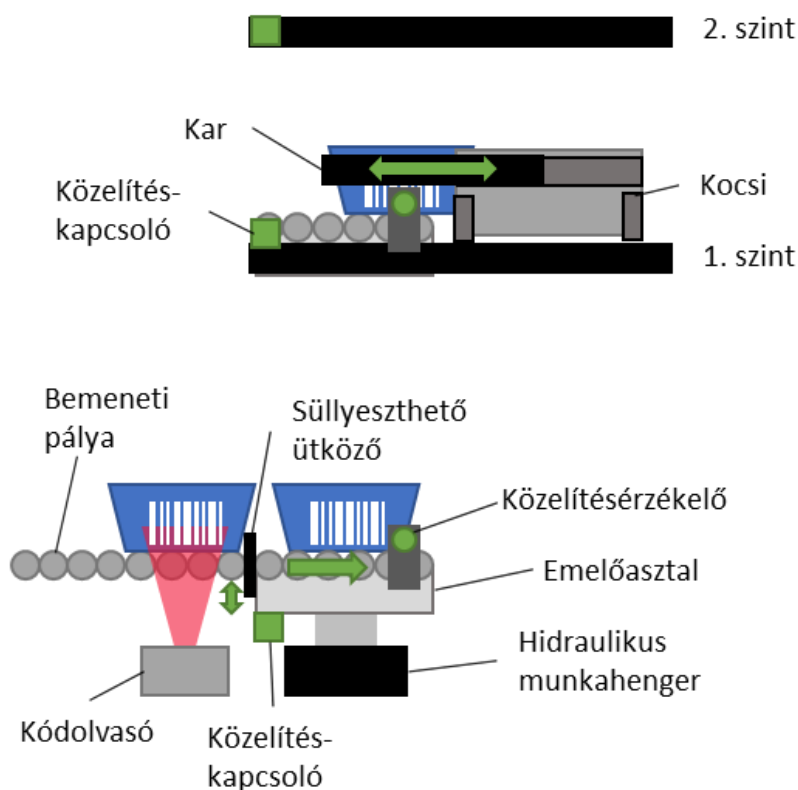


Az irányítandó technológia

A feladat egy automatizált magasraktári rendszer irányítása (a házi feladatban szereplőhöz hasonló rendszerek működését mutatják be a https://www.youtube.com/watch?v=iPqg5_i3w4M illetve <https://www.youtube.com/watch?v=Szt20xNxB5M> címen elérhető filmek). A rendszerbe egy folyamatosan működő bemeneti pályán érkeznek a vonalkóddal azonosított dobozok, melyeket a magasraktár megfelelő tárolórekeszébe kell eljuttatni. A dobozok szintek közti mozgatását egy emelőasztal végzi, az egyes szinteken a dobozokat rakodókarral ellátott kocsik szállítják a megfelelő rekeszekhez (1. ábra).

A folyamatosan működő bemeneti görgős pálya végén egy süllyeszthető ütköző található, ha ez kiemelt helyzetben van, a beérkező doboz nem halad tovább az emelőasztalra. Szintén a bemeneti pálya mellett kapott helyet egy kódolvasó, mely a megállított doboz kódja alapján meghatározza, hogy azt melyik rekeszbe kell eljuttatni. Ha a pálya végén nincsen doboz, a kódolvasó 0 értéket szolgáltat. Az emelőasztal maga is rendelkezik egy kapcsolható működésű görgős pályával, valamint egy közelítésérzékelővel.

Az asztal emelését illetve süllyesztését egy kettős működtetésű hidraulikus munkahenger végzi. Az emelő szelepet táplálva az asztal emelkedik, a süllyesztő szelepet táplálva pedig süllyed, mindkét szelep táplálását megszüntetve az asztal stabilan az adott helyzetben marad (a két szelepet egyszerre táplálni tilos). A raktár mindkét szintjén, valamint a bemeneti állomásnál is egy közelítéskapcsoló jelzi, ha az asztal éppen az adott szinten tartózkodik.

