

MOZGÓ CSOMÓPONTOK SZISZTEMATIKUS VIZSGÁLATA

Doktori értekezés

Balogh Zsolt Péter

Témavezető: Simon Károly

Konzulens: Rubik Ernő

MOME Doktori Iskola, 2011.

Mozgó csomópontok szisztematikus vizsgálata

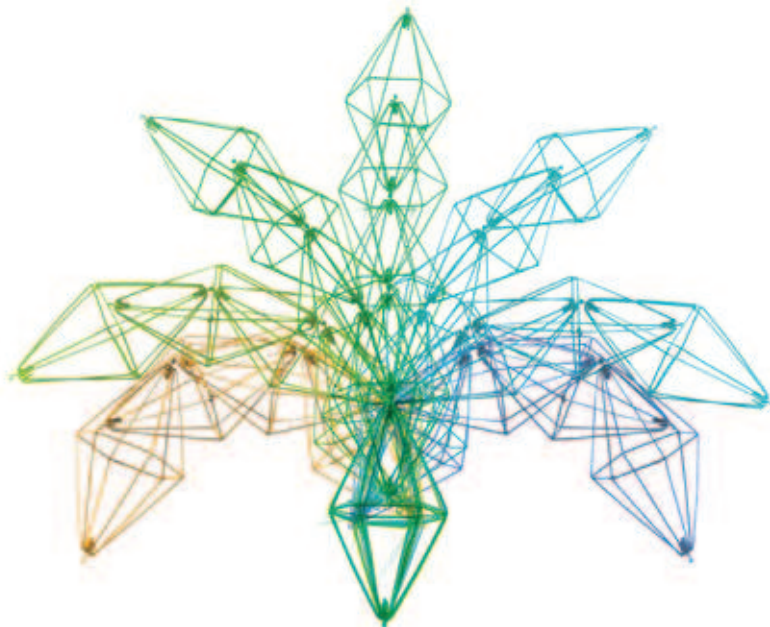
Mestermű: MOZGÓ RÁCS

Doktori értekezés

Készítette: Balogh Zsolt Péter

Témavezető: Simon Károly

Konzulens: Rubik Ernő



MOME Doktori Iskola, 2011.

Tartalomjegyzék

- 3 *Köszönetnyilvánítás*
- 4 *Tézisek*
- 5 *Hogyan lettem csomópontfüggő?*
- 9 *A témaválasztás időszerűségének igazolása*
- 13 *Előzetesen arról, hogy melyek azok a területek, ahol különös jelentősége lehet a mozgó csomópontoknak?*
- 15 *A mestermű létrehozásának művészeti előzményei, a tárgykörben korábban megvalósult saját művek rövid leírása*
- 19 *A tárgykörben mások által létrehozott művek felsorolása, elemzése*
- 22 *Fehér foltok, saját csomópontok ismertetése:
A mestermű létrehozásának közvetlen előzményei*
- 25 *A mestermű: mozgó rácsváz. Hogyan készült?
A mestermű létrejöttének közvetlen előzményei, elkészítésének lépései*
- 33 *A kutatási eredmények átültetése az egyetemi oktatásba.
A mozgó csomópontok általános megismerését szolgáló tantárgyi program*
- 35 *A betűrendes címszójegyzék rövid bemutatása*
- 36 *Betűrendes címszójegyzék*
- 77 *Irodalomjegyzék*
- 78 *Önéletrajz*
- 82 *Theses*
- 83 *Kivonat / Summary*
- 84 *Melléklet*

Köszönetnyilvánítás

Szüleimnek és családomnak a támogatásért és a türelemért.

A hallgatóknak, akik a konzultációkra hozott munkáikkal a látottak értelmezésére és a fő kérdések megfogalmazására készítetnek/kényszerítettek.

Dr. Bérczy Szaniszlónak, az ELTE technika tanszék geológus, csillagász, úrkutató tanárának.

Cseh Gyulának, a MÜPÁ-ban szerzett benyomásokért.

Jávorka Gabinak a szöveg lektorálásáért.

Józsa Bálintnak, aki felajánlotta a formatan oktatásába való bekapcsolódás lehetőségét.

Kabai Sándornak, amiért egy megoldandó alapvető részletre hívta fel a figyelmemet.

Olavi Lindennek, a Fiskars vezető tervezőjének a konzultációkért, a gyárban tett látogatásaim során tapasztalt szíves vendéglátásért és idegenvezetéséért, valamint az egyik legértékesebb szakirodalomról elkészült másolatért.

Rubik Ernőnek a konzultációkon nyújtott segítségéért, valamint lényegretörő észrevételeiért.

Simon Károlynak a feltétlen támogatásért.

Szalay Miklósnak az önzetlen segítségért, amit a dolgozat végső formába öntéséért tett.

Dr. Tarnai Tibornak, a BME Építőmérnöki Kar, Mechanika Tanszék tanárának. Féléves kurzus doktorandus hallgatók részére. Téma: Gráfelmélet és szerkezeti topológia.

Tézisek

1. A természeti példa nem minden esetben követendő.

Elég csak a repülésre gondolni. A szárnyal repülő élőlényekhez hasonló repülő tárgyat mindmáig nem sikerült készíteni. Ebben az esetben a természeti példától eltérő megoldást kellett választani. Míg a madarak és rovarok esetében a repüléshez szükséges felhajtó- és tolóerőt egyaránt a szárny biztosítja, addig a mesterséges repülőeszközöknél a két funkciót szét kellett választani. Ha a repülés úttörői ragaszkodtak volna a kézenfekvő mintához, még ma sem repülnénk.

A robotok gyakran valamilyen természeti modell – leggyakrabban ember – anatómiai felépítését követik: a csontvázat tengelyekkel kapcsolódó elemek, az izmokat elektromos motorok, az idegrendszert számítógépes irányítás váltja fel. A fejlett technológiák alkalmazása ellenére az eredmény általában meglehetősen gépies. Meglepő módon a mégoly fejlett informatikai bázison létrejövő robotok sem tudják megközelíteni a természeti mintákat.

Az általam eddig megismert kivételeket a – később részletesen bemutatásra kerülő – robotkarok és robotkígyók jelentik.

2. A mechanikus megoldások rendelkeznek még tartalékokkal.

Bizonyára vannak ma még ismeretlen, de lehetséges mechanikus megoldások, amelyek egyszerűbb felépítésű szerkezetek építését teszik majd lehetővé. A betűrendes címszójegyzékben bemutatott néhány kiemelkedő – viszonylag új – példán keresztül és mesterművem segítségével kívánom bizonyítani ezt a tételt. Többségük nagy előkép nélküli, a lehetetlen határait fészegető megoldás, a legmagasabb szintű kreativitás eredménye, pl. a PACO Spirallift, a LOC-LINE kenő-hűtő rendszer, Theo Jansen-féle lépmechanizmus vagy a Bűvös négyzet.

A mikro és főleg a nano mérettartományban nem minden működik úgy, ahogy azt a látható világban megszoktuk. Ennek következtében további felfedezések várhatóak, amelyek majdan visszahatnak hétköznapi léptékű világunk mechanikus megoldásaira.

3. A legmegbízhatóbb csomópont, ami nincs.

Értekezésem első fejezeteiben írok arról, hogy mit tekintek mozgó csomópontnak. Ott úgy nyilatkozom, hogy a mozgásra képes, de egy darabból álló megoldásokat nem tekintem hagyományos értelemben csomópontnak.

A téma körbejárása során viszont arra a magvas megállapításra jutottam, hogy jó csomópontot létrehozni nehéz. (Belátom, több éves kutatómunka eredményét összegezve ez nem tűnik túl nagy eredménynek.)

Amennyiben sikerül egy mozgó csomópontot elhagynunk vagy egy nemcsomóponttal helyettesítenünk, az kreatív, egyszerű és költséghatékony megoldást eredményez: pl. Fiskars olló, orvosi vérszivattyú, összehajtható joghurtoskanál, zsebszámológép elasztomerműanyag-háza.

Hogyan lettem csomópontfüggő?

Ismerősökkel, barátokkal folytatott beszélgetéseink gyakori témája a doktori értekezésem. Ilyenkor szembesülök azzal, hogy mások számára mennyire nem nyilvánvaló terület, amivel foglalkozom. Különösen igaz ez akkor, ha az illető nem szakmabeli. Sokuknak a csomópont fogalma sem érthető. Kezdetben igazi kihívás volt ezt számukra tömören és érthetően megfogalmazni. Idővel persze kialakultak bevált sablonok: el szoktam mondani, hogy a legtöbb tárgy több darabból áll. Ahol ezek az alkatrészek találkoznak, az ott egy csomópont. Ha ez a hely rendeltetészerűen mozgásra is képes, akkor az egy mozgó csomópont. *Ezen a ponton szükségessé válik a cím felülvizsgálata, mivel valójában mozgásra képes csomópontokról van szó. Pontatlansága ellenére tömörsége miatt mégis megmaradtam a címben is szereplő szóhasználat mellett.*

Általában hétköznapi példákkal próbálom szemléltetni mondandómat: ajtózsánér, cipp-zár, gomb-gomblyuk. A végére egy bonyolultabb, de közismert példát, a Bűvös kockát hagyom.

Visszagondolva ezekre a beszélgetésekre feltűnik, hogy válaszom minden bizonnyal kimerítő lehet, mert további kérdéseket általában nem szoktam kapni. Két lehetséges okot látok: az egyik, hogy tökéletesen megértik, miről van szó, a másik, hogy a megértés lehetőségéről véglegesen lemondva, együttérző hallgatásukkal fejezik ki sajnálatukat, miszerint: kár értem.

E rövid bevezető után joggal merül fel a kérdés, hogyan juthattam idáig? Miért érdekel ennyire egy ilyen sajátos téma?

A sport fiatalkorom meghatározó része volt. 6-7 évet kajakoztam, gyerekkoromtól síelek, pár évet úsztam, és a kerékpározás is mindennapjaim meghatározó része volt.

A forma iránti vonzalmamra nagy hatást gyakoroltak az említett sportágakhoz kötődő eszközök. Gyönyörködtem a hajók és lapátok szépségében. (Persze voltak köztük kevésbé sikeresek is.) Lekötött a síléc és -cipők formai dinamizmusa.

Ma is csodálattal tekintek a kerékpárra, erre a zseniális szerkezetre, amely pusztán emberi erővel többszörözi meg sebességét és hatótávolságát. Tudatosan szemlélve mindmáig nehezen hiszem el, hogy valóban elbír és működik. És – nem mellékesen, bár ez csak a közelmúltban tudatosult bennem – az egész konstrukció szinte kizárólag mozgó csomópontokból épül fel. Alkatrészei vagy a haladást, irányítást, megállást, a használó méreteihez igazítást és rögzítést, vagy éppen a gyors kerékcserét szolgálják.

Eddig gyermekkorom meghatározó élményeiről írtam. Közben fokozatosan vált egyre egyértelműbbé a válasz a gyerekeknek gyakran feltett kérdésre: Mi leszel, ha nagy leszel? Korábban nem is tudtam pontosan megfogalmazni, de úgy éreztem, hogy újtó, feltaláló, konstruktőr, vagy valami efféle. Dolgozott bennem a dolgok jobbátételének szándéka.



Szerettem a járműveket: szerkezetük és formájuk iránti érdeklődésem miatt autószerelő szakközépiskolában tanultam. A fémipari alapképzés és szakrajz területén szerzett tudásnak később is hasznát vettem. „Logikus” továbblépést jelentett a BGYTKF földrajz–rajz szakára jelentkezni, ugyanis e tárgyakhoz kapcsolódóan semmit sem tanultam a középiskolában. A meglepő váltás értelmét a későbbi események magyarázzák.

A felvételire Simon Ferenc szobrászművész segítségével készültem. A feltalálói szemlélet több munkáját is meghatározza. Erre a Rüsselsheimben felállított Hydromobil¹ a legszebb megvalósult példa.

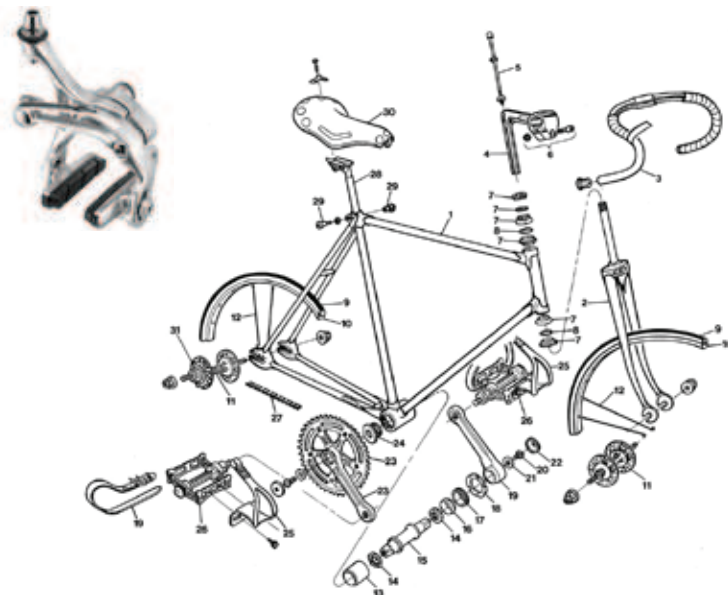
Nyíregyházáról hazalátogatva mesterem mindig megkérdezte: mintáztam-e már? Amikor aztán egy fél éves választható tárgy keretében alkalmam nyílt kipróbálni, váratlanul új örömforrásra találtam: a plasztika világára. Visszaemlékezve, ez a találkozás meghatározó változást hozott akkori diplomamunkám modellezési folyamatában, amelyet jármű-formatervezés témában készítettem. Választásom a korábbi tapasztalatok összegzését és a további irány kijelölését jelentette.

