

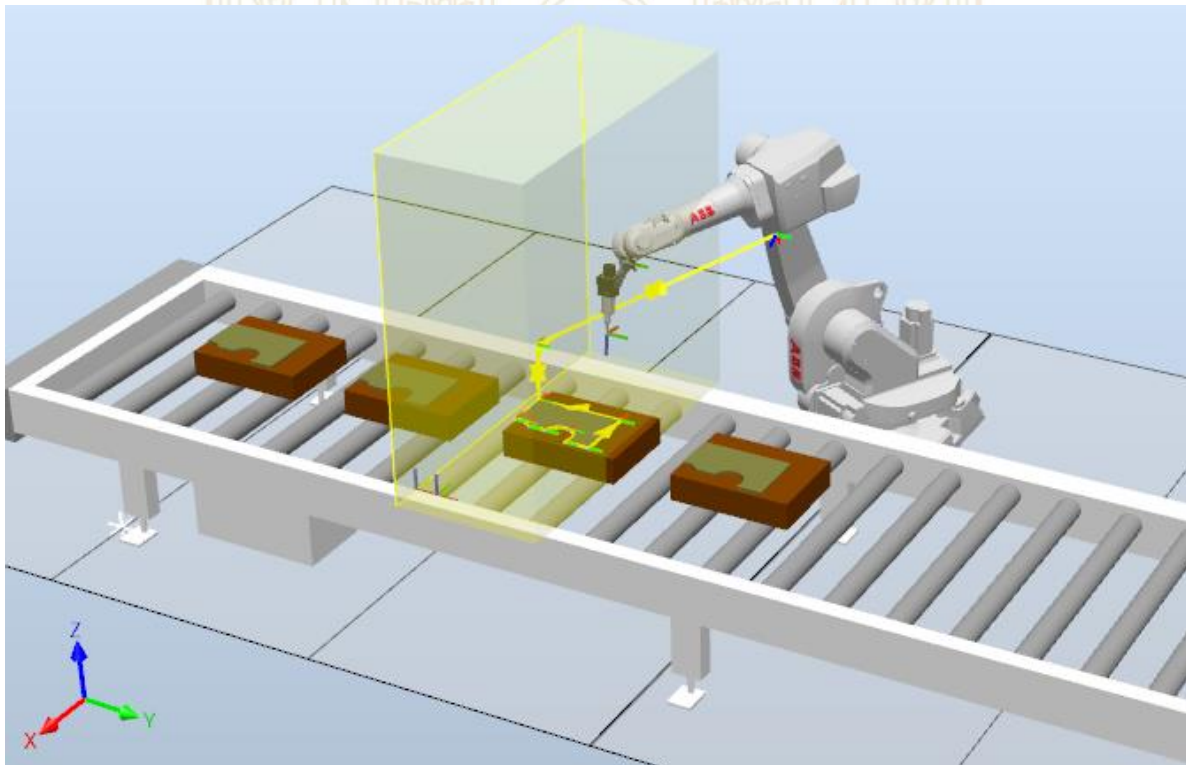
ABB RobotStudio Gyakorlat

VI. Mérési Feladat

„Conveyor Tracking” – Futószalag Követés

Mérés Célja:

A szállítószalag- követés az iparban egy igen gyakran használt funkció, amellyel a legtöbb modern robot vezérlő már rendelkezik. A futószalag követés lényege, hogy a robotunk mozgó szállítószalagon lévő munkadarabokkal lép interakcióba. Esetünkben a manipulátor feladata, hogy lekövesse, az alábbi ábrán látható munkadarab kijelölt kontúrját, miközben az a futószalagon halad. A mérés célja, hogy a bemutatott példa segítségével a hallgatók megismerkedjenek a szállítószalag-követő rendszerek felépítésével és azok működési elvével.



1. ábra Megvalósítani kívánt feladat

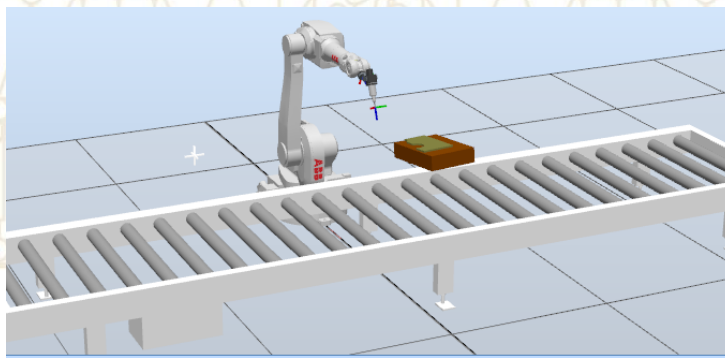
A mérésről a hallgatónak jegyzőkönyvet kell készítenie, amelyben az egyes részfeladatok végén található kérdéseket kell megválaszolni.

