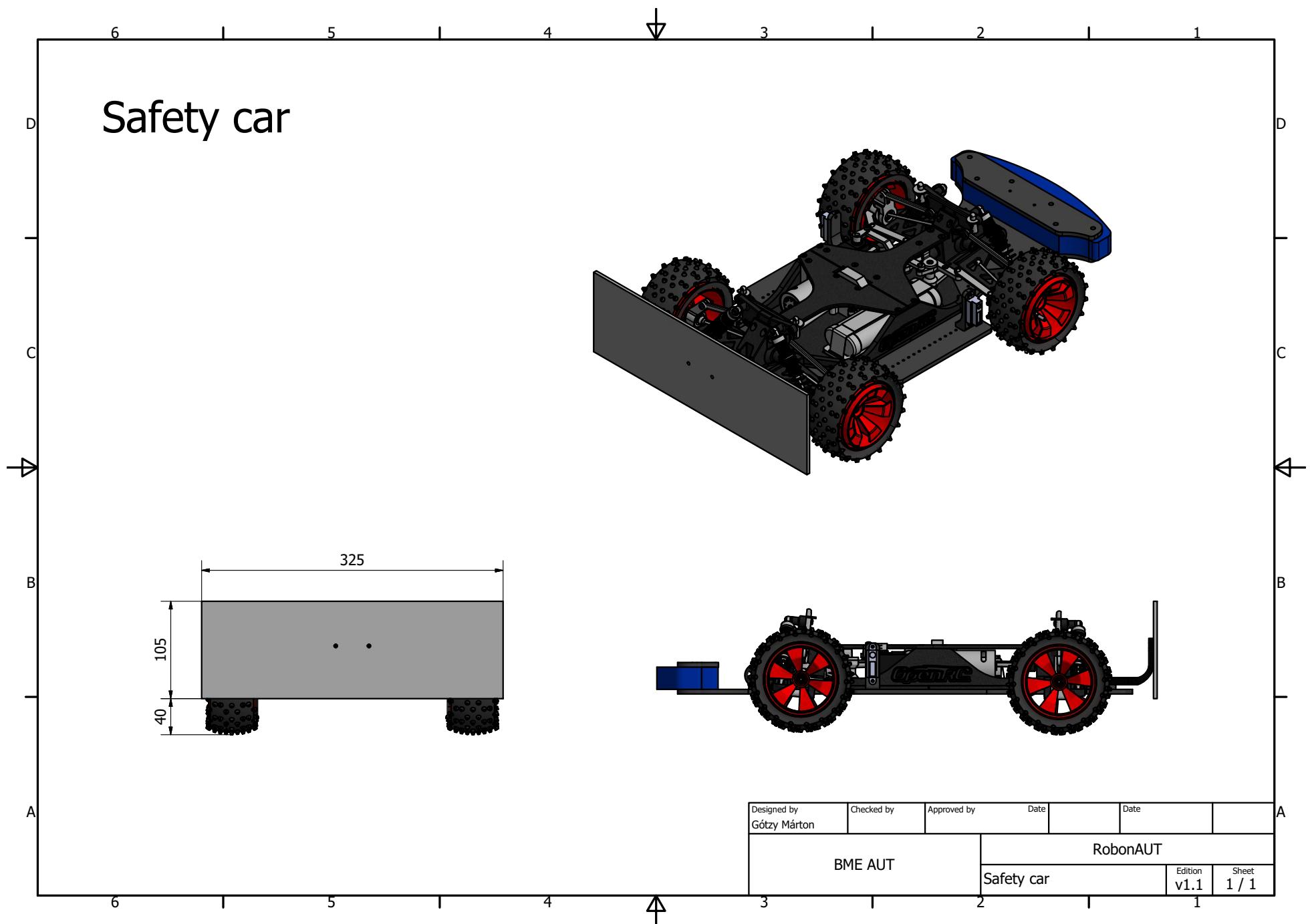
22. ábra. Csomópont jelölés



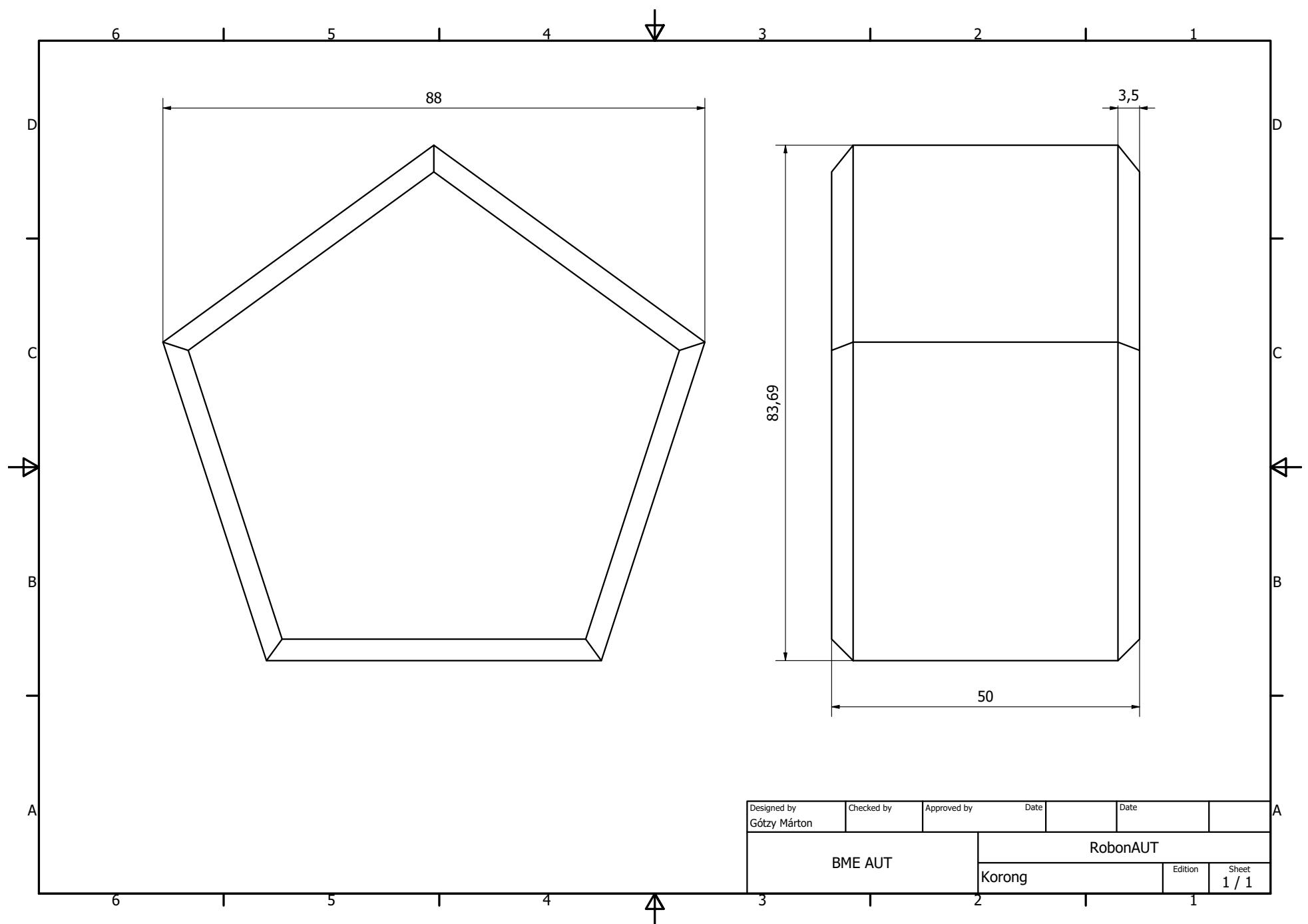