Alátszólólagos vargabetűk ellenére a cél felé haladtam. Ahogy a kígyó mozgása – ha rövid szakaszokat ragadunk ki – összevisszának tűnik, haladási iránya mégis határozott.

A formatervezés jelentette különböző érdeklődési területeim metszéspontját. Formatervezőnek készülve könyvekben is kerestem a formák létrehozására vonatkozó ismereteket – hiába. Végül az Iparművészeti Főiskolán a formatan volt az a tárgy, amelynek keretében választ kaptam – és kapok a tanítás során azóta is – e kérdéseimre.

Plasztikai érdeklődésem nem csökkent, ezért három félévet áthallgattam a Képzőművészeti Főiskola szobrász szakára. Ezzel egyidőben a főiskolai tervezési feladatokra visszatekintve egy idő után feltűnt, hogy terveim jelentős részében jelen van a mozgás, sőt, a megoldások alapvetően valamilyen mozgó megoldásra épülnek. Ez az irányultság már az első éves formatervezési és kreatív tervezési feladatok megvalósításakor is megfigyelhető volt. Amikor még a teáskanna tervezésekor is becsempésztem egy ilyen megoldást, már a magam számára is kezdtem gyanússá válni.

Az azóta megszerzett tapasztalataimat igyekszem most rendszerbe foglalni, sokféle szempont szerint elemezve a résztvevő elemek összeillesztési lehetőségeit.



1 [Simon Ferenc munkássága 1988-tól 1999-ig](#), Kaleidoszkóp Kiadó, Szolnok, 1999.



Mit tekintek mozgó csomópontnak?

A választott kutatási terület egyrészt elég speciális, ugyanakkor nagyon átfogó is. A látszólagos ellentmondás a vizsgált terület jellegéből adódik.

A környezetünkben található tárgyak elenyésző része áll egy darabból, ezért a tárgytervezés egyik sarkalatos feladata az alkatrészek közötti kapcsolódások megoldása. Ez a megállapítás szakmákon átívelően igaz. A csomópontok rendszerezése sokféleképpen történhet, pl. az elemek stabil és mozgó kapcsolódása szerint. Érdeklődésem különösen az utóbbiak felé fordult, dolgozatomban témájaként is a mozgó kapcsolódásokat választottam.

A megfigyelés mindig az anyagi világ olyan adott helyére irányul, ahol legalább két különálló darab kapcsolódik össze oly módon, hogy a résztvevő elemek egymáshoz képest valamilyen mozgásra képesek. Mivel az ilyen elemi kapcsolatok előfordulása, fajtája és száma felfoghatatlanul nagy, ezért megfigyeléseim elvileg az egész élő és élettelen anyagi világra kiterjedhetnek.

E kezdeti nagyléptékű, kiterjesztő szemléletmódot munkámban előrehaladva leszűkíttem. Első lépésben mégis szükségesnek tartottam a csomópont fogalmának tág értelmezését: ez tette később lehetővé a legigéretesebb területek kiválasztását.

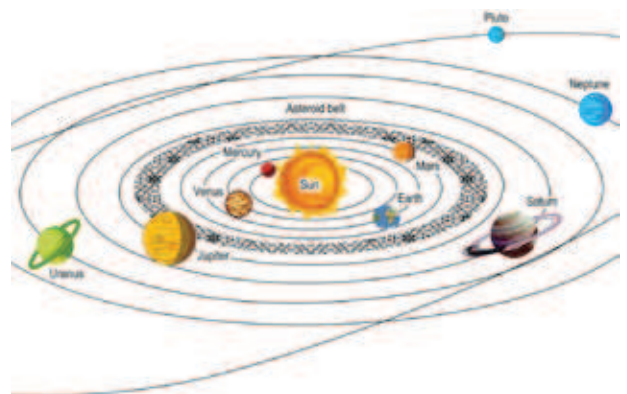
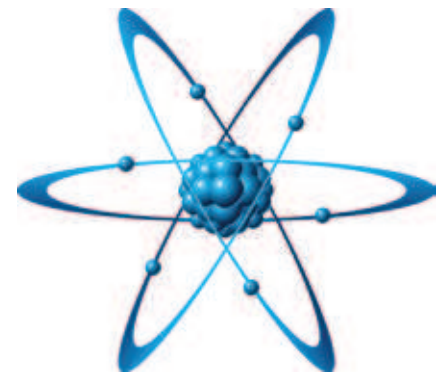
A csomópontok jelenléte annyira általános, hogy létezésük többnyire fel sem tűnik. Gyakran csak akkor vesszük észre, ha egy megoldás kirívóan rossz (pl. lötyögő székláb, nyikorgó ajtópánt) – vagy ellenkezőleg –, kiválóan megoldott (pl. egy személyautó szakaszoltan nyíló-csukódó ajtaja).

Mivel minden konkrét helyzetre több lehetséges megoldás kínálkozik, nagyon fontos – adott feltételek között – az optimális változat kiválasztása.

A természet a helyes megoldások alkalmazásában jó példával jár elől. A folyamatos forgó mozgás kivételével minden típusú mozgó kapcsolat előfordul. A mikro- és makrovilágban ez a kérdés is megoldott.

Értelmezésem szerint előbbi a mikroszkopikus sejt és atomszintű, utóbbi rádiótávcsővel megfigyelhető galaktikus, bolygó léptékű világot jelenti. E kettő között helyezkedik el a kézzel fogható, szabad szemmel is látható – nevezzük így – hétköznapi világ. Tehát a mikro- és makrovilágban megvalósul tengely körüli forgás és keringés formájában, de az élővilágból például teljesen hiányzik.

Az élővilágban a változatok végtelen gazdagsága és összetettsége figyelhető meg a mozgó csomópontok terén is. Például a bogarak kitinpáncélja alá visszahúzható lágy szárnyak mindenféle mozgása a szárnytöbbször meghatározott. A szárnyaknak nincsenek saját izmaik, a tor izmai mozgatják azokat. Legalább öt féle mozgást számoltam össze: szétnyitás/legyezés, le-fel, előre-hátra, csavarás és – végül a legmeglepőbb – a szárny hosszanti behúzása összecukott állapotban. A katicabogárnál pl. jól



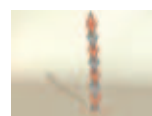
megfigyelhető, hogy leszállás után a szárnyvégei kilógnak, és csak később húzza vissza azokat.

Ezzel állítanám párhuzamba a helikopter rotorját, amelynek állása hasonlóan töből szabályozható. Milyen zseniális és mennyire összetett az a szerkezet is, de „mindössze” háromféle mozgást hangol össze: a forgást, a rotorlapátok hosszanti tengely körüli csavarását/billentését, valamint ezen billentés mértékét, mely a lapátoknál egy időben különböző lehet attól függően, hogy a körbefordulás mely fázisában van.



„Ezt a több mint három méter magas, krómaccélból készült mobilt lebilincselően érdekes látványossággá teszi az, hogy az egyes elemek rotorszerűen kiképzett felső részei a víz nyomására ellentétes irányba forognak... A páratlanul érdekes technikai megoldásokon túl azonban a mobilt a megformálás módja és az abban kifejeződő plasztikai gondolat avatja művészi alkotássá. A hét, gömbben végződő, szárnyas elemből álló kompozíció minden nézetből – mind mobil, mind stabil állapotában – teljes vizuális élményt nyújtó térplasztika, amely az egyes elemek különböző magassága miatt vertikálisan is harmonikusan tagolt. Ha jobban szemügyre vesszük ezeket az elemeket, kitűnik, hogy mind arányukban, mind formarendjükben antropomorfak és organikusak. Simon Ferencnek ez az alkotása olyan funkcionálisan tökéletes szökőkút, amelynek a krómaccéllal egyenértékű anyaga a víz. A víznek a mobil működtetésén kívül aktív plasztikai szerepe is van. Működés közben a víz mintegy láthatóvá teszi a forgás időtartamát, a mozgás megjelenítésével ezáltal egy új dimenziót kölcsönözve a plasztikának. A mű plasztikai értékein kívül technikai, szakmai megoldásai is kivívta a város polgárainak tetszését.”

Jász-kunság, 1991/08, Rideg Gábor művészettörténész
Hydromobil Szolnokról című írásából



A témaválasztás időszerűségének igazolása

Munkám kezdetén iparművészeti szakfolyóiratokban található vonatkozó tartalmú cikkeket kerestem. Először az adott évben megjelent lapszámokat néztem át a téma időszerűségének igazolására, egyben remélve, hogy a majdani kutatási eredmények szakmai érdeklődésre tarthatnak számot. Viszonylag nagy mennyiségben találtam a témával összefüggésbe hozható cikket vagy legalább képet olyan tárgyokról, melyeken a csomópont megoldása központi szerepet játszott. A folyóiratok megjelent számaiban átlagosan egy-egy vonatkozó cikket találtam.

Folyóiratok:

Axis:

2000 / 3 / 141. o. LOC-LINE kenő, hűtő rendszer, elefántormány-analógia
2000 / 5–6 / 065. o. golflabdás gömbös modulok

Detail:

1999 / 4 / 698. o. csőtalálkozások, 661. o. hevederrögzítő
1999 / 5 / sun square® system, **Gerald Wurz**, KAUTZKY MECHANIK WIEN
1999 / 7 / 1156. o. japán épületfa-csapolások, tetők
1999 / 8 / 1452, 1455. o. mozgó, nyitható, emelhető hidak

Domus:

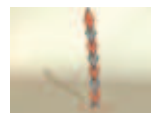
817. Product / 111. o. Rassegna, elefántormány-csapterlep „Dumbo”, flexibilis csapterlep, **Maurizio Marchini**, **Francesco Argentini**, **Davide Vercelli**, RUBINETTERIE RITMONIO, Varallo, It.
Design / 76. o. SAX asztal, **Christoph Böhningen**, ClassiCon GmbH, München
77. o. stretch-paraván Xenia, Thomas Kühl
818. reklámok: műanyag-redőny
Notizie News XI. „autóemelő-parkoló” a nürnbergi-olló elvén, DuoBox cover, C. T. M. Milano
design / 49. o. emlőszerű változó térfogatú samponos flakon, **CRIED–J. Cruel**, **A. L. de SA Cavalcanti**, **L. R. Marques da Siveira**, SCHWARZKOPF
50. o. elefántormány-robotkar, **P. Cau**, MONTEDIPE, 1983
56. o. robotkéz a múltból
58–59. o. Hoberman-gömbrácsok Expandagon, táguló gömbrácsok
822. Architectura / 40–41. o. Szerves mozgásra képes térhatároló felületek
825. ~20 oldal csapterlepekről, H₂O– asztal
826. Design / 88. oldaltól „Összecsukható világ”, többoldalas cikk, sok képpel:
94. o. spirálisan összehajtható henger **Koryo Miura**: VGT, (Variable Geometry Truss Concept)
95. o. síkfelület hajtogatása központi tengely körül (Simon Guest)
108. o. létra a nürnbergi-olló elvén **Thomas Geisler**, SODA, Wien 1996
827. product / 118. o. lámpák színes elemekből SOON asztali és fali lámpa, **Tobias Grau**, TOBIAS GRAU KG.
design / 78. o. villanyoszlopok másként

FORM:

2000 / 2 / 17. o. csőfogás, formai analógia

GEO:

149. o. növényi felületek, spirálzáródású nyílás, szőrök
161. o. rákizületek
192. o. szitakötő-szárny, művégtagok



I. D.:

- 2000 / 2 / 42. o. változó alakú drótedény, szemes csatlakozással
2000 / 4 / 24. o. Cube roots – Rubik's cube
2000 / 5 / 26. o. többfunkciós repülőgép-ülés, munkahely-ágy
101. o. bionic boots, (rugós „cipőtalp”) Bionic boots, Power skip, Flyjumper, Flyingjumper, Poweriser, Powerskip, Powerizer, Powershoes, Skyrunner, Powerrunner, Bounce Shoes, Flying, Flyrunner, Powerizer, Moon Jumper, Jumper Stilt, *Keahi Seymour*
- 2000 / 6 / 19. o. Notre Dome, Chuck Hoberman – Hannover EXPO, U.S.A. „pavilon”
68. o. árnyékkép, mozgó lapocskák vetette önárnyék, tónusos képmegjelenítés
2000 / 8 / 92. o. összecukható kerékpár, háromszög-vázzal „Strida”, *Mark Sanders (MAS Design)*, Roland Plastics and Bikelink International, Suffolk, U.K.
93.o. Flowlab deep carve system – gördeszka új elven FLOWLAB deep carve system, gördeszka új elven *Mike Simonian, Peter Schouten*, FLOWLAB
100–101. o. Your private sky – the art of design science. (R. Buckminster Fuller) Lars Müller AGI, Wettington, Switzerland
2000 / 10 / 62. o. robotkigyó *Snakebots*, *Gavin Miller*: S1–S7

Industrial DESIGN:

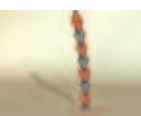
- 1992 / 158. 15–16. o. The Mathematics of Shape and Design – A Look at Space Structures, Koryo Miura

md:

- 2000 / 1 / 51. o. In kugelmodulen, gömbelemekből épülő űrváros
223. o. nyitható asztal (1999 / 10-ben szintén, de jobb a kép) *Wow Gruppo Grafite*, HORM srl, AZZANO DECIMO, 1997
2000 / 2 / 46. o. összeállítható (kocka alakú) lámpa, gumigyűrűk tartják össze, Parcell, *Stefan Zwicky*, FAGLAS AG, Steffisburg/Schweiz
21. o. irodai asztalhoz kábelvédő csőgerinc
2000 / 3 / 59. o. roller, KICKBOARD, roller-gördeszka hibrid, *Wim Jan Ouboter*, K2 Ski Sport+Mode GmbH
57. o. szánkóruha
65. o. fésűs ülőlap és háttámla-merevítés
100. o. összecukható asztal Scherentisch, *Benjamin Thut*, THUT MÖBEL/Sele 2, Zöllikon (Zürich) Schweiz
2000 / 3 / 100. o. Scherentisch, összecukható asztal a nürnbergi-olló elvén, egymásnak csukódó asztallapok, *Benjamin Thut*, THUT MÖBEL, (Zürich) Schweiz
2000 / 4 / 53. o. összecukható polc (a nürnbergi-olló elvén) könyvespolc, *Kurt Thut* – THUT MÖBEL, Möriken/Schweiz, 2000
2000 / 5 / 74. o. menetes magasságállítású asztalláb
62. o. ciklikus, csavarozott padláb

Ottagono:

- 136 / 139. o. narancshéj
64. o. villanyoszlopok másként



Az összegyűjtött eredmények csoportosítása, rendszerezése a konkrét kapcsolódások tulajdonságainak elemzése alapján

Amikor belefogtam a munkámba, az előzmények összegyűjtésével egyidőben a majdani osztályozás szempontjainak meghatározását is elkezdtem.