1. feladat – Robotcella felépítése

A szimulációt egy új virtuális cella segítségével fogjuk elkészíteni. Ehhez építse meg a 2. ábrán látható elrendezést, melyhez a következő elemeket használja:

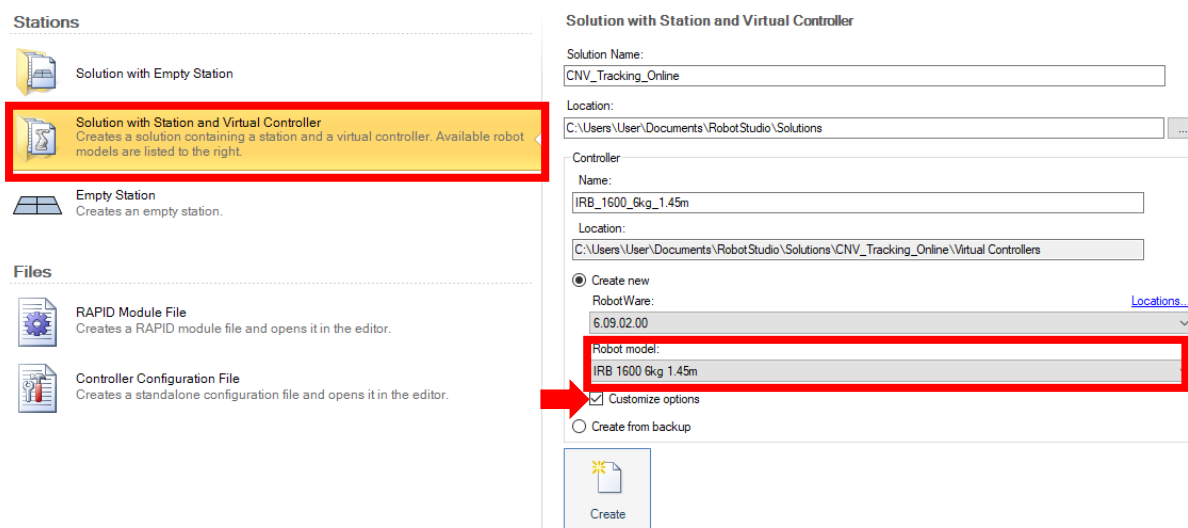
- Robot: ABB IRB_1600_6_145_G_02
- Szerszám: **MyTool (ABB Library – Equipment)**
- Futószalag: **Conveyor, Width:950mm, Length:4,8m (ABB Library – Equipment)**
- Munkadarab: **Curve Thing (ABB Library – Equipment)**

A robot megközelítőleg a futószalag felénél helyezkedjen el, jelenleg még nem szükséges a munkadarabot ráhelyezni a futószalagra.



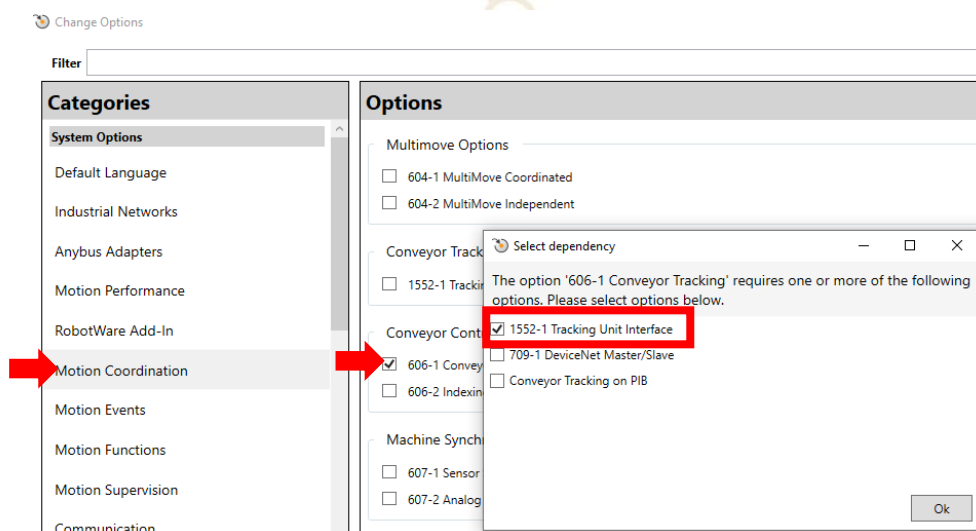
2. ábra Cella felépítése

A projekt létrehozásához a **Solution with Station and Virtual Controller** utasítást használja. Jobb oldalon válassza ki a robot típusát, majd jelölje be a **Customize options** menüpontot (3. ábra), így a rendszer létrehozása során, kiegészítő szoftver és hardver modulokat adhat a virtuális vezérlőhöz és a RobotStudio automatikusan elvégzi a vezérlőnk szükséges konfigurációs paramétereinek a beállítását.



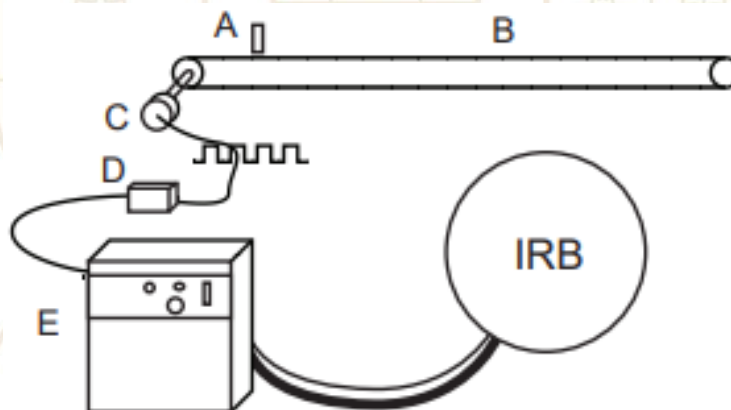
3. ábra Új projekt létrehozása

A felugró ablak, a baloldali menüjében válassza a **Motion Coordination** opciót, majd középen kattintson a **606-1 Conveyor Tracking** menüpontra. Ezután pedig a következő ablakban válassza a **1552-1 Tracking Unit Interface** opciót.



