

Problémamegoldás LEGO® robottal

digitális pedagógiai-módszertani csomag
a kreativitás/problémamegoldó gondolkodás fejlesztésének támogatására

1 Célcsoport

Középiskola

2 Rövid leírás

A LEGO® programozható robot megoldása olyan eszközkészlet, amely tanórai, szakköri keretben egyaránt használható és motiválja a tanulókat a feladatmegoldásra, ugyanakkor a kompetenciafejlesztésben (különös tekintettel a logikus-algoritmikus gondolkodás, a problémamegoldás, a magasabb rendű gondolkodási készségek fejlesztésére) is eredményesen alkalmazható. Az informatika tantárgy mellett tantárgyi célok szolgálatában használható matematika és természettudományos tanórákon, a nagyobb szabadságfokkal rendelkező foglalkozásokon pedig (szakkör, tehetséggondozó foglalkozások stb.) számos lehetőséget biztosít az oktatói és a tanulói kreativitásnak.

3 Részletes ismertető

Az eszközkészletről

Motorokkal és szenzorokkal ellátott, processzor-vezérelt robotkészletből ma már több típust kínál a piac, és a kifejezetten oktatási céllal összeállított eszközcsomagok is egyre nagyobb számban elérhetők. Ezek eltérők a hardver tekintetében (processzor kapacitása, a motorok teljesítménye, a szenzorok érzékenysége stb.), jelentősen különböznek az épített konstrukció tekintetében annak függvényében, hogy milyen célokat szolgál az eszközkészlet (fixen, gyártó által épített készlet, felhasználó által építhető, meghatározott vagy végtelen számban variálható), és jelentősen különböznek abból a szempontból, hogy milyen mértékben volt meghatározó az eszközkészlet kialakításában, valamint a támogató anyagok összeállításában, alapvetően a támogatás biztosításában a pedagógiai megközelítés, az, hogy oktatási célt szolgáljon. Ezeknek a szempontoknak a figyelembevételével elmondható, hogy az elérhető eszközkészletek közül a LEGO® Mindstorms méltán a leginkább elterjedt az oktatás különböző szinterein.

A koncepció első oktatási célra készült változata az 1998-ban megjelent Mindstorms RCX elnevezésű robot volt, amelyet 2006-ban az NXT típus, majd 2013-ban az EV3 megoldás követett.

Mindhárom generációra jellemző alaptulajdonságok:

- a robot agyát egy kisméretű intelligens vezérlőegység, ún. téglá (brick) alkotja
- a motorok és a szenzorok külön, a téglához csatlakoztatható egységként kerültek a csomagba
- további építőelemek segítségével mindezek egy, a meghatározott célt szolgálni képes eszközzé építhetők egybe.

Ugyanakkor érdemes tudni, hogy a LEGO-tól megszokott kompatibilitás erre az eszközkészletre is igaz, a Mindstorms robotok összeépíthetők más LEGO termékekkel.

Jelenleg a LEGO Mindstorms EV3 robotkészlet van forgalomban. Fontos tudni, hogy ezen a néven két különböző csomag létezik, és a két csomag némileg eltér egymástól.

- [kereskedelmi csomag](#) (LEGO Mindstorms EV3, angol nyelvű oldal)
- [oktatási csomag](#) (LEGO Mindstorms EV3 Education) Ezen az oldalon egy összehasonlító táblázat is található arról, miben tér el a két csomag egymástól.

Az osztálytermi használathoz – számos előnye miatt – az oktatási csomagot ajánljuk. A következőkben a jellemzés erről szól.

A LEGO Mindstorms EV3 Education csomaggal elérhető:

- egy, a LEGO mintaértékű pedagógiai megközelítése szellemében összeállított eszközkészlet (építőkészlet és szoftveres környezet)
- számos társított pedagógiai segédlete (projektleírások, óravázlatok stb.)
- pedagógiai támogatás (oktatóvideók, képzések stb.)
- az alkotó közösség.