A sokféle csomópont közül elsődlegesen az elemi kapcsolatokat vizsgáltam, mivel minden összetettebb csomópont ezeken az egyszerű kapcsolatokon alapul. A belőlük felépülő rendszerek azonos vagy eltérő elemekből állnak.

Mozgó csomópontnak azt a viszonyt tekintem, amikor két* vagy több dolog, darab, alkatrész úgy kapcsolódik össze, hogy egymáshoz képest valamilyen módon el tudnak mozdulni.

Az elemi csomópontok száma véges és a szabadságfokok által pontosan leírt, ezért érdeklődésem az elemi csomópontokból felépülő rendszerek felé fordult.

**Rendkívüli esetben akár egyetlen darabból is állhat, pl.: egy elasztomer anyagból készült zsebszámológép-ház, mely a vonalban csökkentett keresztmetszet mentén képes nyílni és záródni. A legkézenfekvőbb példa mégis a vonalak mentén történő síkhajtogatás. Jelen dolgozatomban ezeket a megoldásokat nem tekintem csomópontnak, mivel egyetlen darabból állnak.*

A csoportosítás az alábbiak szerint történhet:

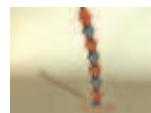
- a kapcsolatban résztvevő elemek lehetnek:
 - a. egyenrangúak, vagy lehetnek alá-fölrendelt viszonyban,
 - b. azonos vagy eltérő alakúak / anyagúak
 - a résztvevő elemek száma szerint állhatnak: kettő vagy több kapcsolódó elemből
 - funkcióazonosság szerint
 - működési elv azonossága szerint
 - van-e köztes kapcsolóelem, vagy közvetlen az érintkezés?
 - a csomópont sorolható e tovább? Ha igen, milyen irányokba?
 - sorolva képez-e újabb alapegységet?
 - sorolva hogyan változtatja tulajdonságait? Pl. szabadságfokok
 - van-e tényleges elmozdulás, vagy csak alakváltozásról van szó? Pl. rugók, elasztomerek, síkhajtogatás, perforáció
 - egy elem hányszor kapcsolódik egy másikhoz? Pl. lánc, sodronying, kerítésdrót, spirálfűzet
 - van-e természeti analógia? Egy adott műszaki megoldásnak van-e természeti előképe?
 - van-e műszaki analógia? Az élővilágban létező megoldásnak van-e műszaki megfelelője/megvalósulása?
- A jellemzésre szolgáló további tulajdonságok: önzáróság, szimmetria, szöghiba

Felmerült bennem a kérdés: vajon van-e átfedés a tulajdonságok között? A kategóriák kiterjesztik-e hatásukat? Egy adott kategóriába való tartozás lehet-e feltétele a más szempont szerinti azonosságnak? Kíváncsi voltam, hogy a csomópontok csoportosítása lehetséges-e a periódusos rendszerhez hasonlóan. A csoportosításra munkám kezdetén tettem kísérletet, de a vizsgált terület szerterágazó volta miatt nem jutottam elfogadható eredményre. Készítettem egy táblázatot a csomópontban résztvevő tagok jellemző térbeli kiterjedése szerint, de egyéb tulajdonságokkal nem találtam összefüggést.

Végül arra jutottam, hogy megnézem, hogy a gyűjtött anyagokat hogyan rendszereztem – mert a csaknem háromezer file között valahogy el kellett igazodnom – és ez általában sikerült is.

A képeket és dokumentumokat többféle szempont szerint rendeztem mappákba. Alapvetően a funkció szerinti csoportosítást alkalmaztam, de a gyakran alkalmazott megoldásoknál a működési elv azonosságát vettem alapul. A témában meghatározó jelentőségű alkotók önálló címszót kaptak.

Visszatekintve úgy látom, hogy a csoportosítás jellege leginkább a biológiai rendszertan felosztásával rokon.



DLA gyűjtés,
mappahierarchia
(2791 file)

- A-ha Shop
- Keneth Snelson
 - Kisplasztikák
 - Kültéri
- Koryo Miura
 - Miura-Ori map
 - VGT
- Mecanum wheels
- Robotok
 - kígyószerűek
 - Gavin Miller
 - S1
 - S2
 - S3
 - S4
 - S5
 - S6
 - S7
 - Videók
 - Japán kígyók
 - RoboBoa
 - Slime
 - ormány-kar
- Simon Guest
- Biotensegrity
- Magazin 2000
- Nürnbergi-olló
 - Hoberman
 - Transformable Design Architecture
 - Kupolák
 - Salt Lake City
 - Sphere
 - Pantográf
- Összecsukható mozgó tárgyak
 - Babakocsik
 - Bútorok
 - Thut Möbel
 - Elektronikai eszközök
 - Épületek, hidak
 - Háztartás
 - Irodai
 - Közlekedés, helyváltoztatás
 - Utánfutó
 - Optika
 - Orvosi
 - Protézisek
 - Sport szabadidő
 - Bionic boots
 - Bringa
 - A-Bike
 - Gyrobike
 - Összecsukható kerekek
 - Strida
 - Yikebike
 - Flowlab-gördeszka
 - kajak
 - Vágóeszközök
 - Fiskars
 - Spirálok
 - Spiralift
 - Escher+kaleidociklus
- Gépelemek-mechanika
 - Genfi mechanizmus
 - Kényszerhajtások
 - Fogaskerék-hajtás
 - Nem kerek fogaskerekek
- Játék
 - Neocube
 - Rubik
 - Gömbök
 - Kígyó
 - Kockák
 - Mágikus körök, gubanc
 - Zoob
- Kinetikus szobrászat
 - Alexander Calder
 - Csőrgő Attila
 - David C. Roy
 - Haraszty István
 - Jean Tinguely
 - Joachim Sauter
 - Naum Gabo
 - Nicolas Scöffer
 - Simon Ferenc
 - Theo Jansen
- Matematika
 - Kaotikus rendszerek
- Szabályos testek
 - Nanocsövek
- MEMS
- Rácsok
 - Biowall
 - Buckminster Fuller
 - Habszerkezetek
- Rovarok



Melyek azok a területek, ahol különös jelentősége lehet a mozgó csomópontoknak?

Az összecsukható/helytakarékos tárgyak időről időre az érdeklődés homlokterébe kerülnek az élet legkülönbözőbb területein. Alkalmazásukat általában a kisebb helyigény indokolja. Egyik végállapot a használati, másik a szállítási-tárolási helyzet. Akkor jó egy megoldás, ha a tárgy összecsukott állapotában a lehető legkisebb kiterjedésű, ha az átalakulás egyszerű, és ha a használhatósága nem rosszabb a normál megoldásokénál.

Az úrtechnológia egyik nagy kérdése, hogyan lehet a szállításhoz a lehető legkisebbre összecsukni nagy kiterjedésű berendezéseket úgy, hogy az űrben történő telepítés a lehető legegyszerűbb legyen. E felhasználási terület különlegessége, hogy a világűrben található sajátos fizikai viszonyok nagy szabadságot adnak a tervezőknek. A súlytalanság állapota, valamint a légkör hiánya mérsékelt szilárdsági követelményeket jelent (kivételet képeznek a nyomás alatt lévő zárt terek).

Az űrben a földi körülményekhez képest statikailag alulméretezett objektumok (rácsos vagy síkszerkezetek) is megfelelhetnek.

Szintén sajátos terület az egészségügyi alkalmazás. Itt a sterilitás, megbízhatóság követelménye jelenti a legfőbb kihívást. (Pl. vérszivattyú, protézisek).

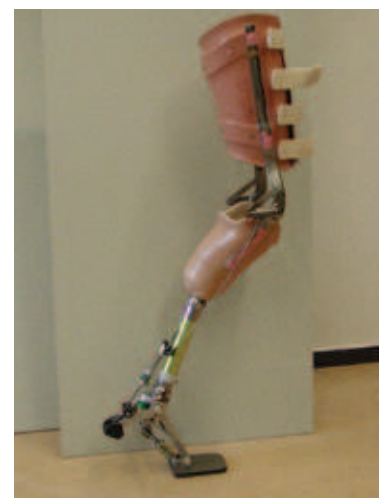
Ugyanakkor az egyre sokoldalúbban használható művégtagok világában szintén központi kérdés a csomópontok megoldása.

A mikro- (MEMS) és nanotechnológia a mozgó csomópontok alkalmazásának viszonylag új és rendkívül dinamikus fejlődő területe. A kisméretű elektro-mechanikus szerkezetek gyártásában alapfeltétel az egyszerűség. A jelenleg ismert megoldások általában a mechanikus órákhoz hasonló felépítésűek, párhuzamosan rétegzettek. Ebben a mérettartományban mindenképpen előnyös lehet rácsos geometrikus felépítése és egyszerű működtetése.

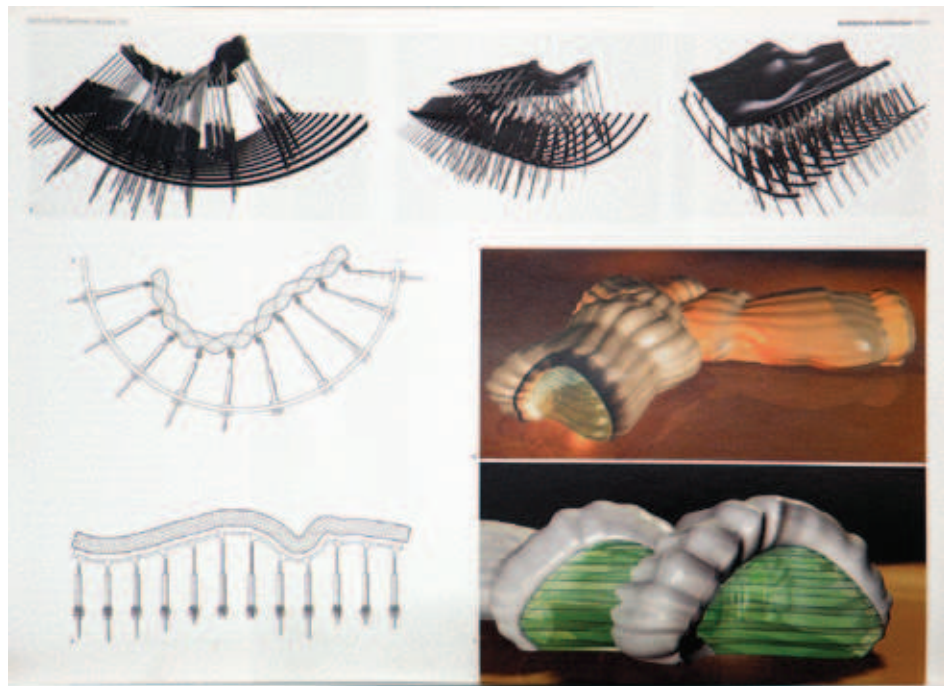
Az építőiparban gyakran alkalmaznak olyan mozgó csomópontokat, amelyek csupán néhány milli- vagy centiméteres elmozdulást tesznek lehetővé. Például a hőtágulás hatására fellépő erők az építmény károsodását vagy akár pusztulását okozhatnák, ezért a mozgások felvételére alkalmas csomópontok beépítése elkerülhetetlen. (Pl. dilatáció, szintezőékek).

Az új technológiák kutatásának egyik lehetséges útja, az élő szervezetek mozgását modellező, térhatároló felületek épületeken történő alkalmazása. Ebben az irányban – kísérleti jelleggel – már történtek lépések.²

A téma megkerülhetetlen két területe a hadi és turisztikai/sport/ szabadidős alkalmazások köre. Mindkét terület sajátossága a mobilitás, a helytakarékos szállítás/tárolás, valamint a rugalmas, többfunkciós alkalmazás.