4. ábra Szükséges hardver és szoftver funkciók konfigurálás a futószalag követéshez

Ahhoz azonban, hogy pontosan megértsük milyen beállításokat végeztünk el a virtuális vezérlőnkön az előzőekben, nézzük meg a futószalag követő rendszerek felépítését.



A – Szinkron Kapcsoló, B – Futószalag, C – Enkóder, D – Enkóder Interfész, E – IRC5 robot vezérlő, IRB - Robot

5. ábra Rendszer felépítése¹

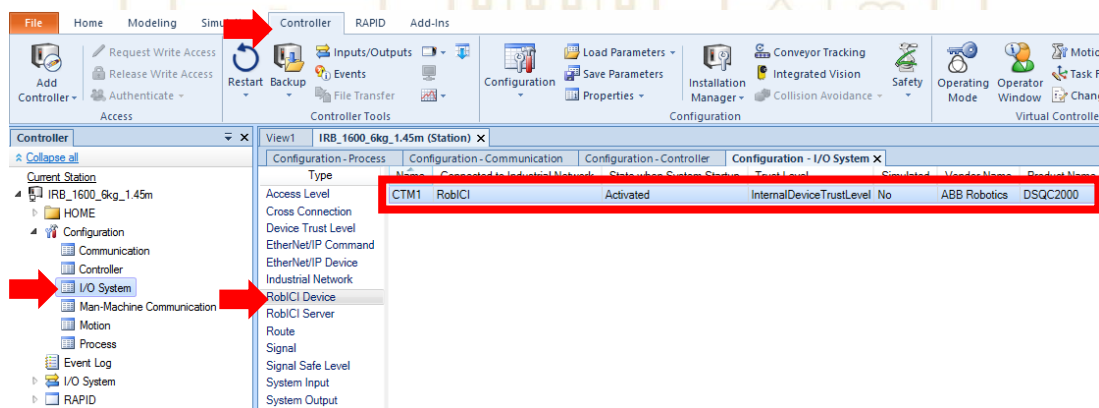
A fenti ábrán a rendszer főbb elemei láthatók. A szinkron kapcsoló detektálja a munkadarabot a futószalagon, az enkóder pedig a szalag sebességét méri. A szinkron kapcsoló segítségével meghatározhatjuk a munkadarab pozícióját egy adott időpillanatban és mivel ismerjük a futószalag sebességét, innentől kezdve követni tudjuk a munkadarab mozgását a

¹ Forrás: ABB Application Manual – Conveyor Tracking

futószalagon. A rendszert gyakran kiegészítik egy kamerával, amely amellet, hogy pontosabbá teszi a munkadarabunk futószalag hossz tengelyével egy irányba eső pozíciójának meghatározását, lehetőséget nyújt a keresztirányú pozíció meghatározására is. Így a munkadarabok véletlenszerű pozícióba és orientációval érkehetnek a futószalagra (pl.: <https://www.youtube.com/watch?v=95b1ShBL1H0>). Ez esetben a szinkron kapcsoló jele felhasználható a kamera triggereléséhez is. A szinkron kapcsoló valamilyen egyszerű érzékelő, lehet például optoelektronikus tárgyreflexió vagy adó-vevős szenzor.

Az enkóder és a szinkron kapcsoló egy enkóder interfészhez csatlakozik. A feladat megvalósításához kétféle interfészt használhatunk, **DSQC2000** és **DSQC377B**. A **DSQC2000**-es modulhoz 4db enkóder és 8db kamera (és minden kamrához akár külön-külön szinkron kapcsoló) csatlakoztatható, a modul Ethernet hálózaton keresztül kommunikál a vezérlővel. A **DSQC377B** modul 2db enkóder és 2db digitális (szinkron kapcsolóhoz) bemenettel rendelkezik és DeviceNet protokollt használ a vezérlővel való kommunikációhoz.

Jelen esetben a vezérlőnk konfigurációja során a **1552-1 Tracking Unit Interface** opció kiválasztásával egy **DSQC2000**-es modult konfigurál számunkra a RobotStudio. A modul konfigurációs paramétereit, felül a **Controller fület** kiválasztva, majd a baloldali menüben a **IRB_1600_6kg_1.45m>Configuration>I/O System** menüpontra kattintva, végül középen a **RobICI Device** opciót kiválasztva tekinthetjük meg (6. ábra).



6. ábra DSQC2000-es modul konfigurációs paramétereit

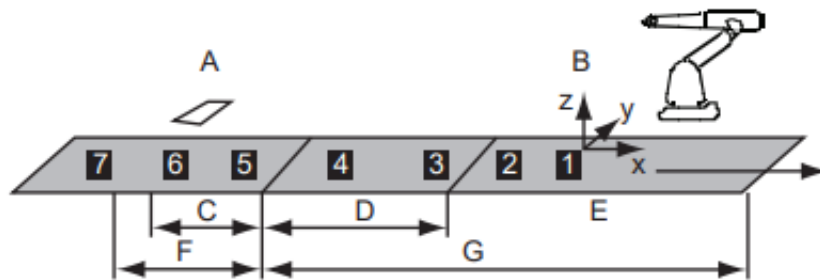
Építse meg a cellát a bemutatott paramétereknek megfelelően!

Kérdések:

1. Miben tér el az indexelő szállítószalag („Indexing Conveyor”) az előzőekben bemutatott rendszertől?
2. Mi az a RobICI? A kérdés megválaszolásához, használja az ABB Operating manual – IRC5 Integrator’s Guide kézikönyvet!