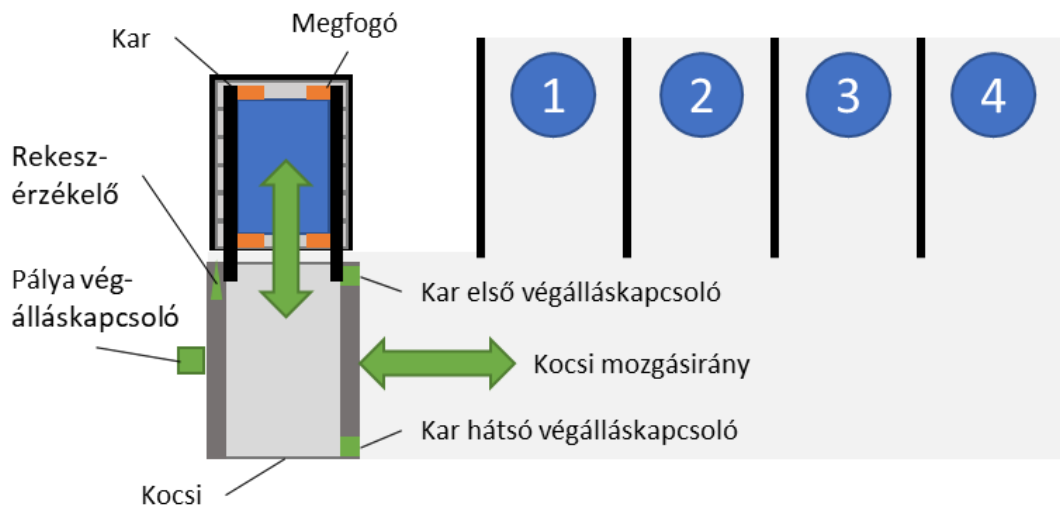


1. ábra – Magasraktári rendszer

A magasraktár két, azonos felépítésű szintből áll, az 1. szintet felülnézetből a 2. ábra mutatja be. A kocsi egy egyenes pályán mozog, motorjának működtetését illetve a mozgásirányt egy-egy PLC-kimenet vezérli. A pálya emelőasztal felőli oldalán egy végálláskapcsoló található, ami akkor jelez, ha a kocsi a liftnél helyezkedik el.

A kocsit két karral is felszerelték, melyek a megfelelő kimenetekkel kitolhatók illetve visszahúzhatók. A karok teljesen kitolt illetve teljesen visszahúzott helyzetét egy-egy végálláskapcsoló jelzi. A karokon (az ábrán narancssárga színnel jelölt) megfogók helyezkednek el: ezeket aktiválva a kar rázár a dobozra és képes azt a kocsira húzni illetve a kocsiról kitolni.

A kocsi oldalán egy további közelítésérzékelő („rekesz érzékelő”) is helyet kapott, amely a rekeszek mellett elhelyezett optikai markereket érzékeli, és akkor ad aktív jelet, ha a kocsi éppen olyan pozícióban van, hogy a rajta lévő ládát egy rekeszbe továbbíthassa. A kocsit az emelőasztaltól indítva ezen érzékelő kezdetben inaktív, majd az első rekeszhez megérkezve aktív jelet ad. A mozgást folytatva jele ismét inaktívba vált, majd amint a kocsi a 2. rekeszhez érkezik, újra aktív lesz és így tovább. Az érzékelő jelének éleit számlálva egyszerűen meghatározható, éppen hányadik rekesznél tartózkodik a kocsi (vö. inkrementális adó).



2. ábra – A raktár 1. szintjének felépítése

Specifikáció

A rendszer elvárt működése a következő. A PLC indításakor a rendszer üres, az emelőasztal alsó véghelyzetében, a kocsik pedig a pályáik emelőasztalhoz közelebbi véghelyzetükben tartózkodnak. A raktár rekeszeit végtelen kapacitásúaknak feltételezzük, így minden rekeszbe tetszőleges számú doboz továbbítható.

Az indítást követően a bemeneti pálya ütközőjét ki kell tolni és kitolva tartani, amíg doboz nem érkezik, azaz a kódolvasó 0-tól különböző jelet nem szolgáltat. Ekkor az ütközőt vissza kell húzni, valamint el kell indítani az emelőasztal görgős pályáját. Mivel az ütközőt süllyesztve a doboz távozik a kódolvasó alól, ekkor célszerű a célrekeszt azonosító kódot is egy változóba menteni. Amint a doboz az asztal közelítésérzékelőjéhez ér, a pályát le kell állítani az ütközőt pedig ki kell emelni (a bemeneti pályát megelőző elemek biztosítják, hogy a dobozok között kellő távolság legyen).

