



**Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar
Anyagmozgatási és Logisztikai Rendszerek Tanszék**

Logisztika gépei és eszközei II

Darabáru anyagot szállító géplánc tervezése

Házi Feladat

**Molnár Gyula
Y8YH6H
2013/2014/2. félév**

1/ A feladat leírása

A feladat sorszáma: 39.

Tervezzen darabárut szállító gépláncot két variációban!

Mindkettőről készítsen műszaki rajzot A/3 méretben!

Válassza ki a kettő közül melyik a jobb, és számítsa ki a fő paramétereit!

Adatok:

Csarnok méretei: 20x50x6 [m]

A raktárak a csarnok rövidebb végeinél találhatók: egyiken az alapanyag-, másikon a készárú.

Tervezze meg az alapanyag odaszállítását és a késztermék elszállítását!

Szállítási igények: [db/ó]

	M1	M3	M4	M5	M7
A		6			4
B	80	6			4
F	80	18			
G		12	10	120	
H		36	10	120	

Munka-hely	Szélesség	Hosszúság	Munkadarab	Szélesség	Hosszúság	Tömeg [kg]		
M1	3000	10000	A	2000x3000x1,5		75	karosszéria	
M2	2500	5200	B	1500x2000x1,5		35	karosszéria	
M3	2000	4000	C	750x800x900		2000	motorblokk	
M4	2500	4200	D	Ø 300x10x800		30	tartály	
M5	2200	4500	E	200x200x3		2	acél lemez	
M6	5000	4000	F	Ø 20x50		1	tengely	
M7	4500	3000	G	Ø 50x1200		8	tengely	
M8	5000	4500	H	Ø 300x450		50	villamos motor	

2/ A feladat kivitelezése

2.1/ Általános meggondolások

A többnyire palettásan beérkező alkatrészek a tehergépkocsi-dokkokon keresztül közvetlenül a nyersanyagraktárba kerülnek, ahol a kirakodás, és a beraktározás emelővillás targoncák segítségével történik meg. A nyersanyagraktárból az egyes alkatrészek hajtott görgős pályákon jutnak el, melyekre élő munkaerő, és raklapemelő kocsik (békák) segítségével kerülnek az egyes tárolók. Az alkatrészek gyártásközi tárolását a következő táblázat mutatja be.

Alkatrész	Alkatrész méret [mm]	Tároló méret	Tároló típus	Kapacitás [db/tároló]	Tömeg [kg]
A	2000x2000x1,5	-	függeszték	0,5	75
B	1500x2000x1,5	-	függeszték	0,5	35
F	Ø20x50	243x162x195,5	R-KLT 3215	20	~20
G	Ø50x1200	480x1200	6x MPS-60	6	~48
H	Ø300x450	300x450	tálca	1	50



R-KLT 3215



MPS-60

A dobozos, tálcás alkatrészek az egyes munkahelyek között is görgőspályákon utaznak, a nagyobb, lemez jellegű alkatrészek pedig függőkonveijoron. Ezek felhasználásával két anyagmozgató gépláncot alakítottam ki, melyeket a következő pontban röviden ismertetek.

A kész alkatrészek görgősorokon kerülnek a készáruraktárba, ahol a nyersanyagraktárral analóg módon kerülnek eltárolásra. Meg kell jegyezni, hogy itt a nyersanyagraktárral ellentétben két típusú, egy raklap-, illetve egy ládakonveijor csatlakozik be, és előbbiről a raklapok levétele közvetlenül emelővillás targonca segítségével történik. A készáruk elszállítása itt is tehergépkocsidokkok segítségével megy végbe.