2. feladat – Futószalag konfigurációja

Ahhoz, hogy a futószalag konfigurációját helyesen tudjuk elvégezni, meg kell ismerkednünk a futószalag követő rendszer lényegével. A feladat végrehajtása során, a robotunk szerszám koordinátarendszere, folyamatosan követi a futószalaghoz rendelt **workobject** koordinátarendszer mozgását. A robotmozgások során a vezérlő a mozgó **workobjectet** fogja referencia koordináta rendszerként használni és úgy vezérli a manipulátorunkat, hogy a koordináta rendszer és a TCP relatív sebessége, a beprogramozott értékeknek megfelelő legyen, akár változó futószalag sebesség esetén is.



A – Szinkron Kapcsoló, B – Workobject Koordináta Rendszer, C – Paraméter: Minimum Distance, D – Paraméter: Start Window Width, E – Munkatér, F – Paraméter: Queue Tracking Distance, G – Paraméter: Maximum Distance, 1-7 – Munkadarabok

7. ábra Rendszer paraméterek²

A futószalag által koordinált **workobjectek** esetében, a koordináta rendszer egészen addig inaktív marad amíg, nem jelenik meg munkadarab a futószalagon. Amint van munkadarab a futószalagon és a szinkron kapcsoló detektálja azt, a **workobject** koordináta rendszer aktív lesz és ettől a pillanattól kezdve a munkadarabunkkal együtt mozog a futószalagon. Ezután hajthatjuk végre a **workobject** által koordinált robotmozgásokat. A rendszer több munkadarab egyidejű követésére is képes, azonban minden esetben csak egy munkadarab rendelkezhet **workobjecttel**. A detektált munkadarabokat a virtuális vezérlő egy sorba rendezi (**ObjectQueue**) és minden esetben csak a sor első eleméhez rendelhetünk **workobject** koordináta rendszert. Amennyiben a robot befejezte a munkafeladatot az adott munkadarabon, az elem törlésre kerül a sorból és a következő munkadarab kerül a sor elejére, illetve kapja meg a **workobject** koordinátarendszert. A futószalag követő rendszerek esetében a következő fontosabb paramétereket kell megadnunk:

- **Minimum and Maximum Distance:** Azon határpontok távolságát írja le, amelyeken ha áthalad a munkadarab automatikusan törlődik a sorból. Célja, hogy megelőzzük, hogy a munkadarab követése során, olyan célkoordinátákat adjunk a robotunknak, amelyek a munkaterén kívül esnek. A **minimum distance** paraméter a futószalag negatív irányú mozgása, míg a **maximum distance** a normál, pozitív irányú mozgás esetén lényeges.

² Forrás: ABB Application Manual – Conveyor Tracking

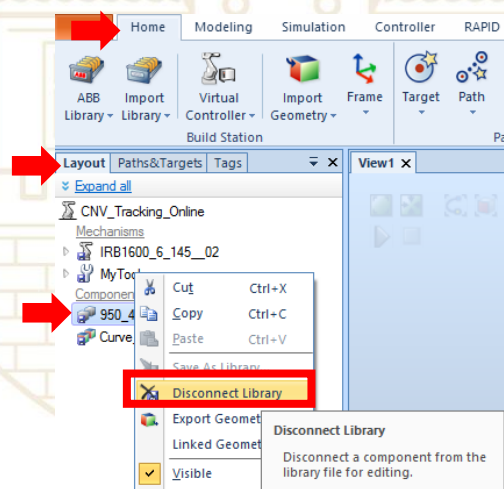
- **Start Window Width:** Egy olyan intervallumot ír le, amelyből ha kilép a munkarab és még nem rendeltük hozzá a **workobject**et a robot már egészen biztos, nem képes végrehajtani az előírt feladatot a munkadarabon. Ilyenkor az adott munkadarab automatikusan törlődik a listából.
- **Queue Tracking Distance:** Az abszolút 0 pont és a szinkron kapcsoló távolságát írja le. Az előzőekben bemutatott paraméterek mindegyike a 0 ponttól mért távolságokat ír le. Amennyiben egy munkadarab túlhaladt a szinkron kapcsolón, de még nem érte el az abszolút 0 pontot, rendszer folyamatosan követi a munkadarabot, de még nem kaphat **workobject**et, így a robot még nem tud dolgozni vele.

Mielőtt elkezdenénk a futószalag konfigurációját adjuk meg a **Queue Tracking Distance** paraméter értékét. Ehhez válasszuk felül a **Controller fület**, majd a baloldali menüben a **IRB_1600_6kg_1.45m>Configuration>Process** menüpontra kattintva, válasszuk középen a **Conveyor Ici** opciót. A megjelenő listában kattintsunk jobb egérgombbal a **ICI1** elemre, majd válasszuk az **Edit Conveyor Ici(s)...** menüpontot és állítsuk a **Queue Tracking Distance** paraméter értékét 1.5-re (ez 1.5 méternek felel meg). Ezután indítsuk újra a virtuális vezérlőnket. Továbbá állítsuk a **Supervise max_dist Off** paramétert **No**-ra.

Következő lépésként kattintsunk jobb egérgombbal a futószalag modelljének nevére a baloldali menüben és válasszuk a **Disconnect Library** opciót. Ezt követően módosíthatjuk a modellünket, a mi esetünkben azért van erre szükség, mert ebből a modellből fogjuk kialakítani a futószalag mechanizmust a szimulációs térben.

Figyelem!

Amennyiben valamely **Library** fájlból importált modellt szeretnénk módosítani a **RobotStudioban**, minden esetben először a **Disconnect Library** utasítást kell használni először, csak ezt követően módosítható a modell.