Egy további kézenfekvő terület – témám alapkutatás-jellegéből adódóan – a játégyártás lehet. A mozgása figyelemfelkeltő, a szerkezete látszólagos bonyolultsága ellenére egyszerű. Ez az ellentét adja a „hogyan ez miért nem jutott nekem eszembe?” élményt. Meglehető, ez kevés ahhoz, hogy felhasználói szempontból jelentős logikai játékokkal együtt említsük, mégis a sikeres bemutatkozás nyújtotta ismertség segítené a lehetséges felhasználói kör elérését.



A mestermű létrehozásának művészeti előzményei, a tárgykörben korábban megvalósult saját művek rövid leírása

Mint korábban említettem, a főiskolai tervezési feladatokra visszatekintve egy idő után feltűnt, hogy terveim jelentős részében jelen van a mozgás, sőt, e tervek alapvetően különféle mozgó megoldásokra épülnek. Amikor azzal szembesültem, hogy még a teáskanna koncepcióját is egy elmozduló fül megvalósítására alapozom, nyilvánvalóvá vált számomra, hogy a mozgó megoldások különösen érdekelnek.

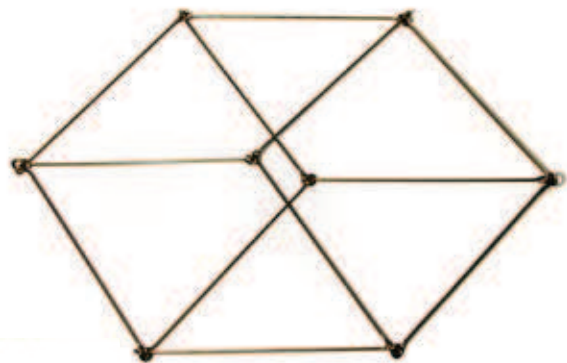
Az alábbiakban felsorolom és röviden ismertetem azokat a főiskolai feladatokat, amelyekben a mozgás jelentős szerepet játszott:

Drótkocka:

A formatan „rács” feladatnál derékszögű rendszerek elemzése volt a feladat. Munkám első fázisában – mivel az éleivel meghatározott kocka nem állékony – olyan váz megépítésére törekedtem, amely véletlenül sem áll meg. Az éleket alkotó pálcákat a lehető legrugalmasabb módon igyekeztem összekapcsolni. A drótszálak mindkét végén hajlított szemeket alakítottam ki, amelyek hármassával kapcsolódnak egymásba. A szemek kapcsolódása az elemek egyenrangúságának biztosítása érdekében ciklikus elrendezésű. Ennek következménye, hogy a rács szélső állásokba hajtogatva sem feszül be.



Végállásig megcsavart állapotában is megőrzi szabályosságát, gráfja megegyezik a kockáéval.



A forgórész tengelyét gumiszalagok feszítik a homorú felületű gyűrűk éleire. A gumi tapadása nagyobb, ezért a rotor azon legördülve, az éleken elcsúszva körbehalad.

Szélgép:

A kreatív tervezés során a feladat egy szél által működtetett, de nem hasznos tárgy létrehozása volt. Ezesetben nem meglepő, hogy mozgó megoldást hoztam létre, mert ez a feladat jellegéből adódott. Az utcáról, portálokról ismert szélforgókat értelmeztem újra: a rotor forgását körpályán való mozgással – csillagászati szóhasználattal élve – keringéssel egészítettem ki.



Ülőke:

A mozgás megjelenése ebben a feladatban engem is meglepett. A kiírás mindössze annyit rögzített, hogy olyan ülőkéket készítsünk, amelyek kibírják testsúlyunkat. Több kezdeti variációt követően kiindulásul egy korábbi formatani feladat eredményeként született, kizárólag húzóelemekkel egymáshoz kapcsolódó, ún. kerülő szerkezet (tensegrity) szolgált. Tovább lépést a kiinduló modell léptékváltása jelentett. Törekedtem a szerkezet tisztaságának megőrzésére, ezért a rudakon és köteleken kívül további anyagokat, pl. textil vagy bőr ülőfelületet nem alkalmaztam.



Szintén az egyszerűséget szolgálta, hogy a köteleket nem vágtam el, hogy a rúdvégeket egyenként kösse össze. Három hosszabb, azonos helyzetű, a két végén rögzített kötelet alkalmaztam, melyek a középső két csomópontban elcsúszhatnak és terhelve megfeszülnek. E megoldásnak köszönhetően a terheletlen rudakat összenyalábolva az ülőke összecuszkható. Ezzel a logikus következménnyel nem számoltam, csak miután elkészültem, akkor ismertem fel.





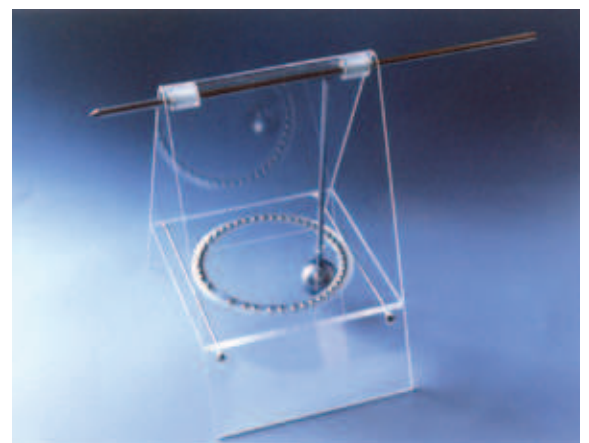
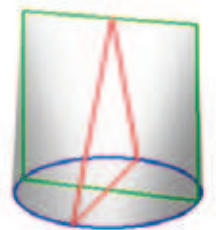
Teáskanna:

Ez a feladat bizonyította leginkább a mozgás iránti elkötelezettségemet. A megoldáskor két részterületre koncentráltam, ebből az egyik kötődik a mozgáshoz. Kiindulásom az a tapasztalat volt, hogy a teli állapotban 2-3 kg-os kanna tartása és a kiöntés erősen igénybe veszi a csuklót. Ebből a szempontból meghatározó a fül elhelyezkedése a kannán. A két végletes kialakítás: a kanna fölött vagy mellett. Előbbi esetben könnyű tartani, de nehezebb önteni, míg a másik megoldásnál a teli kanna tartása túl nehéz. Áthidaló megoldás, ha a két szélső helyzet között helyezik el a fület. Felvetésem az volt: lehet-e még tovább menni, és minden helyzetre ideális megoldást találni? Javaslatom egy olyan rugós fül, amely a csőr felőli oldalon kapcsolódik a kannához. A nyugalmi helyzetben levő kanna füle oldalsó helyzetben van. A teli kanna megemelésekor a fül felső helyzetbe kerül. Kismértékű ide-oda billentéssel szakaszosan tölthetünk a kannából. Ahogy a kanna ürül, csökken a súlya, a rugó pedig emeli a kannát a nyél felé. A kanna a fül kezdeti megbillentése után akár teljesen kiüríthető.



Kör, háromszög, négyzet:

A formatan-feladat a három alapformát megjelenítő tárgy készítése volt. Alapul egy térbeli rejtvény megfejtését vettem. Létezik olyan test, amelynek három fő nézete a fent említett három szabályos síkidom. A feladvány megfejtése ismert, ezért továbbgondoltam a megvalósítási lehetőségeket. Olyan megoldás mellett döntöttem, ahol a test anyagtalánul jelenik meg. Palástját egy pálcza járja be, képzeletben kijelölve annak térbeli határát. Olyan szerkezetet kellett építenem, amely a pálcza felső végét hosszanti, alsó végét pedig körkörös mozgásra kényszeríti. Így született a mellékelt megoldás.



Széljelző:

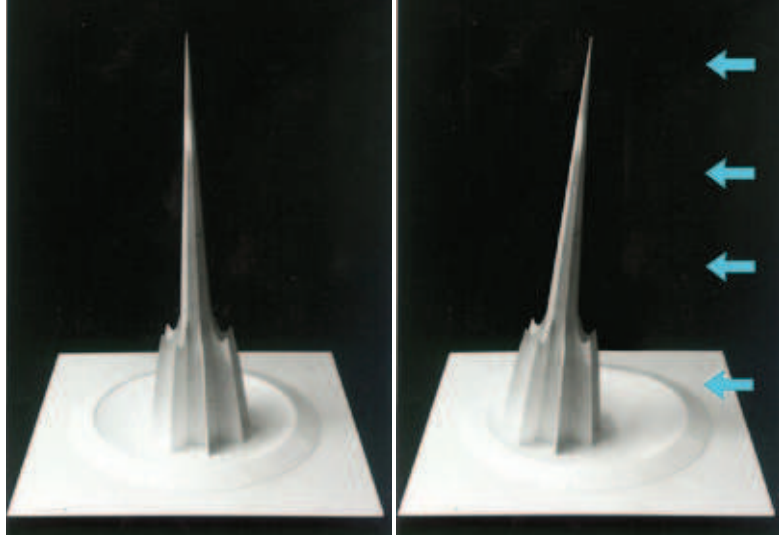
Ebben az esetben elkerülhetetlen volt mozgó elemek alkalmazása. A feladat a szél két lényeges tulajdonságát – irányát és erejét – mutató tárgy készítése volt. Egy széljelző tornyot képzeltem el, ahol a torony dőlésének mértéke mutatja a szél erejét, a csúcsa pedig szél irányát. A természetben található tárgyakat, növényeket a szél magával sodorja, megdönti. Hasonló módon a zászló, a szélzsák is az ellentétes égtájat mutatja. Az igazi kivétel az ember: a szélbe aktívan beledől, így teremtve egyensúlyt. A szélkakas és a meteorológiai állomásokon használt szélesebességmérő szintén közvetlenül mutatja a szélirányt.

Tornyomban e két utóbbi eszközökből indultam ki. A szélkakas és a szélesebességmérő tengelyét képezetben egyesítettem, ami gömbcsuklós felfüggesztést eredményezett volna. A középpontot, a hozzá tartozó felfüggesztést és állványt viszont elhagytam, és egy ebből a középpontból meghatározott gömbszelettel váltottam ki. A torony egy szabályos gömbszelet teknőben és egy abba illeszkedő pozitív gömbszeleten áll. A felső pozitív gömbszelet vízfilmen csapágyazott.

Sícipők:

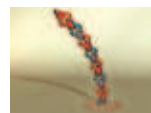
A Raichle sícipőgyár pályázatára készített terv továbbfejlesztése volt főiskolai diplomamunkám. Munkám során a cipő fel-le vételét és a járást megkönnyítő megoldások kidolgozására koncentráltam. Ennek érdekében a cipőt négy egységre osztottam, amelyek négy forgásponton keresztül kapcsolódnak egymáshoz. Az elemek kényszerkapcsolatban vannak, egyszerre mozdulnak a nyitás és záródás irányába.

A járás megkönnyítése érdekében a megszokott merev talp helyett a cipő orránál és sarkánál egy-egy rugó ellenében billenő „papucsot” alkalmaztam. A papucsok lekerekítik a lépés kezdeti és befejező szakaszát, ezáltal gördülékenyebbé teszik a járást. A megoldás további előnyt jelent síelés közben. Ideális esetben a síléc kanyarban egy bizonyos sugarú köríven fordul, végig egy nyomon. A kötések közé befeszülő sícipő ezt megakadályozza – a léc középső szakasza kevésbé hajlik. Az általam javasolt megoldás csökkentheti a léc közepének felkeményedését is.



Az alapötlethez korábban nem alkalmazott tervezői módszer útján jutottam. Azt álmodtam, hogy a torontói tévétorony viharállóságát hasonló módon oldották meg, és elhatároztam, én is ezt alkalmazom.

A konzultáció során viszont kiderült, hogy ott szó sincs ilyesmiről. Hasonló megoldás – a tengely nélküli kerék – járműveknél ismert. A '80-as években a Sbarro fejlesztett először működőképes tengely nélküli kereket, amit azóta gyakran leporolnak meglepő, látványos megjelenése miatt.

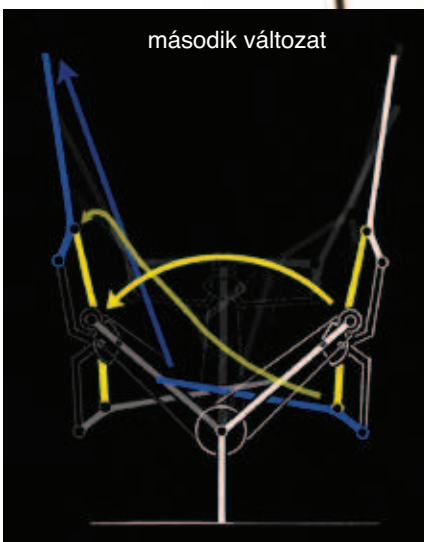
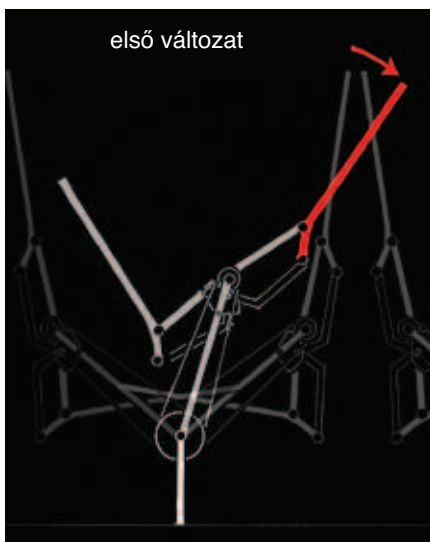
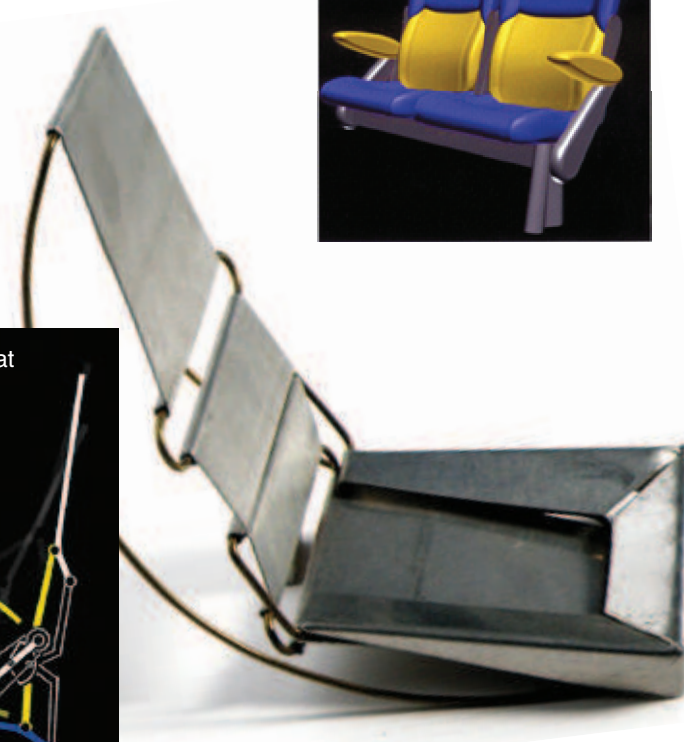


Vonatülés³

Mesterdiplomám témája egy átfordítható vonatülés volt. Elsődlegesen arra törekedtem, hogy az ülés átfordításakor se igényeljen nagyobb helyet, mint alaphelyzetben. Ennek megvalósítása teszi lehetővé az ülések tetszőleges – akár egyenkénti – átfordítását.