Az alapsomag elemei (mindösszesen 541 elem)

EV3 téglák

- négy motor és négy szenzor csatlakoztatását teszi lehetővé
- egyszerű, kijelzővel ellátott kezelőfelület
- mérésadatgyűjtés kezelése az eszközön
- kommunikációs lehetőségek: kábel, bluetooth, wifi
- memóriabővítési lehetőség mikro SDHC kártyával

EV3 akku (fontos tudni, hogy nem tartalmazza az alapsomag az akku töltését kiszolgáló töltőegységet. Külön kell rendelni.)

Motorok

- interaktív szervomotor (Large motor) (2 db)
- közepes motor (Medium motor) (forgási tengely párhuzamos a motor tengelyével)

Szenzorok

- távolságérzékelő (Ultrasonic) szenzor
- fény- és színérzékelő (Color) szenzor
- gyroszenzor
- ütközésérzékelő (Touch) szenzor (2 db)

Egyebek:

- építőkészlet
- összekötő kábel (7 db)
- USB kábel
- rendező doboz rendszerező tálcával
- szoftver

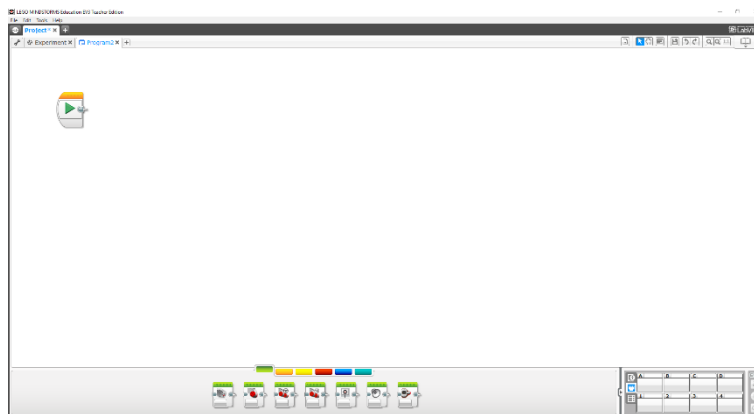


1. ábra: LEGO Mindstorms EV3 Education alapsomag¹

Az eszközkészlet programozási környezete

Jellemzők

- felhasználóbarát
- külön mérés-adatgyűjtő felület
- külön értelmezett tanári és tanulói szoftver
- alkalmazás mobil okoseszközökre
- [letölthető](#)



2. ábra: Az EV3 Education programozási felülete – középen lent a cselekvési (Action) programelemek, jobbra lent a csatlakoztatott eszközök által mért értékeket mutató panel

Az eszközkészlet alkalmazhatóságáról

Hazai környezetben a LEGO Mindstorms eszközkészlet oktatási alkalmazhatóságát egy 2015-ben zárult, a LEGO demonstrációs segédeszközöket alkalmazó pedagógiai jó gyakorlatok és módszerek tapasztalatainak felhasználása

¹ A kép forrása: <https://education.lego.com/en-us/products/lego-mindstorms-education-ev3-core-set/5003400>

a keresztantvervi kompetenciák és a természettudományos oktatás fejlesztésére TÁMOP-3.1.15-14-2014-0001 elnevezésű kutatás-fejlesztés projekt során vizsgálták. A kutatás záródokumentációjának néhány figyelemre méltó megállapítása:

- „A jelen kutatás tárgyát képező eszközrendszerrel kapcsolatos megelőző információk és az eszközök komplexitása alapján azt feltételeztük, hogy a LEGO demonstrációs segédeszközök, programozható robotok egyidejűleg több, a Nemzeti alaptantervben nevesített kulcskompetencia és készség fejlesztését elősegíti (H2). A kérdőíves felmérés eredményei alapján kijelenthető, hogy mind a pedagógusok, mind pedig a tanulók megerősítették a matematikai kompetencia, a problémamegoldókészség, az egyéni- és csoportos tanulás, a kreativitás készségének fejlődését a robot alkalmazásával kapcsolatban. [...]”²
- „A kutatás tervezési fázisában úgy gondoltuk, hogy a pedagógiai gyakorlat megerősíti azt a feltételezésünket, hogy a LEGO demonstrációs segédeszközök, programozható robotok eredményesen alkalmazhatók az algoritmikus gondolkodás fejlesztésére (H3), valamint a természettudományos jelenségek tanulmányozására (H4). Az interjúkban adott tartalmi ötletek és a személyes pedagógiai tapasztalatok megerősítették a fenti két hipotézist. [...]”³
- „[...] A kutatás megkezdésekor azt feltételeztük, hogy programozható robotok alkalmazása hozzájárul a tanulók motivációjának növeléséhez, és fenntartásához (H6). Ehhez kapcsolódva a tanulás folyamat egy másik aspektusával kapcsolatban úgy gondoltuk, hogy a LEGO demonstrációs segédeszközök, programozható robotok alkalmazása hozzájárul a tanulói teljesítmény emelkedéséhez (H7). A robotok oktatási alkalmazása jelenleg elsősorban szakköri formában van jelen azokban az iskolákban, amelyek rendelkeznek megfelelő felszereléssel. A tanári interjúk megerősítették, hogy ezeknek a foglalkozásoknak erős a motivációs erejük, miközben meg kell jegyeznünk azt is, hogy a legtöbb esetben a tehetséggondozás keretein belül történnek ezek a foglalkozások, így a motivációs szint nem alacsony. A kérdőíves felmérésben is felfedezhető volt a diákok részéről az érdeklődés a téma iránt és az, hogy teljes mértékben bevonódtak ennek az új technológiának a használatába. A motivációs tényezőt a pedagógusok a tanulói teljesítményhez kapcsoltnak is említették. A tanulói eredményesség azonban a kérdőívekre érkezett válaszokban is megjelenik, hiszen a tanulók kedvenc tantárgyai a robotoktól ne esnek messze és az emelt szintű érettségi tantárgyak kiválasztásában is van szerepe a robotozásnak. Úgy gondoljuk, hogy miként említett hipotézissel kapcsolatban (H6 és H7) megerősítésre találtunk, azonban egy további, hosszabb időtartamra szóló pilot kutatásra lenne szükség annak érdekében, hogy alaposabb információkra teherünk szert.”⁴

Az eszközkészlet kiegészíthetőségéről

Az építőelemek a LEGO elemek kompatibilitása miatt a végtelenségig bővíthetők egyéb LEGO csomagokkal. Figyelemre méltó, hogy a robothoz a LEGO is gyárt további, az alapsomagban nem elérhető szenzorokat, és mások is elkezdtek gyártani. Ma már jóformán nincs olyan fizikai jelenség, amit ne lehetne mérni az eszközzel. A LEGO Education által kínált további építőelem készletek és külön megvásárolható szenzorokról részletesen [tájékozódhat](#) (angol nyelvű oldal).

Külön figyelmet érdemel a LEGO Education fejlesztése eredményeként összeállított, az informatika, a matematika, valamint a természettudományok oktatását támogató EV3 Space Challenge Missions kiegészítő csomag. A kiegészítő csomag tartalmazza a következőket:

- kiegészítő építőelemkészlet
- pedagógiai útmutató
- 30 órában megvalósítható projektleírás – 7 küldetésre bontva

[Bemutató anyag a csomagról](#) (angol nyelvű oldal).

² „LEGO demonstrációs segédeszközöket alkalmazó pedagógiai jó gyakorlatok és módszerek tapasztalatainak felhasználása a keresztantvervi kompetenciák és a természettudományos oktatás fejlesztésére” TÁMOP-3.1.15-14-2014-0001 Összefoglaló kutatási jelentés, 2015. pp. 122

³ uo.

⁴ uo.

A további tájékozódáshoz ezt az oldalt [ajánljuk](#) (angol nyelvű oldal).