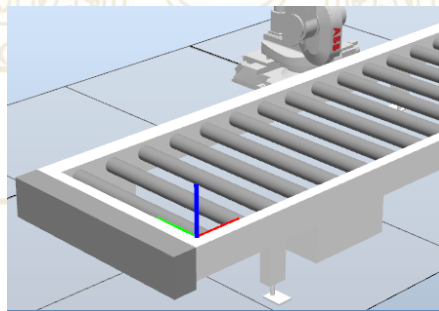


8. ábra Disconnect Library utasítás

Ezt követően válasszuk felül a **Modelling** fület, majd kattintsunk a **Create Conveyor** utasításra.

A baloldalon megjelenő ablakban a következő paramétereket kell megadnunk:

- A futószalag alapkoordináta rendszere
Az alapkoordináta rendszer felvételénél mindig arra kell ügyelnünk, hogy a futószalag mozgásának irányát, mindig az alap koordináta rendszer x tengelye jelöli. Az alapkoordináta rendszert a 9. ábrának megfelelően vegyük fel!
- Futószalag geometriája
Itt a legördülő menüből válasszuk a korábban beimportált futószalag modellünket.
- Futószalag típusa
Legyen lineáris.
- Futószalag hossza
A paraméter értéke legyen 4300mm.



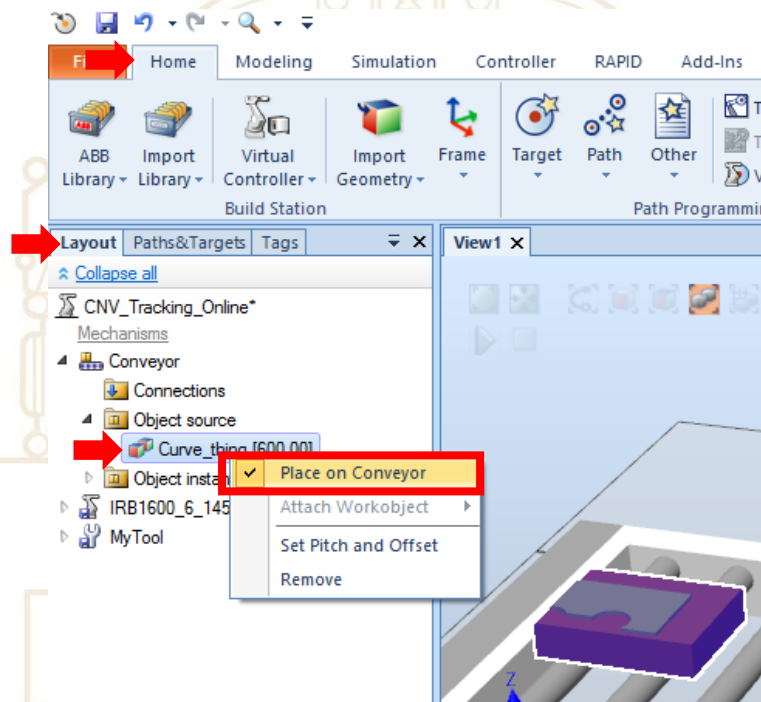
9. ábra Futószalag alapkoordináta rendszere

Ezután helyezzük a munkadarabot a futószalagra. Ehhez felül válasszuk a **Home** fület, majd a baloldali menüben a **Layout** fül alatt kattintsunk jobb egérgombbal a **Conveyor** komponensre és válasszuk az **Add object** utasítást.

A baloldalon megjelenő ablakban a következő paramétereket kell megadnunk:

- **Part:**
Itt azt a geometriát kell kiválasztanunk amit a futószalagra szeretnénk helyezni. Itt a legördülő listából válasszuk a **Curve Thing** komponenst.
- **Pitch(mm):**
Itt azt adhatjuk meg, hogy hány mm-t kell ahhoz egy munkadarabnak haladnia a futószalagon, hogy a következő munkadarab automatikusan megjelenjen a kezdőpozícióban. A paraméter értéke legyen 600mm.
- **Offset position (mm):**
Itt a munkadarab orientációját és pozícióját adhatjuk meg. A szükséges adatokat, úgy adjuk meg, hogy a munkadarab a hosszabb oldala a futószalag alap koordináta rendszerének x tengelyénekirányába essen, a rövidebb oldal és az y tengely távolsága 50mm legyen és a munkadarab keresztirányú pozíciója a futószalag közepére essen.

Amennyiben elvégeztük a beállításokat kattintsunk az **Apply** gombra a baloldali ablakban, majd a baloldali menüben nyissuk le a **Conveyor>Object source** menüpontot. Kattintsunk jobb egérgombbal a munkadarabunk nevére és válasszuk a **Place on Conveyor** menüpontot. Ezt követően megjelenik a munkadarabunk a futószalagon, így ellenőrizhetjük a beállítások helyességét.