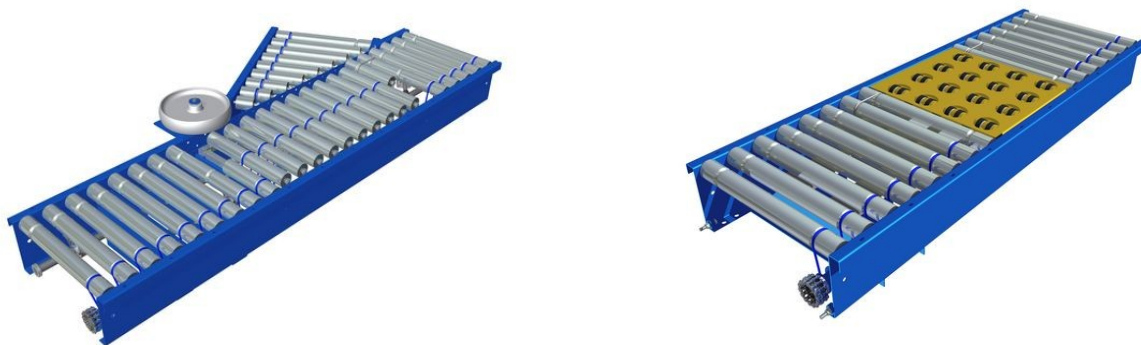
A görgőskonveijor modulok a brit Conveyor Units Ltd. Cég termékei, a görgőket pedig a legnagyobb, 216 kg -os terhelés alapján választottam ki, melyek beépített hajtásáll rendelkeznek. Ezek alapján a ládát szállító görgősoroknál a 612 mm pályaszélességű XU90-0762-075 sorozat elemeiből építkeztem. A nagyobb szélességre azért volt szükség, hogy a hosszú, „G” jelű alkatrész is biztonsággal elhaladjon a váltókon, illetve befordulhasson az íves pályarészekén.

Model	Drive Capacity Per Roller	Roller Diameter	Roller Pitch	Standard Track Widths	Standard Speeds (metres per minute)
XU90	12kg (5.3mm dia.belt)	50mm	75mm 100mm 150mm	412mm	12/ 15/ 19/ 24/ 29
				462mm	
				512mm	
				612mm	
				762mm	
				912mm	

A görgőskonveijorok paraméterei



Egyenes, és íves pályaszakasz



Csatlakozás és roller switch

Ezek a modulok gyárilag nem tartalmazzák a görgőket, így hozzájuk a következő (méreteik alapján rendelhető) görgőket választottam:

Tube Size	Spindle Option	Static Capacity*
40mm x 1.5mm	ø10mm, ø12mm, ø15mm, 8mm & 11mm Hex	100kg

Az egyenes görgők paraméterei

Tube Size	Spindle Option	Capacity*
50mm x 1.5mm	ø10mm, ø12mm, ø14mm, ø15mm, 8mm & 11mm Hex	35kg

A kúpos görgők paraméterei

Teherbírási szempontjából az íves görgők, és a H jelű alkatrész a szűk keresztmetszet, ez az alkatrész (ha keresztbe is fordul), 50 mm -es osztásnál 5 vagy 6 görgőn támaszkodik fel, tehát legrosszabb esetben $50/5 = 10$ kg -mal terhel egy görgőt.

A „C”jelű alkatrész munkahelye, és a raktár közötti szállítására az azonos cég 24KSK1005551SK jelű raklapkonvejtort használtam. Ez 4500 kg -os terhelést bír el, így a 2000 kg -os „C” alkatrészből kettőt helyezhetünk rá.

	12m/min	
Load Capacity (kg)	Motor Power (kW)	Full Load Current (A)
4500	1.1	2.8

A raklapkonvejtort paraméterei

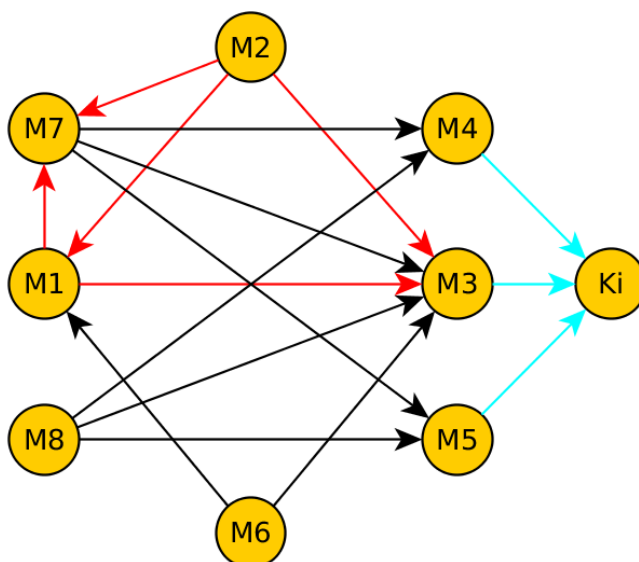


Raklapkonvektor

A függőkonvektor egyedi készítésű, pályáját szabványos közép széles I-profilok, illetve ahhoz hasonló, de íves elemek alkotják, hajtásának elvi vázlatát, és a futómű összeállítási rajzát pedig ezen dokumentum, illetve melléklete tartalmazza.