4 Pedagógiai-módszertani elemek

A LEGO robot nagyon inspiratív eszköz a célcsoportként megjelölt korosztály számára (itt fontos megjegyezni, hogy fiúk és lányok számára egyaránt), a kompetenciafejlesztés eszközüvé azonban akkor válik, ha megfelelő pedagógiai környezetben valósul meg az eszközkészlettel végzett tevékenység. A LEGO Education erre vonatkozóan [irányelveket, ajánlást](#) tett közzé (angol nyelvű oldal). Néhányat emelünk ki a következőkben ezek közül:

- tanulói tevékenységekre épülő feladatok szervezése
- a tevékenység minden esetben játékelményt nyújt
- nyitott végű, érdekes, a korosztály számára is kérdést jelentő kérdések megfogalmazása
- a flow élmény elérése a tanulás során
- alacsony belépési küszöb a feladatmegoldásnál (minden tanulót képes bevonni, hiszen képes olyan feladatot kínálni, amelyet a gyengébb képességű is megold, ugyanakkor éppen az EV3 az az eszköz, amely-nél variabilitása okán nincs korosztályos felső határ)
- a tanár támogató, segítő szerepben van jelen a problémák megoldásánál
- a tevékenységek felépítése a következő lépések szerint:
 - kapcsolódás
 - alkotás (elsősorban manuális tevékenységet értünk ez alatt)
 - vizsgálódás
 - tovább gondolás, a tovább lépés lehetőségének felkínálása

A pedagógiai fejlesztés szempontjából a LEGO Mindstorms EV3 gyakorlatok alkalmasak

- a problémamegoldás
- a logikus-algoritmikus gondolkodás
- ismeretszerző készség
- a kreativitás
- az együttműködés
- a magasabb rendű gondolkodási készségek

fejlesztésére.

Továbbá megfogalmazhatunk tantárgyi célokat. Elsődlegesen az informatika és a matematika területén, valamint – a szenzorok és a szoftveres felületen külön kialakított mérés-adatgyűjtő felület használatával – a természettudományos tárgyak támogatásához.

Versenyekek

A pedagógiai program kidolgozása során javasolt célként megfogalmazni a LEGO Mindstorms eszközkészletre épülő versenyekre csapat felkészítését, részvételt a versenyen, kiemelten a First LEGO League ([FLL Jr](#) angol nyelvű oldal, [FLL](#) angol nyelvű oldal) és a World Robotic Olympiad ([WRO](#) angol nyelvű oldal). Ajánlhatók ezek az események az izgalmas kihívás miatt, ugyanakkor például az FLL felépítésének példája jól mutatja, milyen erős elemként jelenik meg a versenyek kidolgozásánál is az, hogy a kihívás során szerzett tapasztalat a 21. századi készségek, képességek elsajátítását szolgálja, tájékozási lehetőséget teremtsen kortás technológiai kérdésekben.

A FLL verseny alapja egy élvezetes robotverseny, amely során a résztvevő csapat által épített és programozott robotnak kell megoldania feladatokat. Ehhez kapcsolódik egy kutatási feladat – valamely előre megadott témában kell a csapatnak kutatni, és az eredmények nyomán bemutatót tartani. A felkészülés csapatban, egy nyolchetes projekt során valósul meg. (További tájékozási [lehetőség](#).)

Tanári felkészültség

A LEGO Mindstorms EV3 Education eszközkészletet tanórán, szakköri vagy tehetséggondozó foglalkozáson alkalmazó pedagógusra vonatkozóan javasolt elvárások (Fontos hangsúlyoznunk, hogy a fentiek javasolt elvárások, meglétük előnyös, hiányuk nem kizáró ok.):

- legyen szakirányú végzettsége informatika, matematika vagy fizika tanárszakon
- rendelkezzen magasszintű informatikai felhasználói ismeretekkel
- legyenek korszerű pedagógiai ismeretei
 - legyen jártas a projektpedagógiában
 - a tanulói aktivitásra építő, a problémaközpontú, a tanulói kreativitást kihasználó, együttműködő munkaformákra tervezett, a tanulói különbségek kezelésére alkalmas tevékenységek szervezésében
 - legyen jártas a digitális pedagógiai területeken
- legyen előzetes tapasztalata valamely blokk alapú programnyelv (pl. Scratch) területén
- angol nyelvismeret
- legyen nyitott a technológiai újdonságokra.