23. ábra. Zsákutca



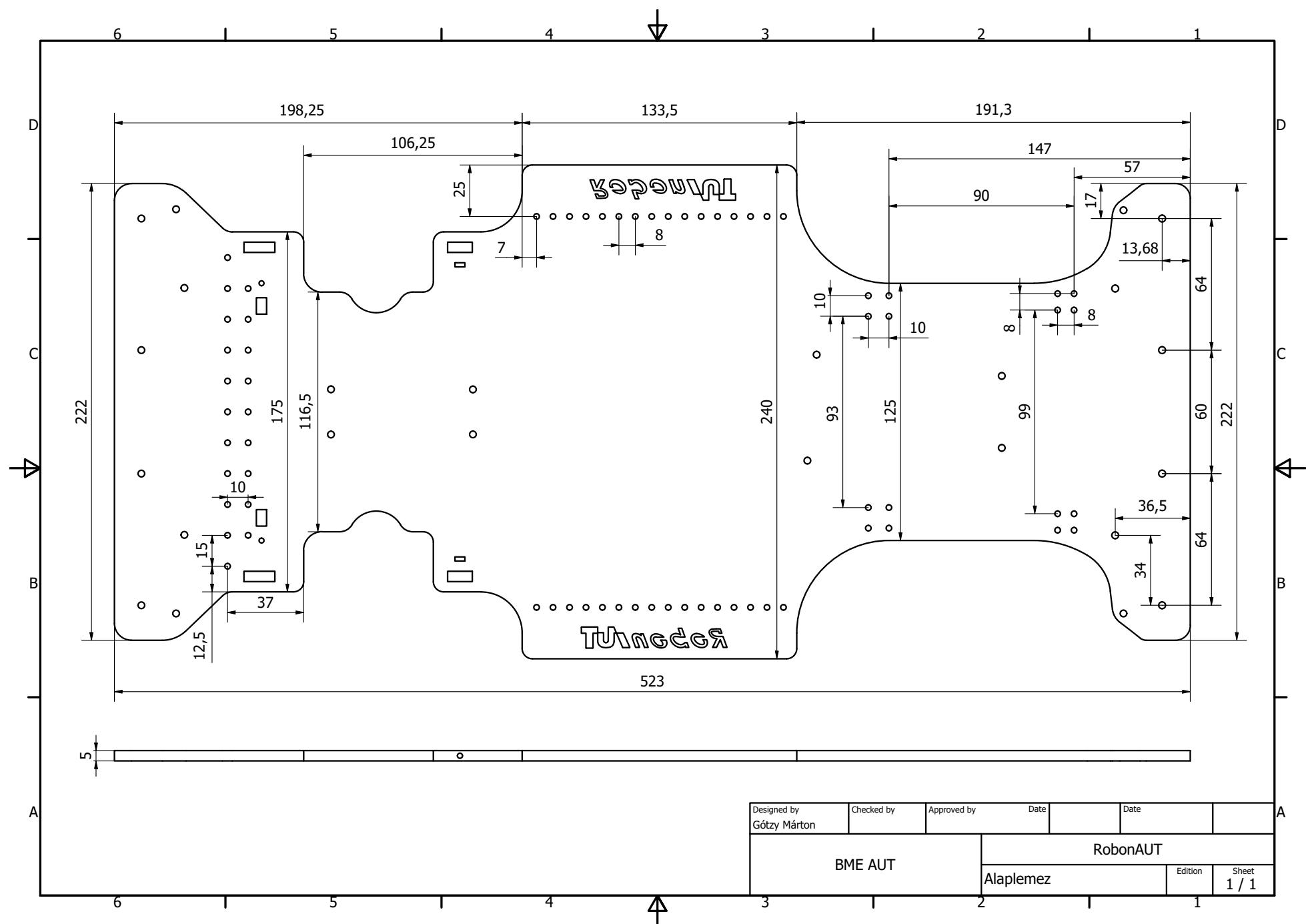
24. ábra. Gyorsasági szakasz



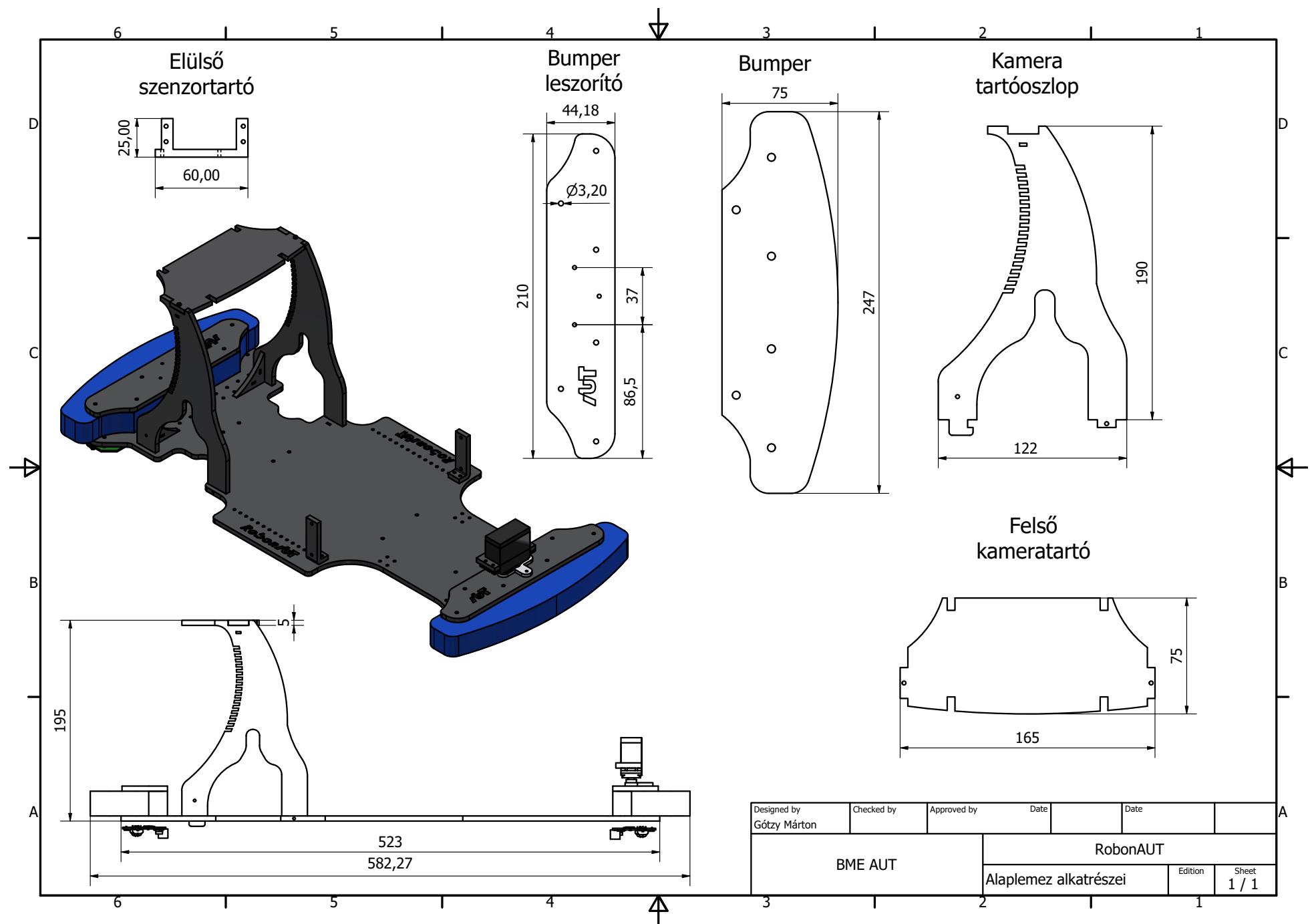