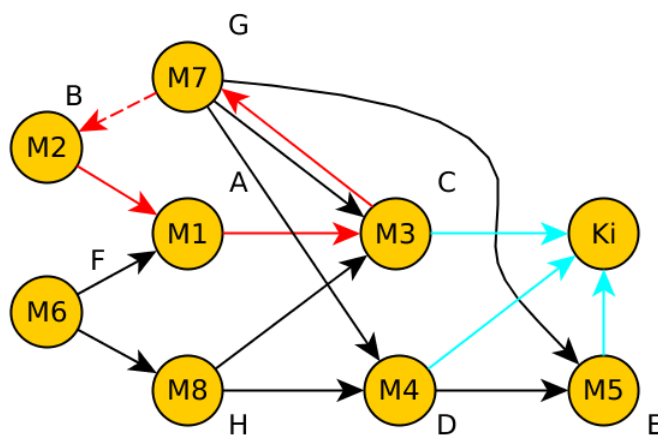
2.2/ Anyagmozgató gépek elrendezése

Az anyagáramlások irányát a feladatkiírás tartalmazza, melyek alapján egy gráfot készítettem:



Az anyagáramlások gráfja

Ez alapján olyan útvonalakat határoztam meg, melyeken az egyes alkatrészek elérik a céljukat, ha nem is direkt módon, hanem más munkaállomásokon keresztülhaladva. Ezeket az utakat egy újabb gráfban ábrázoltam:



A valóságos anyagáramlások gráfja

A gráfokban a piros nyilak a lemezszerű (konveijoron haladó) alkatrészeket, a fekete nyilak a dobozos/tálcás (görgősoron haladó) alkatrészeket jelölnék.

Az utóbbi gráf alapján a feladatkiírásnak megfelelően két anyagmozgató géplánc vázlatát készítettem el.

2.2.1/ Első vázlat

Az első elrendezésben viszonylag kevesebb anyagmozgató gépet használtam fel. A konstrukció hátránya, hogy bár olcsóbb, az egyes munkahelyekhez nem tartoznak pufferek a görgősorokon, így ha az túlhalad, csak élő munkaerővel téríthető vissza eredeti célállomására.

2.2.2/ Második változat

Az anyagmozgató-rendszer második változatában olyan rendszer kialakítására törekedtem, ami egy rugalmas gyártórendszert támogat, azaz mindenholon mindenhol el lehet jutni. Ezzel egyúttal részben megoldódott az első változat puffereinek a problémája, ugyanis az alkatrészek az anyagmozgató berendezések kapacitásáig végtelenül körözhetnek. A változat hátránya, hogy az első verziónál több elemet igényel a megépítése, illetve hogy a kizárólag visszatérítésre használt pályaszakaszok kihasználtsága közel zérus.

3/ A kiválasztott változat részletezése

A kiválasztott változat az **első**, mivel az igen alacsony anyagáramlási intenzitások mellett ennek a verzióknak is elegendőnek kell lennie a gyártás megfelelő kiszolgálásához.

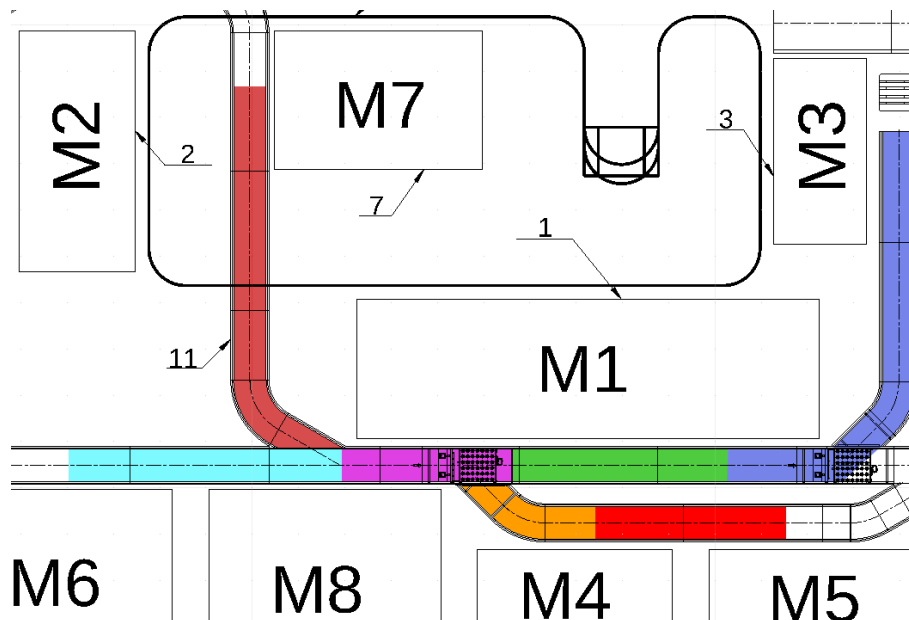
3.1/ Szállító görgők

Anyagáramlási intenzitások:

Munkahely	I [db/h]	I [tároló/h]	I [kg/h]
F	98	5	100
G	142	24	1152
H	166	166	166

(eltérések a tárolók miatt)

A szállítási teljesítmények meghatározásához először szakaszokra bontottam a görgőspályarendszert, mely szakaszokat a következő ábra szemlélteti:



A görgőspálya szakaszai szállítási teljesítmény szerint

Így hét olyan szakasz van, amelyeken a szállítás teljesítmény állandó, ezeket a következő táblázat foglalja össze. A követési távolságot mindenhol a választott görgősor-modulok minimális sebességére, 12 m/min sebességhez határoztam meg.

Szakaszok	U [db/h]	U [tároló/h]	t [s] =3600/U	a [m] =3600v/U	v [m/s]
M7-M8	142	24	150	30	0,2
M6-M8	98	5	720	144	0,2
M8-Switch	406	195	18,46	3,69	0,2
Switch-M1	146	43	83,72	16,74	0,2
Switch-M4	260	152	23,68	4,73	0,2
M4-M5	240	140	25,71	5,14	0,2
M1-M3	66	39	92,3	18,46	0,2

Látható, hogy a görgősorok igen kihasználatlanok, a ciánkék részen például körülbelül 12 percenként halad csak el egy tároló. Az ilyen alacson kihasználtságú szakaszokat érdemes lehet szakaszos üzemben használni. A legforgalmasabb szakasz a rózsaszín M8 munkahely, és az azt követő Roller Switch közötti rész, mivel itt minden fajta tároló áthalad egyszer, de itt is csak minden tizennyolcadik másodpercben érkezik alkatrész.

A görgők szögsebessége (mivel a konvektor modulok minimális sebességénél számolunk) mindenhol

$$\omega = \frac{v}{r} = \frac{0,2}{0,04} = 5 \left[\frac{rad}{s} \right]$$

Az egyes szakaszok kihasználtságához a szállítási teljesítmény referenciaértékét 2 m -es követési távolsággal számoltam, mivel ebben „elfér” az 1,2 méter hosszú „G” alkatrész is (tehát fix közöket feltételeztem):

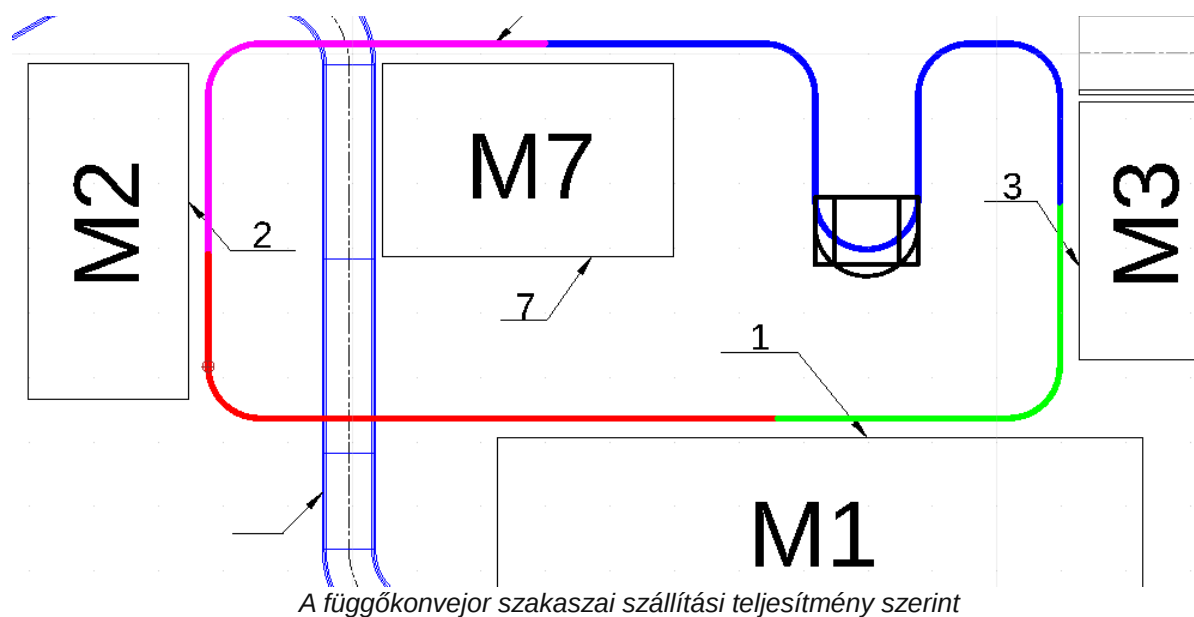
Szakaszok	v [m/s]	a [m]	t [s]	U [tároló/h]	U _{max} [tároló/h]	η [%]
M7-M8	0,2	2	10	24	360	6,66
M6-M8	0,2	2	10	5	360	1,39
M8-Switch	0,2	2	10	195	360	54,17
Switch-M1	0,2	2	10	43	360	11,94
Switch-M4	0,2	2	10	152	360	42,22
M4-M5	0,2	2	10	140	360	38,89
M1-M3	0,2	2	10	39	360	10,83