Az eszközkészlet használata során differenciálásra lehetőséget biztosít a többféle tevékenység (konstrukcióalkotás, programozás, mérés-adatgyűjtés és feldolgozás stb.). Ugyanakkor az eszközkészlettel megvalósítható feladatok korlátlanágából adódóan, valamint a jól megválasztott módszerek eredményeként a tanulók eltérő felkészültségére és különböző érdeklődésére válaszként további differenciálási technikák alkalmazhatók.

Felkészülési lehetőség

Erős támogató háttér érhető el nemzetközi és hazai szinten is.

- LEGO [Academy](#) (angol nyelvű oldal)
- [Mobilrobotok az iskolában](#) akkreditált, 30 órás tanfolyam (felnőttképzési nyilvántartási szám: E000072/2013, alapítási engedély szám: 957/67/2013, az alapítási engedély érvényességének dátuma: 2018. 04. 25.
- LEGO MINDSTORMS Education [fórum](#) (angol nyelvű)
- Az iskolán kívüli robotika foglalkozást kínáló szervezetek közül több vállal pedagógus felkészítést – ilyen például a Robot Tábor elnevezésű képességfejlesztő programot kínáló szervezet.

5 Infrastrukturális elemek

Normál tanóra, szakköri, illetve tehetséggondozó foglalkozás szervezéséhez szükséges eszközök a következők:

- oktatói laptop/tablet
- tanulói laptop/tablet
- oktatói robotkészlet
- tanulói robotkészlet

Az LEGO Mindstorms EV3 robot tabletre letölthető alkalmazás segítségével is programozható, vezérelhető. Az alkalmazás elérhető Android, iOS, Windows és Chromebook operációs rendszerekre. Az applikáció lehetőségei azonban korlátozottak az asztali alkalmazáshoz képest. Ezért a célcsoportként megjelölt korosztály számára kevésbé javasolt a csak tablettel történő vezérlésre tervezett program összeállítása.

Célszerű továbbá egy interaktív érintőfelület beszerzése.

Gondoskodni kell egy, a robotpályák megépítését szolgáló kézműves eszközcsoagról. Továbbá célszerű beszerezni (készíttetni) FLL és/vagy WRO és/vagy valamint LEGO szumó pályát.

Szükséges a tanári és tanuló eszközök tárolásának, töltésének megoldása.

Az egyes eszközök rendszerkövetelménye megegyezik a pályázati felhívásban szereplő specifikációval.