Ezt követően az emelőasztalt a láda vonalkódja által azonosított rekesznek megfelelő szintre kell emelni. Az 1., 2., 3. és 4. rekeszek az első, míg az 5., 6., 7. és 8. rekeszek a második szinten találhatók. Az asztal emeléséhez a munkahenger emelő szelepét kell táplálni egészen addig, amíg a megfelelő szint közelítésérzékelője nem jelez.

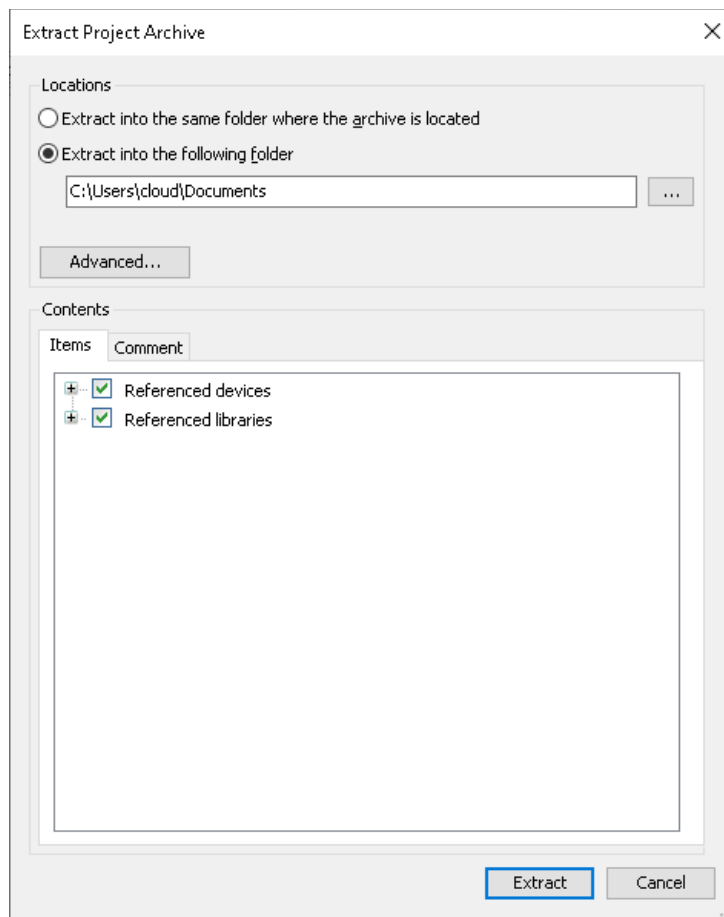
A megfelelő szinten a kocsi leemeli a dobozt az asztalról (ld. később). Amint az asztal közelítésérzékelője inaktív szintre vált, a kocsi már biztosan tartja a dobozt, így az asztal a bemeneti állomásra süllyeszthető a munkahenger süllyesztő szelepének nyitásával. Amint a bemeneti szint közelítésérzékelője jelez, a szelepet be kell zárni, majd az előzőeknek megfelelően a további érkező dobozokat is el kell juttatni a megfelelő szintekre.

Amennyiben az emelőasztal megérkezett a megfelelő szintre és a kocsi az asztal pozíciójában van (a pálya végálláskapcsolója jelez), a doboz leemelhető. Ehhez inaktív megfogó mellett ki kell tolni a kocsi karját egészen az első végállás eléréséig. Ekkor a kitolást működtető kimenetet ki kell kapcsolni, a megfogót pedig aktiválni kell. Mivel a megfogó kinyitása egy rövid időt igénybe vesz, így a kar nem húzható vissza azonnal, csak a megfogót működtető kimenet aktiválása után 500ms-mal (fél másodperccel)! Ezen idő leteltét követően a kar már biztosan fogja a dobozt, így visszahúzható a hátsó véghelyzetig. Amint a hátsó végálláskapcsoló aktív jelet ad, a kocsit el kell indítani a megfelelő célállomás felé. Ehhez a motort be kell kapcsolni, valamint a motorirány-kimenetet is aktiválni kell (ekkor a kocsi az asztaltól távolodó irányba mozog).