10. ábra A munkadarab futószalagra helyezése

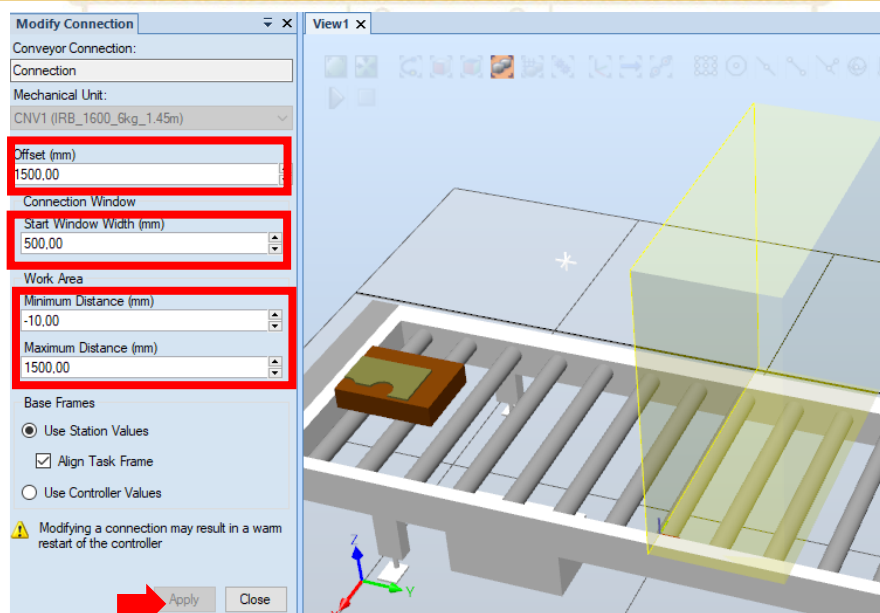
Ezt követően a robotunk munkaterének beállításait kell elvégeznünk. Ehhez a jobboldali menüben kattintsunk a **Connections** menüpontra jobb egérgombbal és válasszuk a **Create connections** utasítást! A baloldalon megjelenő ablakban a következő paramétereket, adhatjuk meg:

- **Offset**
Ezzel a paraméterrel a 0 pont pont távolságát adhatjuk meg az alap koordináta rendszerünkhöz képest. A paramétert állítsuk 1500mm-re (ez megegyezik a **Queue Tracking Distance** paraméter értékével).
- **Start Window Width**
A paraméter értéke legyen 500mm.
- **Minimum Distance**
A paraméter értéke legyen -1600mm (a futószalagunk csak pozitív irányba fog haradni)
- **Maximum Distance**
A paraméter értéke legyen 1500mm, így a határpont még a robot munkaterén belül esik.

Ha elvégeztük a beállításokat kattintsunk az **Apply** gombra és várjuk meg amíg a virtuális vezérlőnk újra indul!

Figyelem!

Amennyiben a Queue Tracking Distance paraméternek értéket adtunk és a Supervise max_dist Off paramétertert No-ra állítottuk, a Minimum Distance paraméter abszolút értékben nem lehet kisebb, mint a Queue Tracking Distance paraméter. Hiszen ilyenkor a szinkronkapcsolót elérő munkadarab pozíciója negatív távolsággal írható le, egészen addig amíg el nem éri az abszolút nulla pontot. Viszont amennyiben a munkarabhoz rendelt távolság adat értéke kisebb, mint a Minimum Tracking Distance, automatikusan törlésre kerül a sorból és a rendszerünk nem követi tovább mozgását.



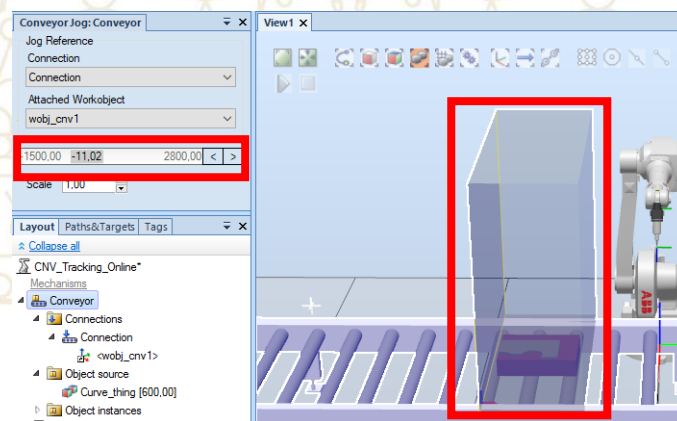
11. ábra Robot munkaterének beállítása

Kérdések:

3. Mutassa be mi történik a 7. ábrán látható 7db munkadarabbal a szállítószalag követés során! A következőkre térjen ki:
 - a. Mely munkadarabok mozgását követi jelen pillanatban a vezérlőnk?
 - b. Jelen pillanatban melyik munkadarabbal léphet interakcióba a robot? (Kinél van a workobject)
 - c. Mely munkadarabok kerültek törlésre az Object Queue listából?
 - d. Mely munkadarab kaphatja meg következőnek a workobject koordináta rendszert?

3. feladat – Robot program elkészítése

Mielőtt megírnánk a robot programunkat, a mozgó **workobject**ünket hozzá kell rendelnünk a futószalagon lévő munkadarabhoz. Ehhez a baloldali menüben nyissuk le a **Conveyor>Object source** menüpontot. Kattintsunk jobb egérgombbal a munkadarabunk nevére és válasszuk az **Attach to workobject>wobj_cnv1** utasítást. Ezután jobb egérgombbal kattintsunk a **Conveyor** elemre a baloldali menüben és válasszuk a **Jog** utasítást. A bal felső sarokban megjelenő ablakban található csúszka segítségével, mozgassuk a munkadarabunkat a **Start Window** intervallumon belülre (12. ábra).



12. ábra Munkadarab pozícionálása programozáshoz

Készítsük el az alábbi robotprogramot:

- A robot Home pozícióból kezdje a munkát.
- A robot közelítse meg a munkadarabot, majd kövesse le a belső, köríves elem kontúrját.
- A feladat befejezését követően a robot emelje ki a szerszámot és álljon Home pozícióba.