3.1/ Függőkonvektorok

Az anyagáramlási intenzitások:

Munkahely	I [db/h]	I [kg/h]
A	10	750
B	90	3150

A szállítási teljesítmények meghatározásához itt is szakaszoltam a függőkonvejort.



Itt négy olyan szakasz van, amelyeken állandó a szállítási teljesítmény, az erre vonatkozó adatok a következő táblázatban találhatóak. A sebességek meghatározásához a követési távolságokat a kisebb méretű alkatrész befoglalómérete alapján határoztam meg. A „B” jelű, 1500x2000 mm -es darab a 2000 mm -es élénél kerül felfüggesztésre, így a függesztékeket egymástól 1,5 méterre helyeztem el, mivel így a „B” alkatrész kettő-, a 2000x3000 mm -es „A” jelű karosszériaelem pedig kettő vagy (az alkatrész formájától, és a pálya ívétől függően) három függesztéken is szállítható.

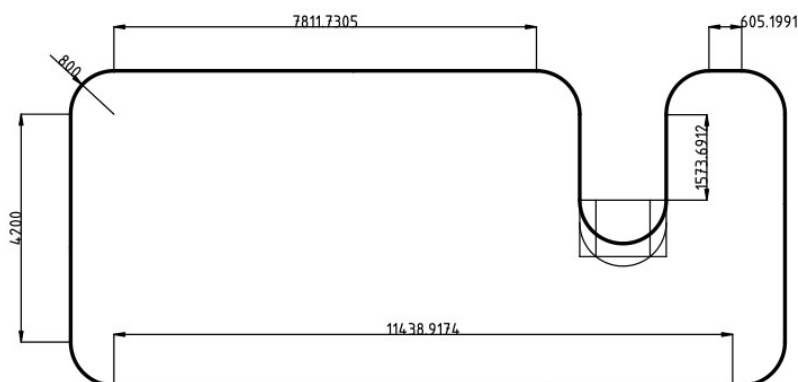
Szakaszok	U [db/h]	t [s] =3600/U	a [m] =3600v/U	v [m/s]
M2-M1	90	40	1,5	0,0375
M1-M3	20	180	1,5	0,008
M3-M7	8	450	1,5	0,003
M7-M2	0	-	-	-

Itt is megállapítható, hogy a függőkonvektor igen kihasználatlan, a legforgalmasabb M2-M1 szakaszon is csak 40 másodpercenként követik egymást a karosszériaelemek, így itt is meg kell fontolni, hogy a konvejort szakaszos üzemben járassuk.

A függőkonvektor kihasználtságának meghatározásához a szállítási teljesítmény referenciaértékét 0,05 m/s -os sebességgel számoltam. A referenciasebesség azért ilyen alacsony, mert a konvektor egy pályás, így a karosszériaelemek felrakása, és levétele (ha a konvejort nem szakaszos üzemben működtetjük) menet közben történik.