A cél elérése érdekében az ülést három részre osztottam és a mozgást a deréktámasz magasságában elhelyezett szimmetria- és egyben valóságos tengely köré szerveztem. A késsel jelölt ülőlapp és felső támlarész egyforma, a sárga deréktámasz pedig szimmetrikus.

Az első változatnál az átfordítás kezdő- és végfázisában a támla hátrafelé legyezett, és beleütközött a mögötte háttal álló ülés támlájába. Ezt a nem kívánt hatást egy köríven elmozduló forgáspont beiktatásával küszöböltem ki. Ennek hatására az említett elem az átfordítás kezdetekor késik, majd behozza lemaradását, ezáltal a meghatározott téren belül mozog.



Kutyagumi-bot⁴

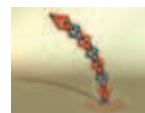
Barbai Béla feltalálójával közösen kifejlesztett eszközünk a kutyaurülék felszedésére szolgál. A használat megkönnyítése érdekében később egybeépítettük a kutyapórázzal, hogy mindig kéznél legyen. Feladatomból volt a kézi fogantyú kis elmozdulásával az eszköz másik végén 5-6-szoros hosszanti elmozdulást elérni. Ennek megoldása volt az alapötlet működőképességének feltétele.

A mozgás gyorsítására egy fordított csigasort alkalmaztam. A töredéknyi erő még bőven elegendő a működéshez. Tervünk második díjat nyert a „2. lépés a jövőbe” pályázaton.



³ Átfordítható ülés, lajstromszám: B60N-002/14, szabadalmi oltalom, megszünt

⁴ Kutyaurülék eltávolítására alkalmas eszköz, lajstromszám: 1662 U, használati mintaoltalom



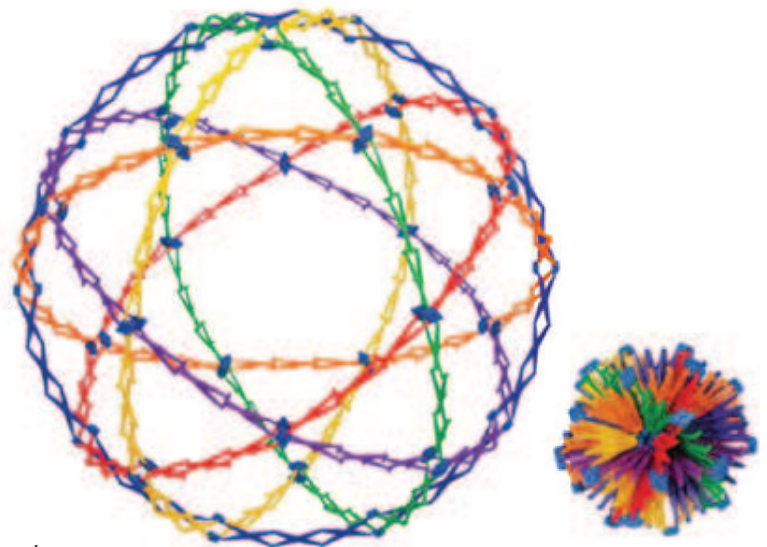
Gingko salátaszedő

A terméké érett konyhai eszköz két darabból áll – egy kanálból és egy villából. Meghatározó részlete a két rész illeszkedése. A gumigyűrű egyszerre összefogja és nyitott állapotban tartja a két felet, ennek köszönhetően a salátaszedő összeállítva egy kézzel is használható.



A tárgykörben mások által létrehozott művek felsorolása, elemzése, az azokra vonatkozó szakirodalom és felsorolások bemutatása

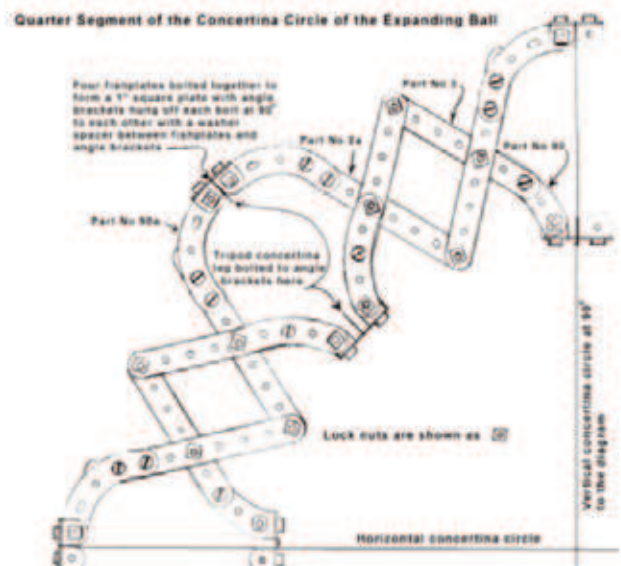
Henicka poliéder. A test létezéséről a Dr. Tarnai Tiborral folytatott konzultációm során értesültem, de eddig nem sikerült felkutatnom.



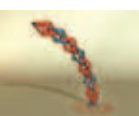
Charles **Hoberman**⁵ Expandagon, a nürnbergi mechanizmus gömbi alkalmazása, táguló gömbrácsok.

Hoberman a nürnbergi-olló elvét vette alapul. A mechanizmus szimmetriáját megváltoztatta: a hossz tengely egyik oldalán a karok hosszát csökkentette. Ennek következtében a hossz tengely görbül, az alapegységek megfelelő számú ismétlésével körbeér.

Az eredmény egy középpont köré rendeződő, az átmérőjét változtatni képes körstruktúra. A gömbök ilyen – a szabályos testek szimetriarendszerei alapján elrendezett – alapelemek sorolásával épülnek fel. Az így létrejött rácsszerkezetek a



5 <http://www.hoberman.com/home.html> (2011-05-08)



méretüket úgy változtatják, hogy a gömbformát mindvégig megőrzik, az azonos helyzetű pontok mindig adott gömbfelületen helyezkednek el. Idővel több változat is készült különböző szabályos és félszabályos testek téri rendszerét alapul véve.

Yaacov **Kaufman**: MATRIX lámpa, Lumina Italia srl.

A lámpa karjainak mozgása emlékeztet a mestermű mozgására. Az egymást keresztező lengőkarok szimmetrikusan másolják a rendszer két végén történő mozgást. A két megoldás között az alábbi különbségeket látom: Az itt tárgyalt megoldás mozgása egyszerűbb, ugyanakkor az elemek esetleges sorolása esetén azok nincsenek kényszerkapcsolatban, mozgások továbbadását nem oldja meg. A legfontosabb különbség mégis az, hogy a karok mozgásukat síkban végzik, míg a rácsom a tér bármely irányába képes hajlani. Hasonló térbeli mozgásra képes az autók külső visszapillantó tükréit mozgató mechanizmus.



Korio **Miura**⁶ VGT (Variable Geometry Truss Concept).

A VGT több tekintetben rokonságot mutat munkámmal. Hasonló mozgásokra képes, és oktaéderekből épül fel. A mozgások ennek ellenére egészen más módon jönnek létre, és az oktaéderek helyzete is eltérő.

A rács lapjukon álló oktaéderek sorolásából épül fel. Egy oktaéder egy elem (*module*), két szomszédos oktaéderekből áll az alapegység (*unit*). A teljes rács keresztirányú háromszögrácsokból (lateral triangular truss), átlós elemekből (*diagonal member*), valamint az ezeket összekapcsoló csuklóspántokból (*hinge*) épül fel. A keresztirányú háromszögrács éleit változtatható hosszúságú teleszkópos rudak alkotják.

Az elemek hosszának együttes és elkülönített változtatása egyaránt lehetséges. Az együttes összehúzódásuk a kinyílását, hosszuk növelése a rács összecsukását eredményezi. Az élek hosszának egyenkénti módosítása különböző alakváltozatokat idéz elő.

Az űrkutatási célokra szánt rács bizonyos mozgási lehetőségeire emlékeztet tárgyalt mozgó rácsom gerinc/farokszerű mozgása. A két oktaéderrács között megfigyelhető azonosságok és különbségek a következők:

– legfontosabb tulajdonsága a hosszanti összecsukhatóság, amely

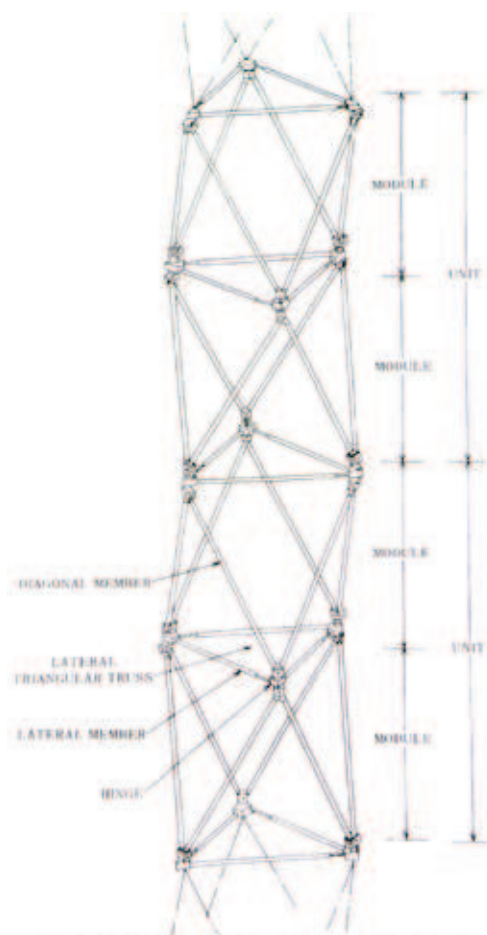


Fig. 1 Proposed concept of deployable truss structure.



a fekvő helyzetű, hosszukat változtató rudak alkalmazásának eredménye (translation). Ez a képesség a Miura-rácsnál – a lehető legkisebb szállítási méret elérése érdekében – elsődleges, nálam lényegében hiányzik

– képes tetszőleges körív mentén, egyenletes íven hajolni (revolution). Ehhez a Miura-rácsnál az azonos helyzetű hosszváltoztató elemek összehangolt azonos változása szükséges, míg nálam a legfontosabb képesség, amit többől mindössze két koordináta megadásával meg lehet határozni

– szakaszokban, eltérő irányokba is képes hajolni. Ez a VGT sajátja, az enyémnél megoldható. Ha a fentebb – a többől mozgatásnál – leírt módon működtetett csatlakozást alkalmazzuk a kristálycsúcsok találkozásánál is, akkor a kar minden elemnél új bázist vesz

– a tövet változatlan helyzetben tartva is képes körbelegyezni (rotation).

– képes spirálisan feltekerni (helix). Módosítással a mestermű is alkalmassá tehető

David C. Roy: kinetikus szobrok⁷

A David C. Roy munkáival való egyezést a forgó karokon hosszában elcsúszni látszó metszéspontokban látom. A hossz tengely menti elcsúszás ugyan csak látszólagos, mégis a szomszédos oktaéderek kapcsolódása és a metszéspontok elcsúszása hasonló. Eltérés még, hogy míg az említett munkákon az elcsúszás mindig síkban történik, addig rácsvázamon ezek a mozgások térben zajlanak.



Tompos-féle tetraéder

Mozgó rácsom eredetét tekintve ezzel a megoldással mutat legszorosabb kapcsolatot. Mindkettő kiindulása egy-egy szabályos test önmagához való kapcsolódásán alapul. A tetraéder önmaga duális, az egyik test azonos középponttal duális helyzetben épül a vele azonos méretű másik testbe. Minden éle kapcsolódik egy alaphelyzetben arra merőleges élhez. Ez a tulajdonsága szintén hasonlót tesz az oktaéder-lánchoz, de míg a tetraéderek azonos középpontúak, addig az oktaéder-lánc szomszédos elemei fél egységgel eltolva foglalnak helyet.