A kocsi aktuális pozíciója a rekeszerzékelő felfutó éleit számlálva követhető. Amint elérte a doboznak megfelelő rekeszt (vigyázat, a 2. szinten az 5. rekesz az első, a 6. rekesz a második stb.), a kocsit meg kell állítani a motor kikapcsolásával, ezt követően pedig ki kell tolni a kart egészen az első véghelyzetig. A megfogó csak az első végálláskapcsoló jelzése után deaktiválható (a kocsi mozgása és a kitolás közben is aktívan kell tartani!), majd 500ms-os várakozás után a kar visszahúzható a hátsó véghelyzetbe. A hátsó végálláskapcsoló jelzése után a kocsi elindítható az emelőasztal felé (a motorkimenet aktiválása mellett ehhez az iránykimenetet alacsony szinten kell tartani). A kocsit csak a pálya végálláskapcsolóját elérve szabad megállítani.

Szimulációs környezet

A házi feladathoz tartozó `automatedStorage.projectarchive` állomány a technológia működését szimuláló drivert, az ehhez tartozó könyvtárat, valamint egy HMI-felületet is magába foglaló kiinduló projektet tartalmaz. Az állomány CODESYS környezetben a File > Project Archive > Extract menüparanccsal nyitható meg. A megnyitást követően megjelenő párbeszédablakban (3. ábra) kiválasztható, hogy a projekt melyik könyvtárba kerüljön kicsomagolásra, valamint hogy az archív fájlban tárolt további komponensek közül melyeket szeretnénk telepíteni. A helyes működéshez minden jelölőnégyzetet hagyjon bepipálva!

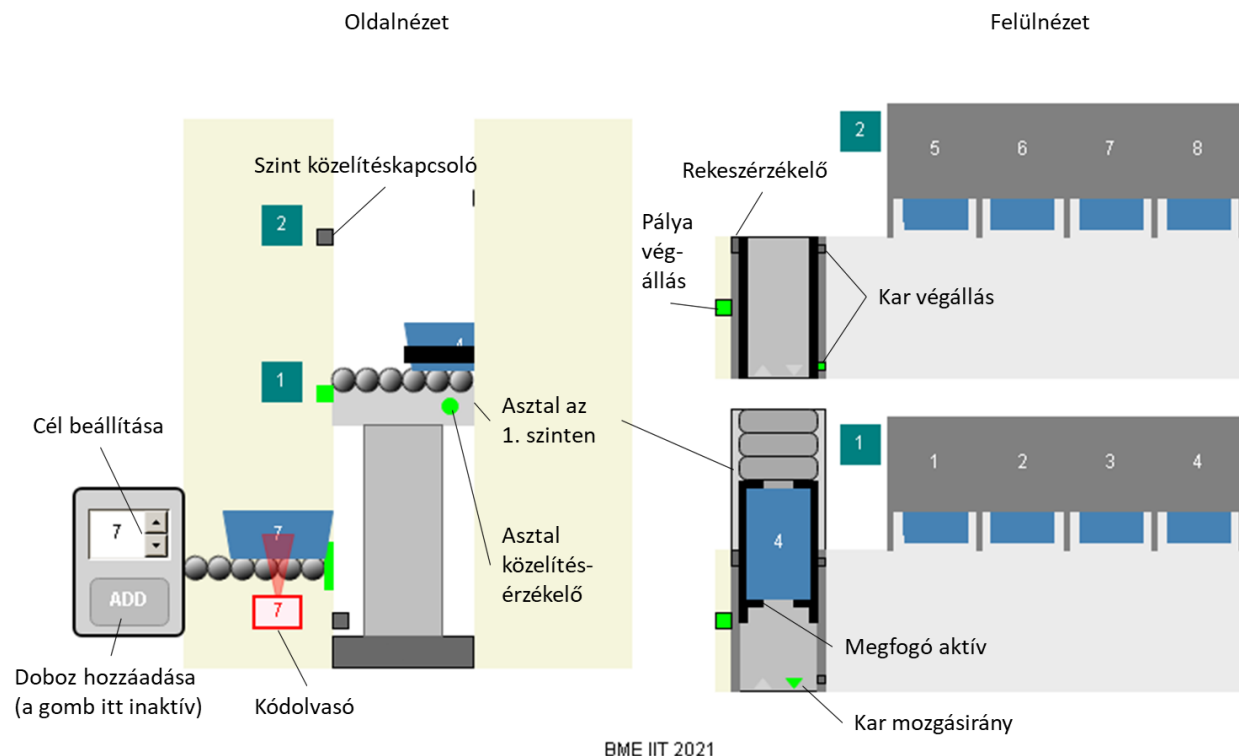


3. ábra - A Project Archive megnyitásának párbeszédablaka

Az Extract gombra kattintva megtörténik az archív fájl feldolgozása, a szükséges eszközelemek és könyvtárak telepítése után pedig a CODESYS megnyitja az abban tárolt projektet.