25. ábra. Safety car hátsó felépítése



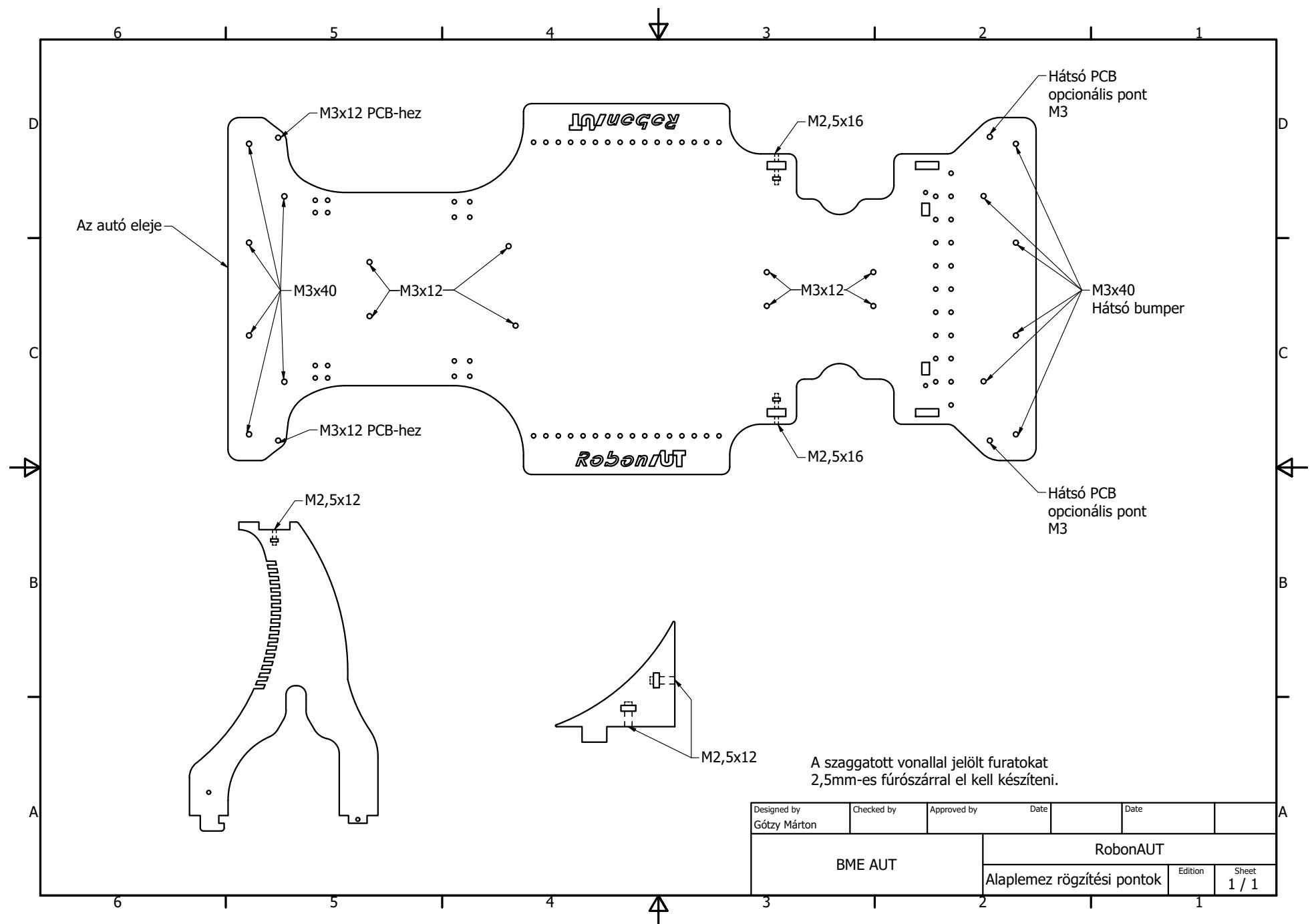
26. ábra. A korong méretezett rajza