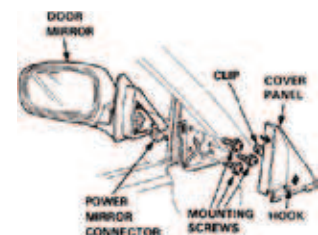
Természetes módon adódott a többi szabályos test vizsgálata. A duális testek (kocka/oktaéder, ikozaéder/dodekaéder) az önmagával duális tetraéderrel mutatnak hasonlóságot, azonos helyzetű középponttal egymásba építhetők, éleik páronként egymásra merőlegesek. Az oktaéder-lánchoz hasonló eltoló helyzetű kapcsolódás más testeknél nem jöhet létre, mert az oktaéder az egyetlen szabályos test, amelynek csúcsaiban páros számú él találkozik. (Ez volt az oktaéder-lánc létrejöttének elsődleges feltétele.)



csőfogas, formai analógia⁸

visszapillantótükör-mechanika

Az autók visszapillantó tükrében alkalmazott megoldások mozgása hasonlít a mesterműre, de egyszerűbb annál. Többféle megoldás létezik: pl. húzott bowdenes, merev huzalos, villás vagy gömbcsuklós. A kar és a tükör mozgása szinkron vagy tükörszimmetrikus lehet.



⁷ <http://www.woodthatworks.com/kinetic-sculptures/evolution> (2010 - 04 - 17)
⁸ FORM: 2000 / 2 / 17. o.



Fehér foltok, saját csomópontok ismertetése

A mestermű létrehozásának közvetlen előzményei:

A mesterműhöz alapul szolgáló két egymásba fűzött oktaéder úgymond véletlenül került a kezembe. A kapcsolatban rejlő lehetőségeket azokon fedeztem fel. Később megpróbáltam elébemenni ezeknek a véletleneknek. Ezért elkezdtem további csomópontokat keresni, és azokat módosítva változatokat készíteni. Ennek a munkának az eredményeit ismertetem a következő részben.

Háromágúak:

Egy korábbi hármas szemes kapcsolódásból indultam ki, amit először a drótkockánál alkalmaztam az élek lehető leglazább összekapcsolása érdekében. Vizsgáltam önállóan és rendszerbe építve. A három elem hol a végével találkozott, hol átmenően – hatágúvá téve ezzel a csomópontot. Többféleképpen helyeztem gömböt a találkozásukhoz, hogy a viszonyukat határozottabá tegyem.

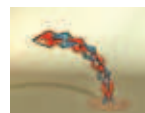
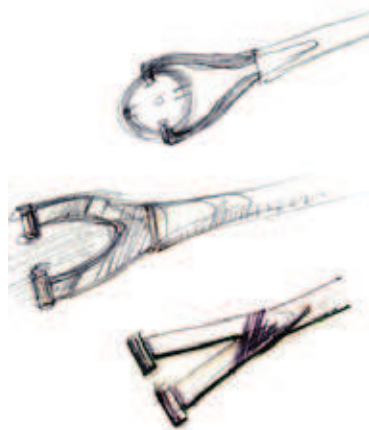
„nuncsaku”

Az eredeti drót változat továbbfejlesztett változata. Mozcásuk megegyezik, de ez a változat erősebb elődjénél. Igyekeztem a modellnek gyártmányjellegét adni.



„hármás kardán / kígyófejes”

Ez a modell valóban a kardáncsukló háromágú változata. Mozcása az előző csomóponthoz képest erősen korlátozott. Felhasználásával készítettem egy kockavázatot is, ahol a csövek mindkét végén 90 fokos szögben helyeztem el a golyókat fogadó villákat. A kocka három – egy csúcsban találkozó – lapját határoló élek beépítésével a csomópontok befezültek és a rugalmasságtól eltekintve nem mozcgtak.



„csillaghatos”

A fent leírt hármas kardáncsukló középpontos tükrözésének eredménye az úgynevezett „csillaghatos”. Felépítése az oktaéder tengelykeresztjének felel meg, melyek behatárolt mozgásra képesek. Sajátossága, hogy leejtve az oktaéder talpháromszögét meghatározó csúcsok egymástól távoli helyzetbe kerülnek, a képzeletbeli test kilapul és stabilizálja magát. Elképzelhető, hogy a karok belső mozgásával önálló helyváltoztatásra is képessé tehető.

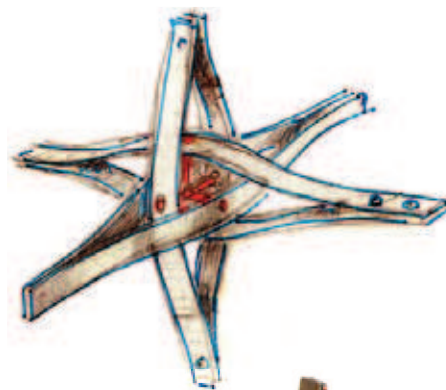
„zöldgolyós”

A továbbfejlesztéshez alapul szolgálhatnak az alábbi „zöldgolyós” és „pozan” munkanevű megoldások is.

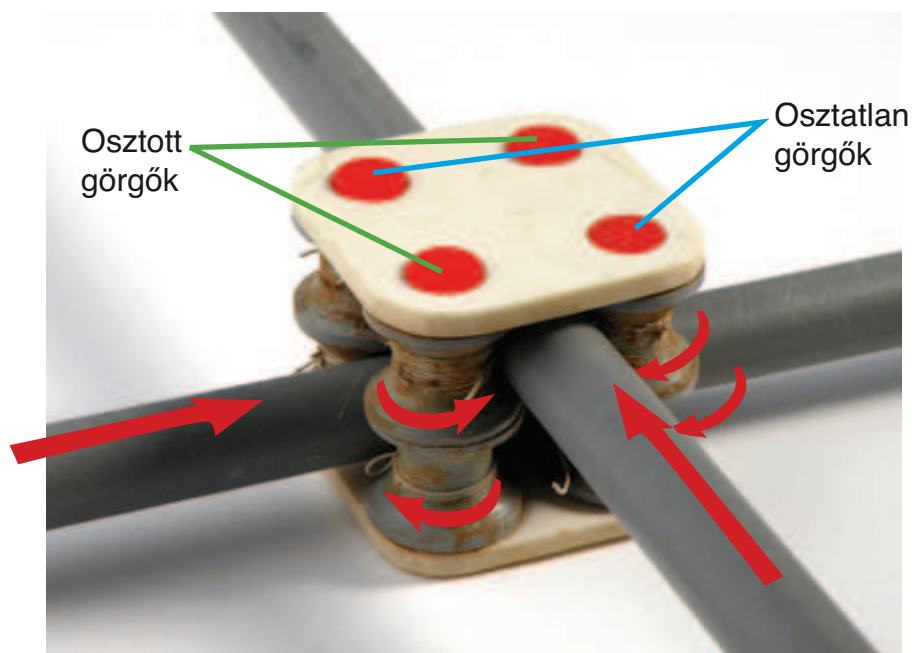
„pozan”

„dezodor-golyós”

Hasonló célra – változó szögállású forgó tengelyek csatlakoztatására – számos megoldás szolgál, pl. a kardán-, a Rzeppa-, Bendix-Weiss-csukló⁹, digidrive¹⁰ stb.



„derékszögű irányváltó”



9 N. Chironis: Mechanism, Linkages, and Mechanical controls, McGraw – Hill Book Company, 1965, 327. o.
10 N. Chironis: Mechanism, Linkages, and Mechanical controls, McGraw – Hill Book Company, 1965, 327. o.



***A 25-35. oldalak
folyamatban lévő
szabadalmi eljárás miatt
nem elérhetőek.***

A betűrendes jegyzékben szereplő címszavak tartalmának rövid bemutatása

Fontosnak tartom a csomóponttudatos tervezői gondolkodást. Ebben a részben olyan izgalmas csomópontokat gyűjtöttem és elemeztem, melyek megismerése és megértése a formatan oktatás keretében hozzájárulhat a hallgatók szemléletformálásához.

árnyékolók

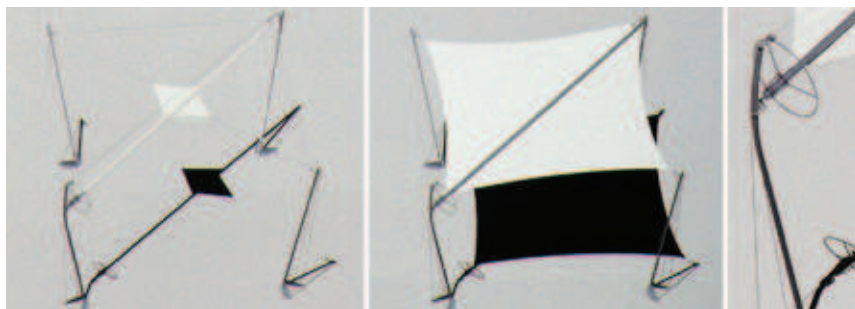
Forgó napernyők, Rotating Umbrellas,
Werner **Sobek**, WERNER SOBEK,
1997–2003¹²

*A legegyszerűbb szerkezet, ha nincs szerkezet.
Nem kell legyártani, nem kell karbantartani, és nem
romlik el. És kényes csomópontok sincsenek!*



sun square® system, Gerald **Wurz**, KAUTZKY MECHANIK WIEN¹³

Drága, de szép megoldás a kereszttrúdra két rétegben feltekerhető háromszög-ponyva. Bizonyos szélsőségek felett önműködően feltekeri a vitorlákat, így védi meg a túlterheléstől a teljes szerkezetet.



bélyegperforáció, bígelés, kigyengítés



Hagyományos értelemben ezek nem csomópontok, mert nem különálló elemeket kapcsolnak össze, ellenkezőleg, szétválasztanak. Mégis a homogén anyag viselkedését helyileg megváltoztatva különleges tulajdonságokkal ruházza fel. Csomópontot vált ki, akként viselkedik. A legszebb példa az a zsebszámológép, melynek nyitható elasztomerháza a zsanér helyén mindössze el volt vékonyítva.

Bionic boots, (a következő neveken kereshető még: Power skip, Flyjumper, Flyingjumper, Poweriser, Powerskip, Powerizer, Powershoes, Skyrunner, Powerrunner, Bounce Shoes, Flying, Flyrunner, Powerizer, Moon Jumper, Jumper Stilt,) **Keahi Seymour**¹⁴



¹² <http://www.wernersobek.de/index.php?page=68&modaction=detail&modid=281> (2010-10-11)

¹³ md: 2000 / 7 / 22. o. Detail, 1999 / 5

http://www.sunsquare.com/index_e.htm (2010-10-11)

¹⁴ I. D.: 2000 / 5 / 101. o.

<http://www.fobon.com/en/pro.asp> (2011-04-29)



Egyszemélyes gumiasztal,
vidd magaddal!



BMW GINA

textilborítású koncept, *Christopher Bangle*,
BMW AG.¹⁵



bukó-nyíló ablak

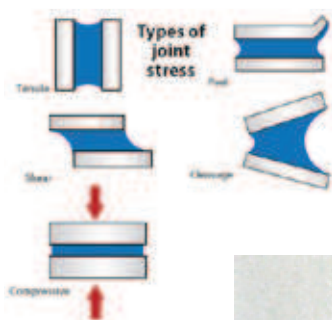
A háromállású kilincs egy reteszrendszert
mozgat, összehangoltan nyitja és zárja azokat.
A három funkció: zár, kitérve nyit, bukóra nyit.



dilatáció, rugalmas rezgéscsillapító betétek

Az építőiparban gyakran alkalmaznak olyan csomópontokat, amelyek
csupán néhány milli- vagy centiméteres elmozdulást tesznek lehetővé.
A hőtágulás hatására fellépő erők, vagy egyéb rezgések károsítanak
az építményt, ezért e mozgások elviselésére alkalmas csomópontok
beépítése elkerülhetetlen.

A változtathatóság, egyediség, a rugalmas
felhasználás igénye a hétköznapi
színtérben is megjelenik. Mindezek együttes
megvalósulásának egyik legszebb példája
a BMW GINA koncept modellje. A rugalmas-
textilburkolatú autó „karosszériája” több
helyen állítható, így a szebb jövőben kedvünkre
változtathatjuk majd autónk kinézetét – akár
percenként. A sorozatgyártás gondolom ma még
kérdéses, de a felszabadult tervezői gondolkodás
az egyik legizgalmasabb – ízig-vérig rugalmas –
autóvíziót eredményezett.



elefántormány analógiák:

Dumbo, flexibilis csaptelep, *Maurizio Marchini*, *Francesco Argentini*,
Davide Vercelli, RUBINETTERIE
RITMONIO, Varallo, It.¹⁶



¹⁵ <http://www.youtube.com/watch?v=0pwabDeqVi8> (2010-10-11)
¹⁶ Domus, 817. Product / 111. o.