Erre a lépésre csak az első megnyitáskor van szükség, a továbbiakban már közvetlenül megnyitható a párbeszédablakban kiválasztott könyvtárban található, `.project` kiterjesztésű projektfájl is.

A szimulált szakaszhoz kapcsolt PLC be- és kimeneteket az 1. és 2. táblázat, a HMI-felület felépítését pedig a 4. ábra mutatja be. Utóbbi az asztal működését oldal-, míg az egyes szintek működését felülnézetben mutatja be. A kék színű ládákon egy szám jelzi a célrekesz sorszámát.



4. ábra - A feladathoz tartozó vizualizációs felület

A vizualizációs felületen az érzékelőket jelölő elemek az adott érzékelő aktív állapota esetén zöld, inaktív állapota esetén szürke színűek. A bekapcsolt görgős pályát zöld szín és forgó hengerek jelzik (a bemeneti pálya folyamatosan működik), a hidraulikus munkahenger szelepeinek aktív állapotát pedig a munkahengerhez tartozó fekete téglalapon megjelenített zöld színű, felfelé illetve lefelé mutató háromszögek.

Hibás működés esetén a szimuláció leáll, a felületen pedig egy HALT felirat jelenik meg.

A rendszer bemenetére doboz a bal oldali ADD nyomógomb segítségével helyezhető (ha éppen nem helyezhető el új doboz, a gomb világosszürke színre vált). A doboz célállomása az elhelyezés előtt a beviteli mező melletti nyomógombok segítségével állítható be.

A feladathoz tartozó projekt egyes elemei jelszóval védettek. Ezek módosítására természetesen nincsen szükség a megoldáshoz.

1. táblázat –PLC-bemenetek

Cím	Értelmezés
%IX0.0	Emelőasztal közelítésérzékelő (1: doboz az érzékelő előtt)
%IX0.1	Bemeneti állomás szintjének közelítéskapcsolója (1: asztal a bemeneti szinten)
%IX0.2	Első szint közelítéskapcsoló (1: asztal az 1. szinten)
%IX0.3	Második szint közelítéskapcsoló (1: asztal a 2. szinten)
%IX1.0	Kocsi 1 kar hátsó végálláskapcsoló (1: kar teljesen visszahúzva)
%IX1.1	Kocsi 1 kar első végálláskapcsoló (1: kar teljesen kitolva)
%IX1.2	Kocsi 1 pálya végálláskapcsoló (1: kocsi az asztalnál)
%IX1.3	Kocsi 1 rekesz közelítésérzékelő (1: kocsi egy rekesznél)
%IX2.0	Kocsi 2 kar hátsó végálláskapcsoló (1: kar teljesen visszahúzva)
%IX2.1	Kocsi 2 kar első végálláskapcsoló (1: kar teljesen kitolva)
%IX2.2	Kocsi 2 pálya végálláskapcsoló (1: kocsi az asztalnál)
%IX2.3	Kocsi 2 rekesz közelítésérzékelő (1: kocsi egy rekesznél)
%IB3	Kódolvasó által szolgáltatott érték (USINT)

2. táblázat - PLC-kimenetek

Cím	Értelmezés
%QX0.0	Ütköző a bemeneti pálya végén (0: süllyeszt, 1: kiemel)
%QX0.1	Emelőasztal görgős pályája (0: ki, 1: be)
%QX0.2	Emelő mágnesszelep (1: asztal emelése)
%QX0.3	Süllyesztő mágnesszelep (1: asztal süllyesztése)
%QX1.0	Kocsi 1 motor (0: ki, 1: be)
%QX1.1	Kocsi 1 motorirány (0: emelőasztal felé, 1: emelőasztaltól távolodva)
%QX1.2	Kocsi 1 kar kitolása (1: kitol)
%QX1.3	Kocsi 1 kar visszahúzása (1: visszahúz)
%QX1.4	Kocsi 1 kar megfogó (1: doboz megfogása, 0: doboz elengedése)
%QX2.0	Kocsi 2 motor (0: ki, 1: be)
%QX2.1	Kocsi 2 motorirány (0: emelőasztal felé, 1: emelőasztaltól távolodva)
%QX2.2	Kocsi 2 kar kitolása (1: kitol)
%QX2.3	Kocsi 2 kar visszahúzása (1: visszahúz)
%QX2.4	Kocsi 2 kar megfogó (1: doboz megfogása, 0: doboz elengedése)

Kocsi 1 illetve Kocsi 2 az 1. illetve 2. raktári szinten működő kocsihoz tartozó be- és kimeneteket jelölik.