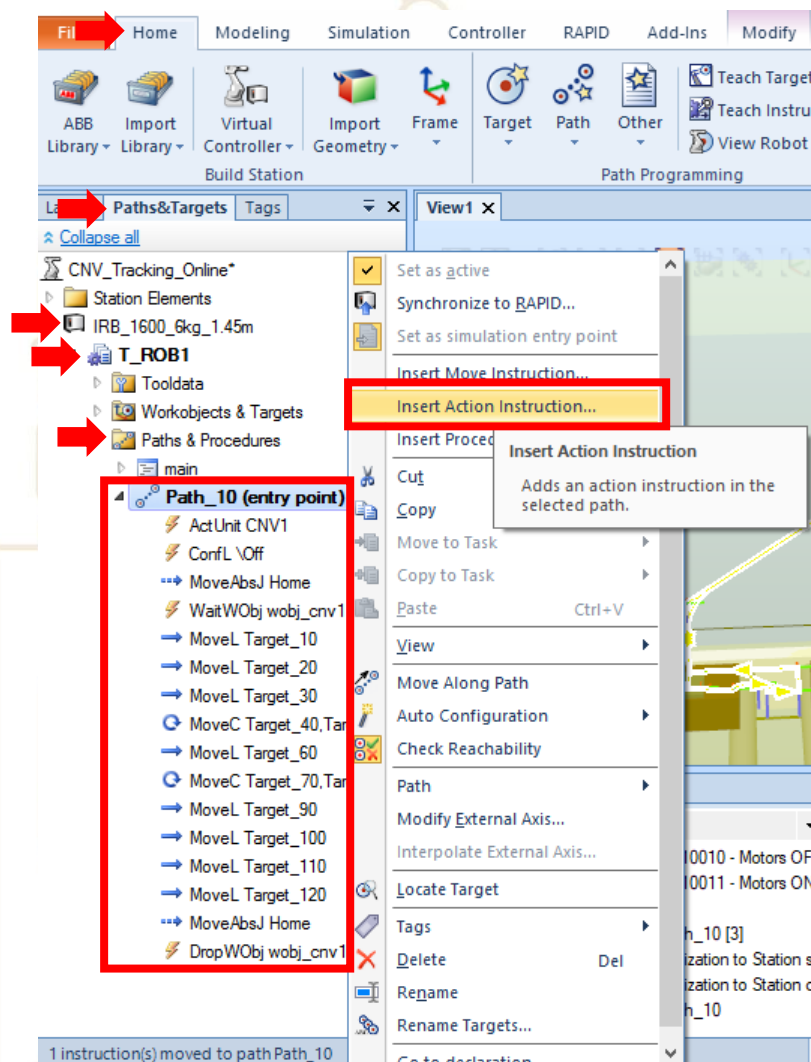
Figyelem!

Mozgó workobjectben értelmezett targetek esetében, a pályapontot csak CP mozgással közelíthetjük! PTP mozgás ez esetben nem használható.

Vegye fel a szükséges **target**eket és írja meg az előzőekben leírt programot! A tesztelés előtt egészítse ki a programot az alábbi utasításokkal (13. ábra):

- A program elejére, illessze be az **ActUnit CNV1** utasítást
- Ezt követően pedig, illessze be a **ConfL\Off** utasítást
- Miután a robot Home pozícióba állt a robot, hívja meg a **WaitWobj wobj_cnv1** utasítást
- Végül pedig a munkafolyamat befejeztével, miután újra Home pozícióba állt a robot, hívja meg a **DropWobj wobj_cnv1** utasítást.

Az utasításokat a **Rapid** fejlesztő környezetben -, vagy a baloldali menüben jobb egérgombbal a pálya nevére vagy bármely mozgásutasításra kattintva, majd az **Insert Action Instruction** utasítást választva, adhatja a megírt programoz (13. ábra).

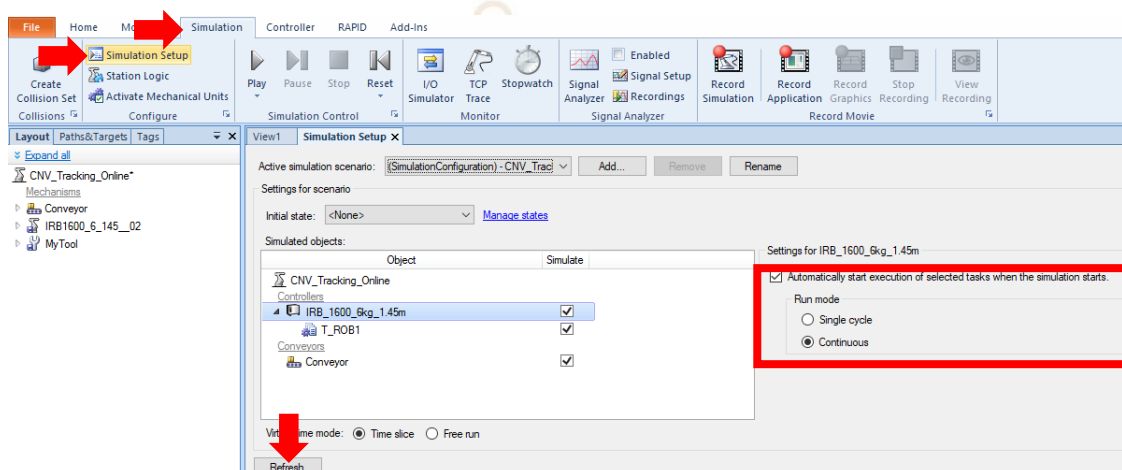


13. ábra Program módosítása

Ezt követően törölje a munkadarabot a futószalagról. Ehhez a baloldali menüben kattintson jobb egérgombbal a **Conveyor** elemre és utána válassza a **Clear** utasítást.