<i>Interaktív érintőfelület</i>	<i>Laptop oktatói és tanulói egyaránt</i>	<i>Tablet</i>
<p>A képernyő átmérőjének legalább 70 hüvelyknek kell lennie.</p> <p>Az eszköznek rendelkeznie kell legalább 2 HDMI, 1 VGA videóbemenettel, és legalább 1 mikrofon porttal, legalább 1 audió bemenettel.</p> <p>Az eszköznek rendelkeznie kell legalább 1 USB porttal.</p> <p>Az eszköz legalább full HD (azaz 1920x1080 pontos) felbontású legyen.</p> <p>Az eszköznek rendelkeznie kell hangszóróval.</p> <p>Az eszköznek kézzel és tollal is vezérelhetőnek kell lennie.</p> <p>Az eszköznek támogatnia kell a multitouch (azaz a többujjas) vezérlést.</p> <p>Az eszköznek rendelkeznie kell legalább 5 éves garanciával.</p> <p>Az eszköz szállítójának az eszköz folyamatos szoftverfrissítését és szervizelését legalább 5 évre biztosítania kell.</p> <p>Az eszköz szoftverének kompatibilisnek kell lennie a legelterjedtebb táblaszoftve- rekkel.</p> <p>Az eszköz szoftverének kompatibilisnek kell lennie legalább a Windows és Linux operációs rendszerekkel.</p>	<p>Az eszköznek legalább 13 hüvelyke képernyőátmérőjű laptopnak kell lennie.</p> <p>A képernyőnek támogatnia kell az érintéses vezérlést (touch), valamint a ceruza használatát (Pen).</p> <p>A képernyőnek elforgathatónak vagy le-hathatónak vagy szétválaszthatónak kell lennie.</p> <p>Az eszköznek legalább rendelkeznie kell:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2 USB port-al. • legalább 1 HDMI kimenettel • beépített wi-fi adapterrel • legalább Intel® Core™ i3 vagy azzal egyenértékű processzorral • legalább 4 GB RAM-al • legalább öt éves garanciával. <p>Az eszköznek támogatnia kell egy vezeték nélküli kivetítési szabványt.</p> <p>Az eszköznek maximum 1.8 kilogramm tömege lehet.</p> <p>A háttértárnak SSD esetén legalább 128 GB-nak, HDD esetén legalább 500 GB-nak kell lennie.</p> <p>Az eszköz akkumulátor üzemidejének legalább 6 órának kell lennie.</p> <p>Az eszköz szállítójának az eszköz folyamatos szervizelését legalább 5 évre biztosítania kell.</p>	<p>Az eszköz kijelző mérete legalább 7 hüvelyk legyen.</p> <p>Az eszköz kijelzője legalább kapacitív legyen.</p> <p>Az eszköz rendelkezzen beépített wifi adapterrel.</p> <p>Az eszköz szállítójának az eszköz folyamatos szervizelését legalább 3 évre biztosítania kell.</p> <p>Az eszköz operációs rendszere lehet Android, Windows vagy iOS.</p> <p>Az eszköznek legalább 6 órás akkumulátor üzemidővel kell rendelkeznie.</p> <p>Az eszköznek legalább 16 GB tárolóval kell rendelkeznie.</p> <p>Az eszköznek legalább 1 GB RAM-al kell rendelkeznie.</p> <p>Az eszköznek rendelkeznie kell legalább 3 éves (akár kiterjesztett) garanciával.</p> <p>Az eszköz szállítójának az eszköz folyamatos szervizelését legalább 3 évre biztosítania kell.</p> <p>A beszerzett tabletek tárolására olyan tárolókat kell beszerezni, amely: az összes beszerzett tablet tárolását megoldja és zárható, valamint a tabletek töltését tárolás közben biztosítja.</p>

Javasolt LEGO Mindstorms EV3 Education eszközcsomag konfigurációk és tanulói létszámok:

- 4 fős tanulói kiscsoportonként egy LEGO készlet, továbbá 1 laptop.
Így szervezhető legjobban a megosztott feladat: kik felelősek az építésért (két tanuló együttműködésében jól kezelhető), kik a programozásért (két tanuló együttműködésében szintén jól kezelhető – egyes fejlesztő cégek is két fejlesztőt ültetnek egy gépnél, mondván, hogy megtakarítják vele az utóbb tesztelésre szánt idő jelentős részét). Esetleg egyéb feladat is kiadható.
Ebben az esetben célszerű a tanulócsoport számára csak az elérendő célokat megfogalmazni, és hagyni a csoportot a feladatokat elosztani, a megvalósítást megszervezni.
- 4 fős tanulói csoportonként egy LEGO készlet és továbbá 2 laptop.
Amennyiben programozás fókuszú a tevékenység (az építésnek nem, vagy csak minimálisan van szerepe a feladatmegoldásban) a 4 fő 2 párt alkot és párosával használhatnak egy robotot. Ebben az esetben a fő tevékenység a program megalkotása páronként, a roboton a tesztelés történik. Ezt a párok szervezhetik úgy, hogy megosztják tesztelésre a robotot.
- Tanulópáronként jut 1 LEGO készlet és 1 laptop
A leginkább eszközfókuszú megoldás ez lehet az iskolai környezetben, kérdés, hogy a meghatározott fejlesztési célokat megfelelően szolgálja-e.
- Futurisztikus, ugyanakkor szükségtelen iskolai környezetben egy tanuló/robot beszerzésben gondolkodni. Ebben az esetben bizonyára sokat veszítünk az általános pedagógiai célok közül – például a lekevésbé biztosít lehetőséget a szociális kompetenciaterület készségeinek fejlesztésére.
- Tanulócsoportonként/osztályonként 1 LEGO készlet és 1 laptop
Ebben az esetben kevésbé hasznosul az eszközkészlet, nem alkalmas a korábban tárgyalt pedagógiai célok elérésére. Ilyen mennyiségben kizárólag bemutató eszközként használható, az építés egyáltalán nem és a programozási feladat is korlátozottan megoldható tanulói tevékenységként.