Feladat

Készítsen olyan **strukturált szöveg (ST)** nyelvű alkalmazást, mely a raktári rendszert a specifikáció szerint működteti!

Előírások

- A feladatot CODESYS 3.5 fejlesztőkörnyezetben kell megoldani az elérhető kiinduló projekt (`automatedStorage.projectarchive`) használatával.
- A feladat megoldása során kizárólag strukturált szöveg (ST) programozási nyelv használható.
- A feladatot megoldó programot egy 0-nál nagyobb prioritás-értékű (alacsonyabb prioritású) ciklikus (Freewheeling típusú) taszk ütemezze!
- Helyi változók és funkcióblokk-példányok, valamint további programszervezési egységek szabadon deklarálhatók.

A beadás módja

A megoldás CODESYS projektjét (egyetlen `.project` kiterjesztésű állomány) címtáras belépés után a tantárgy honlapján (<https://edu2.cloud.bme.hu/BMEVIIIAC03>) kell feltölteni. A feltöltéssel nyilatkozik arról, hogy a feladatot önállóan oldotta meg, a feltöltött projektben szereplő program a saját szellemi terméke. Dokumentáció, illetve további állományok feltöltésére nincsen szükség.

A feltöltött megoldások 72 órán belül ellenőrzésre kerülnek, melynek eredményéről értesítést kap, a hibás megoldás a beadási határidő előtt javítható. A házi feladat akkor tekinthető elfogadottnak, ha a beadási határidő időpontjában a feltöltött megoldás helyes.

A nem fordítható projektek nem fogadhatók el, azok a szorgalmi időszakban nem javíthatók.

Beadási határidő: 2021. 12. 10. 12:00:00

Jótanácsok

- Mivel a két szinten dolgozó kocsik működése azonos, érdemes az irányításukhoz egy funkcióblokk-típust definiálni. A funkcióblokk interfészéhez a fizikai be- és kimeneti jelek mellett adjon hozzá egy logikai bemenetet, amivel a kocsi működése indítható, egy USINT típusú bemenetet a célpozíció (rekesz szinten belüli sorszáma) továbbítására, valamint egy logikai kimenetet, amellyel a kocsi jelzi, készen áll-e egy doboz felvételére!
- Az emelőasztal irányítása közvetlenül a főprogramban is megvalósítható, ehhez nem szükséges külön funkcióblokk-típust definiálni.
- Az egységek irányítását célszerű állapotgép-alapon megvalósítani. Gondolja végig a működést, rajzolja fel a specifikációnak megfelelő állapotgépet és utána implementálja azt!

- A kocsi pozíciója a rekeszérzékelő felfutó éleinek számlálásával határozható meg – erre jól használható egy szabványos funkcióblokk is. Az emelőasztalhoz visszatérés során az aktuális pozíció indifferens, ott a cél elérését egyértelműen jelzi a pálya végálláskapcsolója.
- Ne feledkezzen meg arról, hogy a kar kitolása illetve visszahúzása csak 500ms-mal a megfogó be- vagy kikapcsolása után indítható!
- A feladat egyszerű – ne bonyolítsa túl a megoldást!
- Ne felejtse el létrehozni a programját ütemező taszkot!
- A program letöltése előtt indítsa el a softPLC-t! A softPLC 2 órányi futás után leáll, ekkor a csatlakozás során hibaüzenetet kap. Ebben az esetben indítsa el újra a softPLC-t!
- A megoldást ellenőrizze szimuláció segítségével az összes lehetséges előforduló esetre!
- Ellenőrizze, megfelelő-e az alkalmazás működése, ha az asztal szintre érkezésekor a kocsi még nem tért vissza a pálya végére! A teszteléshez helyezzen el a bemeneti pályán egymást követően két dobozt egyaránt 4-es célpozícióval.