Mielőtt futtatná a szimulációt felül kattintson a **Simulation** fülre és a felső szalag menüben válassza a **Simulation Setup** utasítást. A felugró ablakban a **Run Mode** paramétert állítsa **Continuous**re (14. ábra).

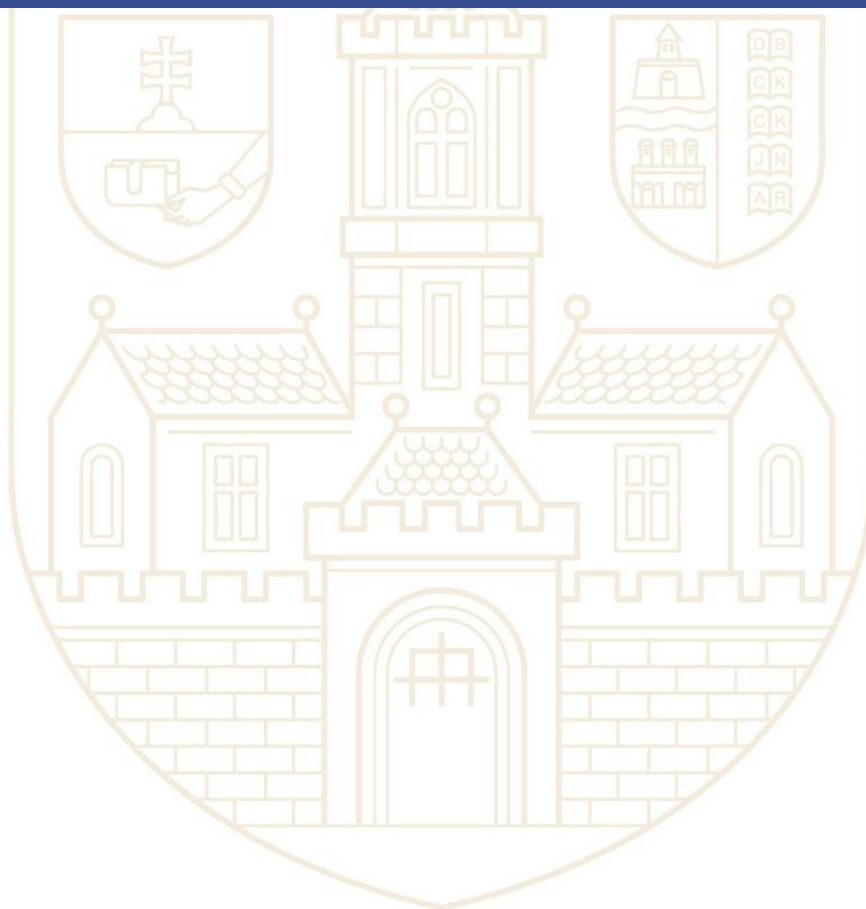
Szinkronizálja az elvégzett módosításokat és futtassa a szimulációt!



14. ábra Simulation Setup

Kérdések:

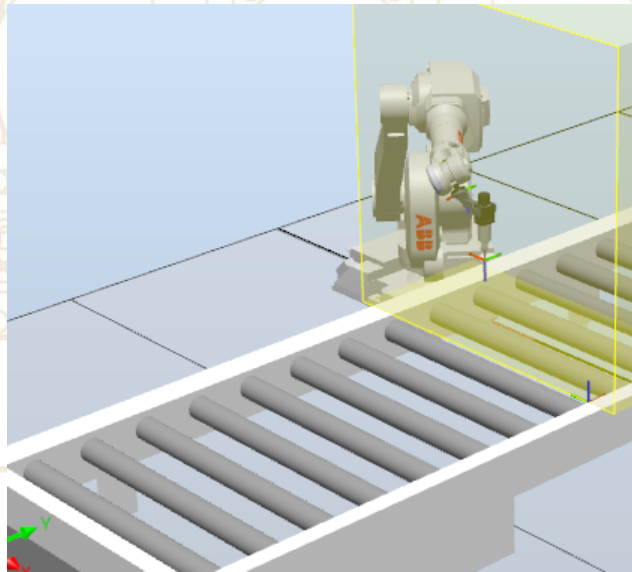
4. Mutassa be az ActUnit, ConflL, WaitWobj és DropWobj utasítások működését és szintaktikáját!
5. Magyarázza el a megírt program működését!



4. feladat – Egyéni feladat

Módosítsa a programot az alábbiak szerint:

- Miután a robot befejezte az előírt munkafolyamatot az adott munkadarabon és nincs munkadarab a futószalagon, álljon **Home** pozícióba. Ha van munkadarab a futószalagon, de az még nem érte el a 0 pontot, a robot álljon egy a futószalag közelében felvett várakozási pozícióba (15. ábra), egészen addig, amíg a munkadarab el nem éri az 0 pontot.



15. ábra Várakozási pozíció

A munkadarab esetében állítsa a Pitch paramétert 1400mm-re és úgy futtassa szimulációt!

A feladat megoldáshoz olvassa el az **ABB Application Manual – Conveyor Tracking, Advanced Queue Tracking** fejezetét!

Kérdések:

6. Másolja a jegyzőkönyvbe az elkészített programját és mutassa be a módosításokat!