LOC-LINE

kenő, hűtő rendszer,
LOCKWOOD PRODUCTS, INC. 1983¹⁷

Az egyik kedvencem ez a zseniálisan egyszerű alapgondolatra épülő rendszer, ami egy szorosan egymásba illeszkedő pozitív és negatív gömbpárból áll. Az elemek hosszban nyitottak, összeépítve csövet alkotnak. Illeszkedéseik kellően pontosak ahhoz, hogy tömítsenek. A karok tetszőleges alakban meghajthatók, és a beállított helyzetben megállnak. A rendszer elemei a kívánt rendben össze- és szétpatinthatók. Az alkatrészek többféle méretben készülnek, de a megfelelő csatlakozóelemekkel összilleszthetők. Létezik saválló változat, amely eltérő színnel jelzi a másfajta funkciót. Előnye a régebbi rendszerekkel is szembevetendő. A rézcsövek idővel elfáradtak, eltörtek, a spirális fémhuzatú csövek pontos beállítása volt nehézkes, mert a rugalmasságukból adódóan visszrúgtak, és a hosszuk változtatása is körülményes volt.



kábelhuzat¹⁸



robotkar, –

P. Cau, MONTEDIPE,
1983¹⁹



SOON asztali és fali lámpa

Tobias Grau,
TOBIAS GRAU KG.²⁰

esernyőmechanika

teljes kihúzású görgős fióksín



17 Axis, 2000 / 3 / 141. o.
<http://www.loc-line.com/> (2010-10-11)

18 md, 2000 / 2 / 121. o.

19 Domus, 818. 50. o.

20 Domus, 827. product / 118. o.

http://www.tobias-grau.com/catalog/detail_231_0.html (2010-10-11)



FISKARS

– Olavi **Linden**²¹

2001-ben egy Budapesten rendezett Finn Design kiállításon megismerkedtem Olavi Linden úrral, a Fiskars vezető formatervezőjével. Megállapodtunk, hogy újbóli kiutazásom esetén meglátogatom a gyárban. A mozgó csomópontok alkalmazása az újabb Fiskars termékeken központi jelentőségű. Ebben Linden úr szerepe meghatározó.

Összesen háromszor jutottam el, kétszer magánlátogatóként, harmadszor pedig a fogadó egyetem (UIAH) szervezésében. Sok érdekesség mellett láthattam egy új termék fejlesztésének szakaszait a sorozatgyártást megelőző lépésig.

A fejlesztés során 20-25 különböző elvi modell készült. Ezek közül választották ki a végleges változatot. Voltak közöttük egy elv variációi és egymástól távolabb eső változatok egyaránt. Kivitelük színes palettája a legegyszerűbb kartontól a precízen mart MDF-modelleken keresztül a 3D-printelt előprototípusig terjedt.

Tanulságos volt látni egy civilben hangszereket is készítő kézművest, amint a szalagról az elvileg teljesen egyforma metszőollókból adott ajándékot. Mindet kipróbálva a hatodikat találta megfelelőnek!

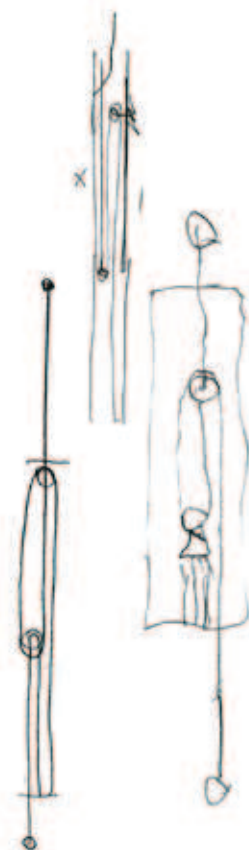
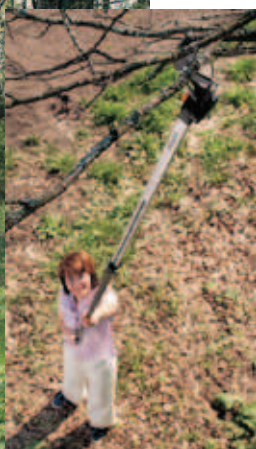


egy- és kétkézes metszőollók:



teleszkópos ágavágó:

Érdekessége, hogy a hossza állítható, ugyanakkor minden lehetséges állásban működik. A rúd közepén lévő csúszkát vagy a végén lévő gombócot meghúzva egyaránt használható. Nem mellékesen, az áttételezésnek köszönhetően, 5 cm átmérőjű ágot is elvág!



Hadd büszkélkedjem el, hogy amikor a működéséről beszéltünk, Linden úr megkérdezte, vajon rájövök-e a belső felépítésére? Némi gondolkodás után egy kisebb hibával lerajzoltam a megfajtést. Az utolsó, csoportos látogatásunk alkalmával – rám mutatva – a többieknek el is újságotla: ő tudja, hogyan működik!



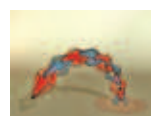
A jobb oldalon „látszom” fehér ingben, de akárcsak az UFO-s képek, ez sem bizonyító erejű.

késélező



olló

A gyárban tett látogatásom egyik nagy meglepetését az újabb ollók összeszerelésének módja okozta: a megélezett pengéket behelyezik a fröccsöntő szerszámba, és egyetlen műveletben megöntik a nyelveket és a műanyag szegecset, ami az olló tengelye. Tehát a szerszámból a kész terméket veszik ki!



összecskható fűrész

A hasonló campingtárgyakat mindig fenntartásokkal fogadtam. Előítéletemet számos korábbi tapasztalat érlelte meggyőződéssé – melyet azóta felül kellett bírálnom. Az egyik jelentős érv ez a kis zsebfűrész volt. Legkényesebb része – a csatlakozás – kihúzott állapotban sem lötyög, ellenkezőleg, kiválóan tart. A minőségi pengének köszönhetően egy alkar vastagságú ágat fél perc alatt kényelmesen elvágtam.



FLOWLAB deep carve system

gördeszka új elven *Mike Simonian, Peter Schouten*, FLOWLAB²²

GYROBIKE

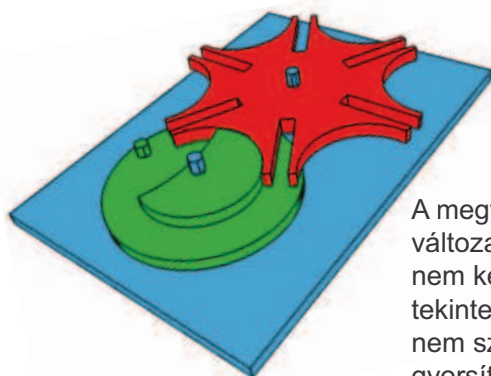
lendkeres biciklikerek gyerekeknek²³



gördeszka mechanikája



genfi mechanizmus, más néven máltai kereszt hajtás²⁴



Ez a több száz éves mechanizmus a folyamatos forgómozgást szakaszos forgómozgássá alakítja. Először mechanikus órákban alkalmazták, innen a neve. Korai mozgófilmvetítőknél és szerelőszalagoknál is alkalmazták továbbítás céljából.

A megvalósítandó céltől függően sokféle változatban készül(t). Funkcionálisan a nem kerek fogaskerekok unokatestvérének tekintem, ahol az egyenletes forgómozgást nem szakaszolják, hanem periodikusan gyorsítják, majd lassítják.



22 I. D. 2000 / 8 / 93. o.

<http://www.flowboard.com/> (2010-10-11)

23 <http://www.bikecommuters.com/?s=gyrobike>

<http://videa.hu/video/jarmuvek/biciklikerek-gyerekeknek-bicikli-gyerek-kerek-wZyClo0uq2dCwoD> (2010-10-20)

24 N. Chironis: *Mechanism, Linkages, and Mechanical controls*, McGraw – Hill Book Company, 1965

[http://hu.wikipedia.org/wiki/M%C3%A1ltai_kereszt_\(mechanizmus\)](http://hu.wikipedia.org/wiki/M%C3%A1ltai_kereszt_(mechanizmus)) (2011-04-29)



gerinc²⁵

Témám szempontjából a legfontosabb természeti analógia.



nem kerek fogaskerekek²⁶

Az egyenes forgómozgást periodikusan változó gyorsabb és lassabb szakaszokra osztja. A szögsebességgel ellentétesen változik a pillanatnyi nyomaték is.



helikopter-rotor²⁷

A helikopter lelke ez a zseniális szerkezet. Háromféle mozgást hangol össze: a forgószárnyak állásszöge változtatható, ezek állása egy időben különböző lehet, attól függően, hogy a körbefordulás mely fázisában vannak. A harmadik mozgás – a forgás – az, ami az egészet igazán bonyolulttá teszi. Az első két pontban leírt állásszög-változtatásokat ugyanis a forgó rendszerben kell megvalósítani.

A szerkezet még összetettebbé válik, amikor egymás fölött két – ellentétes irányba – forgó rotort helyeznek el (koaxiális elrendezés). A két ellentétesen forgó rotor semlegesíti az egy rotor forgatása következtében fellépő reakciónyomatékot, amely az ellenkező irányba forgatná a helikopter törzsét.



25 **Barcsay** Jenő: *Művészeti anatómia*, Corvina Kiadó, 1953
26 **N. Chironis**: *Mechanism, Linkages, and Mechanical controls*, McGraw – Hill Book Company, 1965
<http://www.8625plus2.com/products/NCG-en.htm> (2010-10-11)
<http://lunakutya.multiply.com/video/item/56/56> (2011-04-29)
27 <http://hu.wikipedia.org/wiki/Helikopter> (2011-05-01)





íj-ideg-nyíl

A nyílvég hátrafelé szűkülő kialakítása kettős célt szolgál: bepattanva rögzíti a nyilat az ideghez, ezzel megkönnyíti a lövés előtti előkészületet, de a lövés követően akadálytalanul leválik arról.



ízületek ²⁸

A legáltalánosabban alkalmazott mesterséges csomópontok előképei a természetben is megtalálhatóak.

- Csuklóízület 1
- Feszésízület 2
- Forgóízület 3
- Nyeregízület 4
- Szabadízület 5



Theo Jansen ²⁹

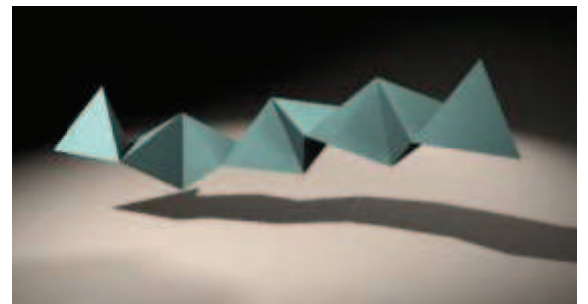
mechanizmus, lépegető kinetikus szobrok

A Theo Jansen-féle mechanizmus érdekessége, hogy folyamatos forgó mozgást alakít át, melynek következtében meglepően hiteles, lábszerűen lépegető szerkezet jött létre. Mobilja az alapmechanizmus egymás mellé sorolásával jön létre.



kaleidociklus

Escher³⁰



²⁸ Barcsay Jenő: *Művészeti anatómia*, Corvina Kiadó, 1953
²⁹ http://www.yatzer.com/907_theo_jansen_the_kinetic_sculptor (2011-05-08)
³⁰ http://www.yatzer.com/907_theo_jansen_the_kinetic_sculptor (2011-05-08)
<http://www.jgygpk.u-szeged.hu/tanszek/matematika/polieder/kaleidociklus/index.html> (2010-11-26)



kétfogú mechanizmus³¹

(tárgyrekonstrukció)

Az elemek – egymást nem gátolva – azonos irányba forognak, ezért tetszőleges számban sorolhatók. Számottevő nyomatékátvitelre azonban nem alkalmasak.

KICKBOARD

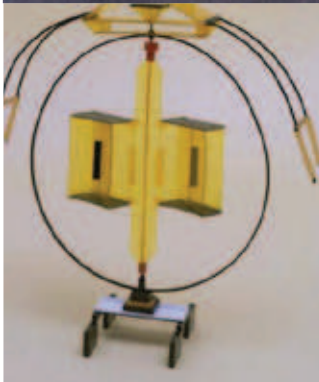
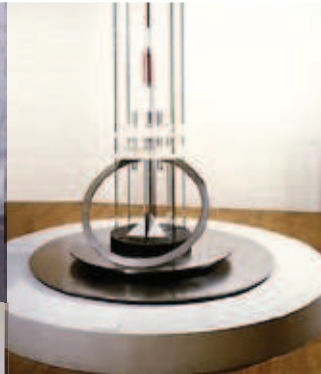
roller-gördeszka hibrid, *Wim Jan Ouboter*,
K2 Ski Sport+Mode GmbH³²

Ez a sporteszköz a roller és a gördeszka keresztezésével jött létre. Működése is ezt tükrözi. A kormányzás a függőleges rúd oldalirányú döntésével történik.



Kinetikus szobrászat

Naum **Gabo**



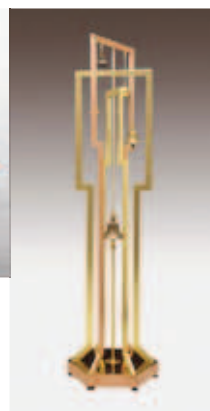
Alexander **Calder**



Csörgő **Attila**¹

¹ <http://www.c3.hu/~acsorgo/> (2010-11-26)

Haraszthy **István**



³¹ N. Chironis: *Mechanism, Linkages, and Mechanical controls*, McGraw – Hill Book Company, 1965

³² md, 2000 / 3 / 59. o.