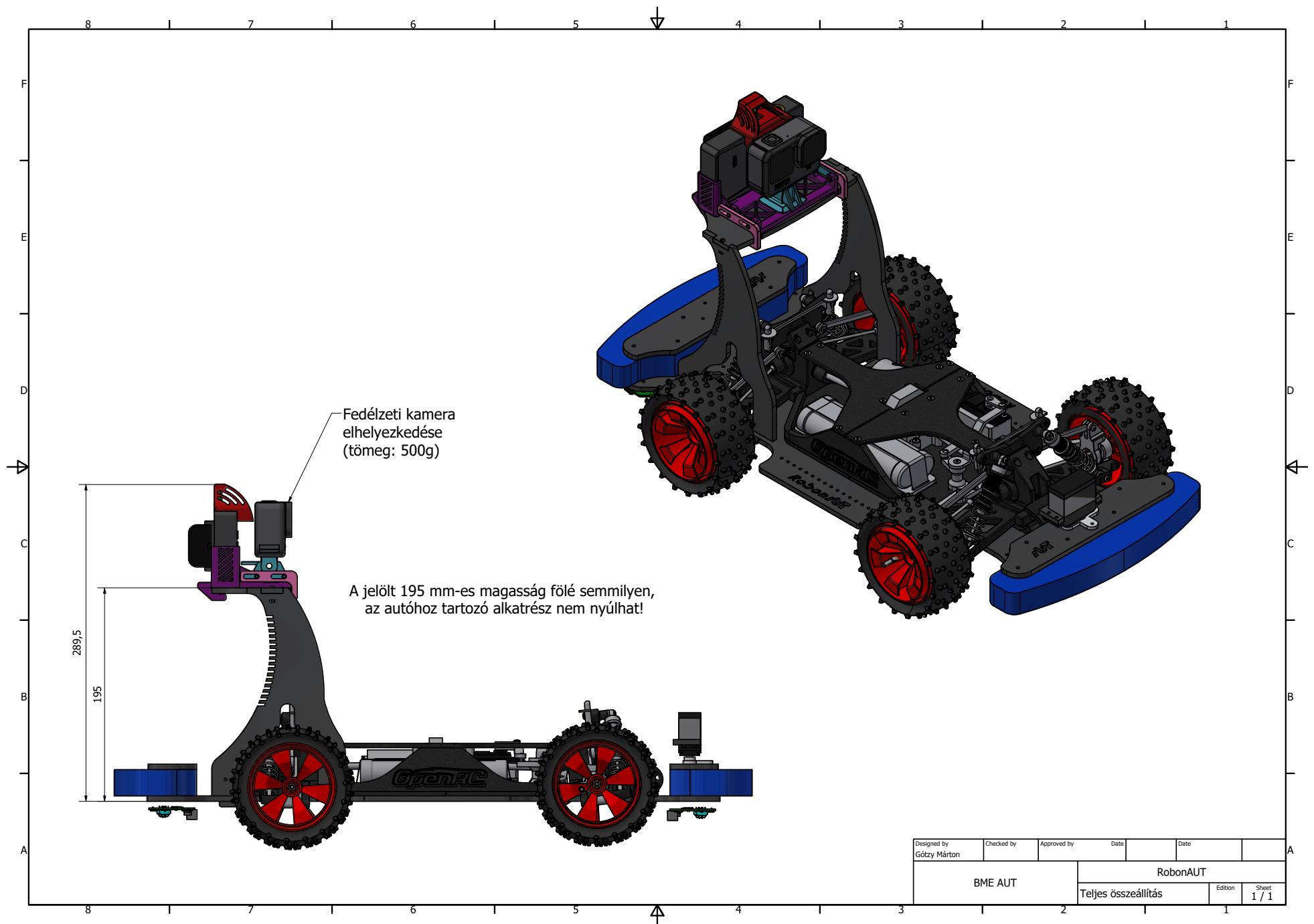
27. ábra. Alaplemez méretezett rajza



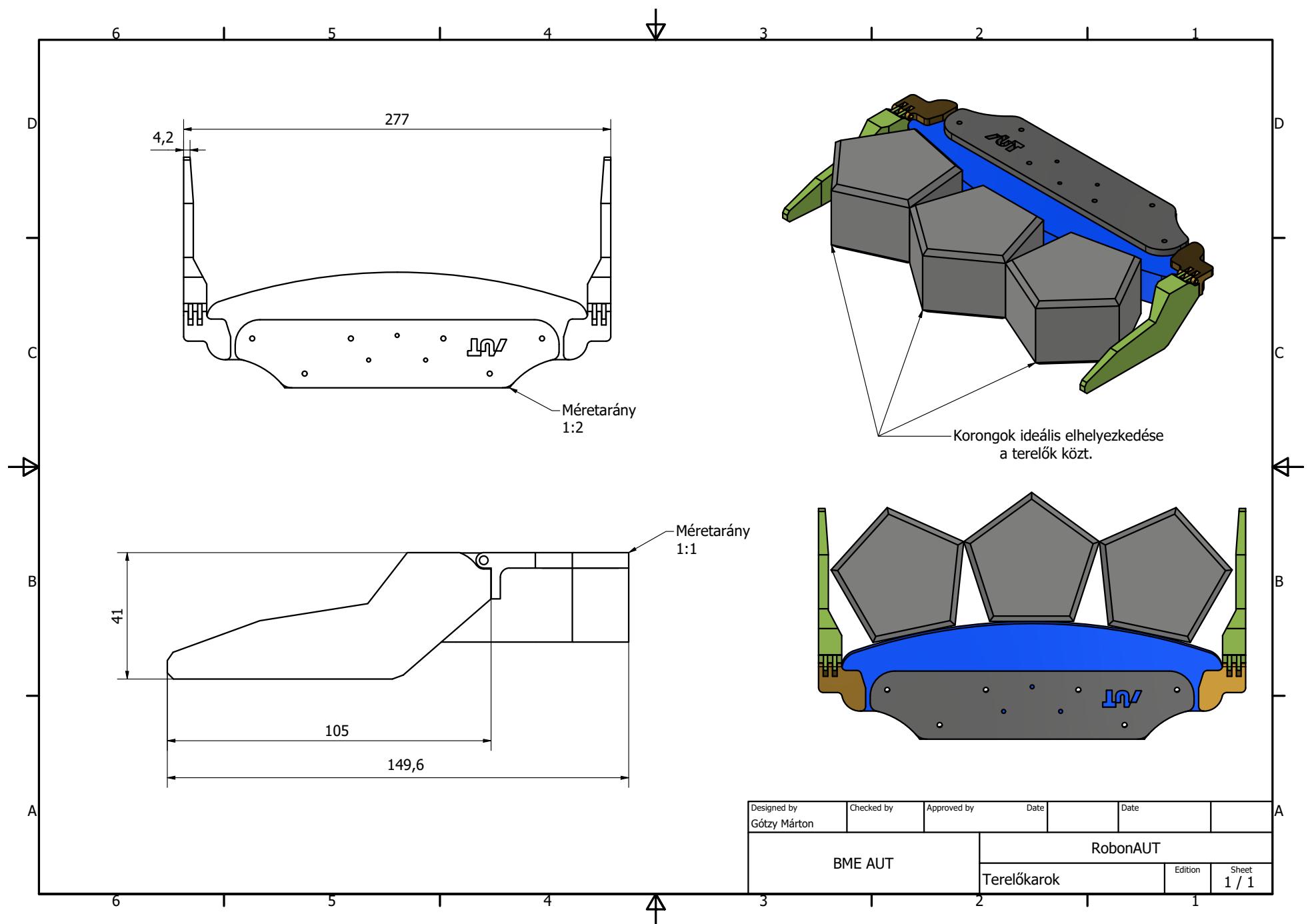
28. ábra. Teljes összeállítás és a konzolok méretezett rajza



29. ábra. Alaplemez rögzítési pontjai



30. ábra. Alaplemez + kameratartó konzol, az autóval együtt a maximális kasztnimagasság szemléltetéséhez



31. ábra. A robohoz csatlakoztatható terelőkarok



32. ábra. Kameratartó rögzítési pontjai



33. ábra. A kötelezően elhelyezendő szponzori zászló