6 Támogató szolgáltatások

Képzések:

- Grafikus programozás LEGO® Mindstorms EV3 és LabVIEW környezetben
- LEGO® robotok programozása LEGO® Mindstorms EV3 környezetben
- Pedagógusok felkészítése a LEGO® Mindstorms EV3 és a LabVIEW tervező szoftverek tanórai alkalmazására
- LEGO® robotok az oktatásban

LEGO® Education Academy EV3 [Desktop](#) (angol nyelvű felület):

- Getting Started
- Programming & Data Logging
- In the Classroom
- EV3 FAQ

LEGO® Education Academy EV3 [Tablet](#) (angol nyelvű felület)

LEGO® Mindstorms EV3 – [Gyors siker](#) sorozat (10 db, magyar felirattal ellátott oktatóvideó)

LEGO® Mindstorms EV3 – [Számítástechnika](#) sorozat (3, magyar felirattal ellátott oktatóvideó)

LEGO® Mindstorms EV3 – [Természettudományok](#) sorozat (3, magyar felirattal ellátott oktatóvideó)

LEGO® Mindstorms EV3 – [Matematika](#) sorozat (3, magyar felirattal ellátott oktatóvideó)

LEGO® Mindstorms EV3 – [Design & Technology](#) sorozat (3, magyar felirattal ellátott oktatóvideó)

LEGO® Education [szupport](#) (angol nyelvű oldal)

LEGO® MINDSTORMS EV3 ajánlott Facebook csoportok (angol nyelvű fórumok):

- <https://www.facebook.com/groups/legomindstorms/?fref=ts>
- <https://www.facebook.com/legomindstorm2.0/?fref=ts>
- <https://www.facebook.com/robolearn/?fref=ts>
- <https://www.facebook.com/LEGOeducationNorthAmerica/?fref=ts>

7 Kapcsolódó dokumentumok, források

[Feladatok](#) a LEGO® robottal:

- Energiaátvitel
- Szélenergia
- Napenergia
- Elektromos járművek
- Fogaskerekek
- Ferde sík
- Súrlódás
- Sebesség
- Nehézségi gyorsulás
- Fényerősség

LEGO® robot programozás [szimuláció](#)

Foglalkozásleírások LEGO® robot alkalmazásához

- [Rajzolás robotképernyőre](#)
- [Körhinta](#)
- [Dinamikus rajzolás robotképernyőn](#)
- [Zenélő robotok](#)
- [Vezérelj robotot](#)
- [Színzongora](#)
- [Színérzékelés](#)
- [„Húzd meg jobban, menjen a munka!” Modellezzünk raktárt!](#)
- [A domború lencse fókusztávolságának meghatározása](#)
- [Szlalom](#)

További [projektleírások](#) (angol nyelvű oldal)

Kiss Róbert: [A MINDSTORMS EV3 robotok programozásának alapjai](#) (2014, letöltve: 2017. május)

Kiss Róbert: [Robotika feladatgyűjtemény- 111 feladat LEGO MINDSTORMS EV3 és NXT robotokhoz](#) (2016, letöltve: 2017. május)