Szakaszok	v [m/s]	a [m]	t [s]	U [db/h]	U _{max} [db/h]	η [%]
M2-M1	0,05	1,5	30	90	120	75
M1-M3	0,05	1,5	30	20	120	16,67
M3-M7	0,05	1,5	30	8	120	6,67
M7-M2	0,05	1,5	30	0	120	0

A függőkonvektor hajtás teljesítményszükségletének meghatározásához először a konvektor teljes hosszát határoztam meg.



A függőkonvejorpálya sematikus vázlata, és méretei

Az egyenes szakaszok hossza:

$$7812 + 2 \cdot 4200 + 2 \cdot 1574 + 11438 + 605 = 31403 \text{ [mm]}$$

Az íves szakaszok hossza:

$$8 \cdot \frac{2 \cdot 800 \cdot \pi}{4} = 10048 \text{ [mm]}$$

A pálya teljes hossza:

$$31403 + 10048 = 41451 \text{ [mm]} = 41,451 \text{ [m]}$$

A lánc, a megfogók, és a függesztékek átlagos folyómétertömege:

$$m_{\text{lánc}} = 3,27 \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}} \right]$$

$$m_{\text{függeszték}} = \frac{2 \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}} \right]}{1,5 \left[\frac{\text{m}}{\text{m}} \right]} = 1,33 \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}} \right]$$

$$m_{\text{megfogó}} = \frac{1 \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}} \right]}{1,5 \left[\frac{\text{m}}{\text{m}} \right]} = 0,67 \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}} \right]$$

$$q_0 = m_{\text{lánc}} + m_{\text{függeszték}} + m_{\text{megfogó}} = 5,27 \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}} \right]$$

A legnagyobb terhelés átlagos folyómétertömegét a 75 kg tömegű „A” jelű alkatrész alapján számolom, azt az esetet feltételezve, amikor csak két ponton függesztjük fel.

$$q = 75 * 0,5 / 1,5 = 25 \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}} \right]$$

A feszítőerőt 900N -nak, a súrlódási együtthatót 0,02 -nek feltételezve:

$$F = 1,05 * [T_2 + \mu_z * (q + q_0) * L]$$

$$900 = 1,05 * [T_2 + 0,02 * (25 + 5,27) * 41,451]$$

$$T_2 = 832,052 \left[\text{N} \right]$$

$$T_1 = 1,05 * [F + \mu_z * (q + q_0) * L]$$

$$T_1 = 1,05 * [900 + 0,02 * (25 + 5,27) * 41,451] = 971,35 \left[\text{N} \right]$$

A maximális kerületi erő:

$$F_{\text{max}} = 1,05 * (T_1 - T_2) = 139,298 \left[\text{N} \right]$$


A szükséges hajtóteljesítmény:

$$P = F_{\text{max}} * v_{\text{max}} = 139,298 * 0,0375 = 5,22 \left[\text{W} \right] = 0,00522 \left[\text{kW} \right]$$

A hajtást a feszítés helyén oldjuk meg, egy 800mm sugarú hajtókerékkel. A hajtókerék szükséges fordulatszáma:

$$n = \frac{v}{r * 2 * \pi} = \frac{0,0375}{0,8 * 2 * \pi} = 0,00746 \left[\frac{1}{\text{min}} \right]$$

A hajtáshoz a Bonfiglioli cég BN71A motorját választottam, mint legkisebb teljesítményű, és fordulatszámú motort.

P_n		n	M_n
kW		min^{-1}	Nm
0.09	BN 71A	8 680	1.26

A választott motor fő paraméterei

A kívánt fordulatszámot az alacsony szögsebességű motorral is csak két fordulatszám-csökkentő hajtómű segítségével lehet elérni. Szintén a Bonfiglioli cég C 36 4 HS_290.9 jelű hajtóművét választottam, melyeket sorba kapcsolva $290,9^2 = 84622,81$ -es módosítás érhető el. Ez a 680 RPM fordulatszámú motorral 0,00803 RPM fordulatszámot képez a hajtáslánc szekunder oldalán.

A hajtáslánc tagjait a Ruland cég MSCX jelű rugalmatlan tengelykapcsolóival kötöm össze. A választott motor hajtótengelyének 11 , a tengelykapcsolók bemenő oldali tengelyének 16, kimenő oldali tengelyének 35, a hajtókerék tengelyének pedig 50 mm az átmérője, így három különböző tengelykapcsolót választottam.

A kiválasztott alkatrészek kapcsolását a következő blokkdiagram mutatja be