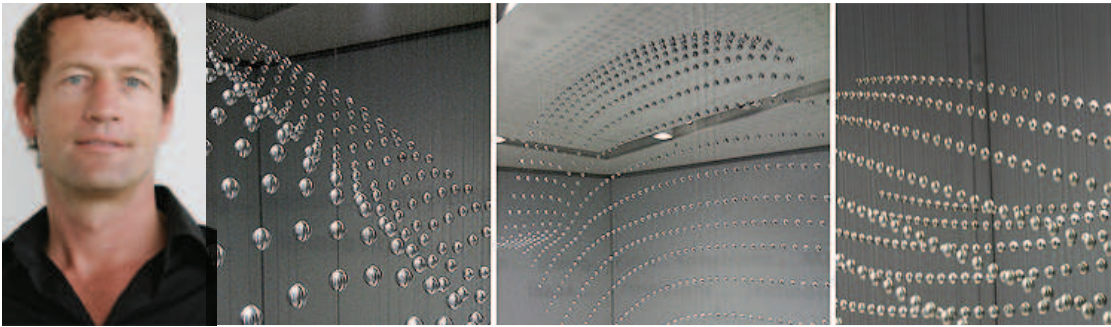
<http://www.kickboardusa.com/> (2010-11-26)



David C. Roy³³



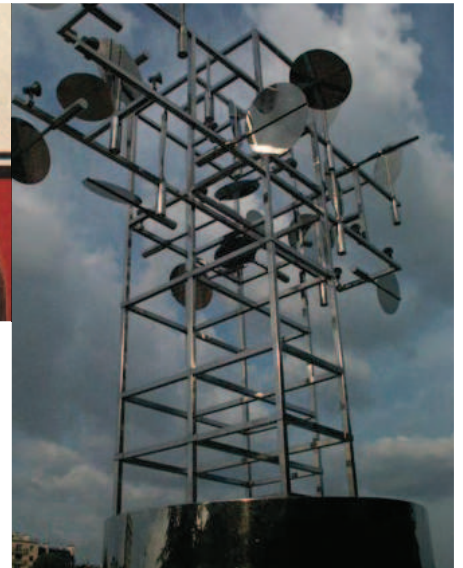
Joachim Sauter:
BMW's Kinetic Sculpture,
függesztett, szinkronizáltan
csörlőzött golyók³⁴



Simon Ferenc
Hydromobil



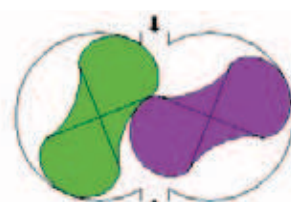
Nicolas Schöffer



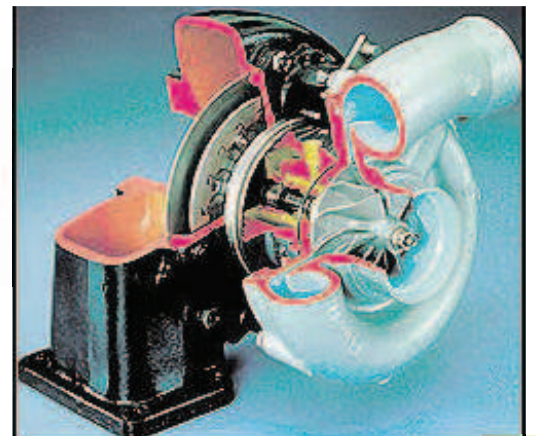
Kivetőpánt



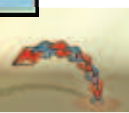
Kompresszorok, turbófeltöltők³⁵



Roots kompresszor
turbófeltöltő

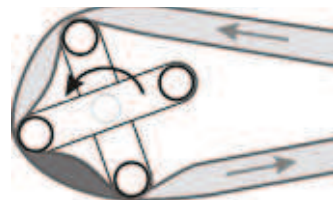


33 <http://www.woodthatworks.com/kinetic-sculptures/evolution> (2010-11-26)
34 <http://www.psfk.com/2008/07/bmws-kinetic-sculpture.html> (2010-11-26)
35 <http://www.flixxy.com/bmw-kinetic-sculpture.htm> (2010-10-11)
<http://www.youtube.com/watch?v=KR4eKQnMV5o> (2010-11-26)



orvosi vérszivattyú

A forgó keresztben lévő görgőkre feszített cső az érintkezési pontokon összenyomódik. A csőben zárt cellák jönnek létre, melyek a kereszt forgása következtében tovább vándorolnak, és a vért sterilen továbbítják.



Koryo Miura³⁶

Összecsukható henger³⁷

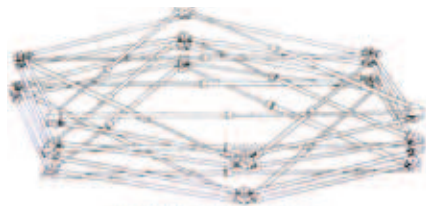
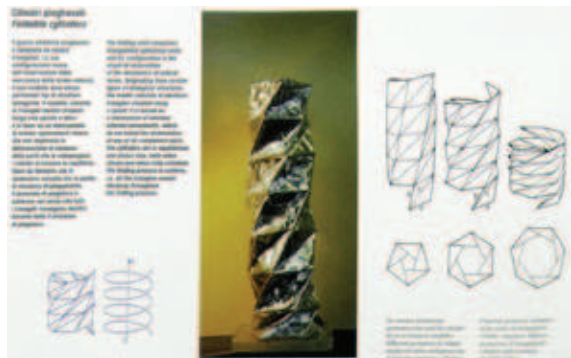


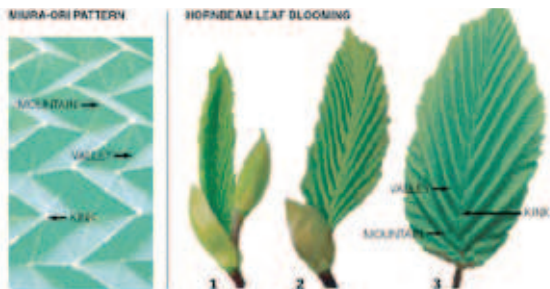
Fig. 8. Deployable truss structure (folded state)



VGT, (Variable Geometry Truss Concept)³⁸

Bővebben: 20.o.

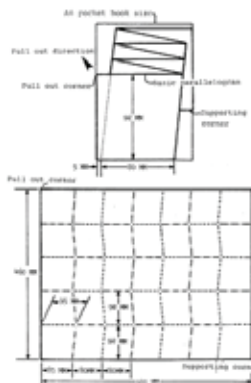
Miura-Ori térkép³⁹



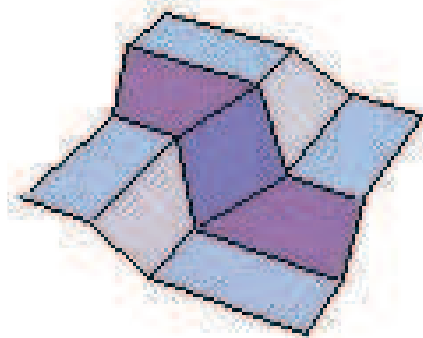
HOW IT HAPPENS:

As an enclosed bud unfolds, the creases in the relatively stiff skin of the leaf emerge in the Miura-ori pattern.

Source: Zoltan Domus, MIT Media Lab, Harvard University



kötéltáncos-kötél, yoyo



36 <http://www.youtube.com/watch?v=OHhDFwSRZoE&feature=Playlist&p=1A9FCA1C7F0F58B1&index=0&playnext=1> (2010-11-26)

http://www.youtube.com/watch?v=rJphCJ292gU&feature=Playlist&p=1A9FCA1C7F0F58B1&index=1&playnext=2&playnext_from=PL (2010-11-26)

<http://www.britisshorigami.org.uk/academic/www.bath.ac.uk/mech-eng/biomimetics/FoldMembrane.PDF> (2010-11-26)

37 Domus: 826. Design /94. o.

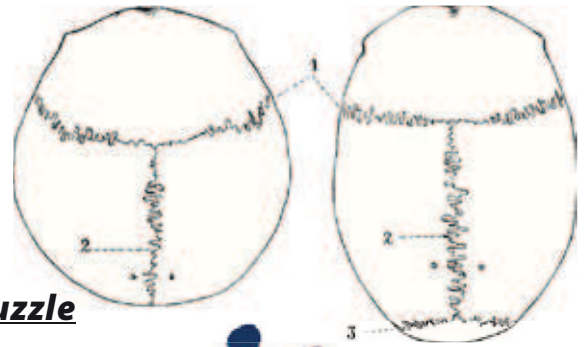
38 The Institute of Space and Astronautical Science, Report No. 614 September 1984 Industrial DESIGN, 1992 / 158. 15-16. o.

39 <http://library.thinkquest.org/28923/miuraori.html> (2010-11-26)

http://perso.wanadoo.fr/jean-paul.davalan/liens/liens_origami.html (2011-04-29)



kulcskarika



kutacs / puzzle

természeti példák-mesterséges analógiák

Kutyagerinc



LEGO

A Lego sikerének egyik kulcsa a tökéletesen megoldott kapcsolódás. A felső bütykök a következő elem alsó lemezes pereméhez illeszkednek, amely kis mértékben rugalmasan ki tud hajolni. Ez a rugalmasság kíméli a kapcsolódó részeket, ezáltal alig kopnak. Először azt írtam „nem kopnak”, de ha szabatos akarok lenni, akkor az elvi kopást nem zárhatom ki. A gyakorlat viszont az, hogy még nem találkoztam laza, kopott Legó-alkatrészekkel, és a harminc-negyven évnyi korkülönbség sem jelent akadályt.

Még egy dolog, amit csak nemrég vettem észre, de valójában nem lepott meg: a normál méretű és a Duplo elemei is illenek egymáshoz.



Matrix lámpa

Yaacov Kaufman, LUMINA 1999⁴⁰

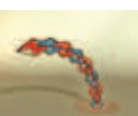
Le-fől hajtható karokkal

A megoldás az autók kerékfelfüggesztéseinél alkalmazott trapézlengőkarokkal rokon, melyek megközelítőleg párhuzamos elmozdulást eredményeznek. Az itt használt lengőkarok keresztezik egymást, ennek következtében bőlintó mozgás jön létre.



A létrejövő elmozdulás emlékeztet a mesterművemnél tapasztalhatóra. Lényegi különbség, hogy míg ez csupán síkban, az én megoldásom térben is képes mozogni.

⁴⁰ <http://www.designlampak.hu/?q=akcios> (2010-11-26)



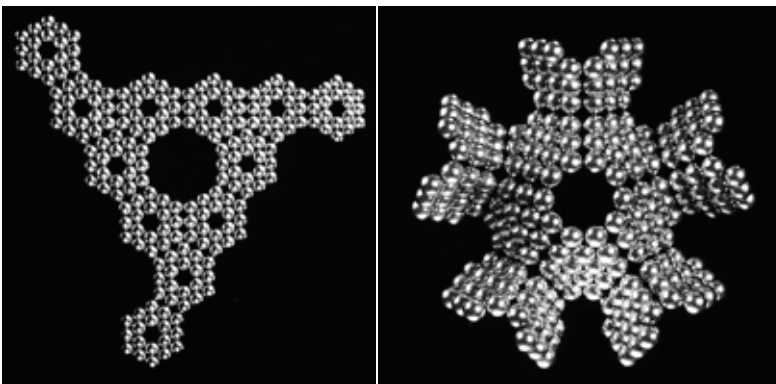


maglev

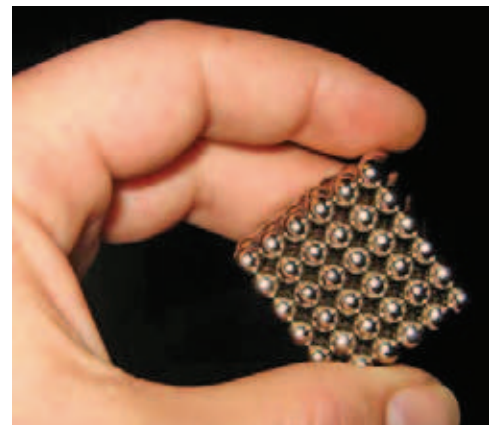
mágneses lebegtetésű vasút

NeoCube

216 db mágnesezett golyócska Ø5mm,
Chris Reda, STRONG FORCE, Pittsburgh⁴¹



A hagyományos puzzle játékkal ellentétben az elemeknek nincs egyetlen meghatározott helye. A 216 azonos elemből végtelen számú alakzat és minta hozható létre.



MEMS

Micro– Electro– Mechanical Systems,
mikroméretű mechanika⁴²

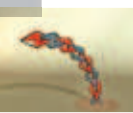
„A MEMS-ek mikronos mérettartományban ($1 \mu\text{m} = 10^{-6}$ méter) készülő elektromechanikus eszközök. Fejlesztésük az 1980-as években kezdődött. Alkalmazásuk mára általánosan elterjedt a legkülönbözőbb területeken.

Használatuk következtében a járműlégzsákok lassulásérzékelői minden korábbinál hatékonyabbak lettek. Beépítik tintasugaras nyomtatókba, a videoprojektorokban mikrotükröket mozgatnak, amelyek visszaverik a rájuk vetülő képalkotó fényszíneket. Így jön létre a kép, amelyet a lencséken keresztül kivetítenek. Alkalmazzák akusztikai berendezésekben, pl. mobiltelefonokban, hordozható lejátszóknak, hallókészülékekben. Orvosi célú alkalmazásuk is elterjedt, továbbá nagy jelentőségű a füstérzékelőkben, gázelemző érzékelőkben történő alkalmazásuk.”



⁴¹ <http://www.theneocube.com> (2010-11-26)
<http://www.dailymail.co.uk/news/article-563015/Move-Rubiks-Cube--heres-NeoCube.html> (2010-11-26)

⁴² <http://www.youtube.com/watch?v=CNmk-SeM0Zl&feature=related> (2010-11-26)
<http://www.youtube.com/watch?v=IYQc60rXrLg> (2010-11-26)
www.memshu.com (2011-05-06)
www.mfa.kfki.hu (2011-05-06)
www.eet.bme.hu (2011-05-06)



nanorobotok⁴³

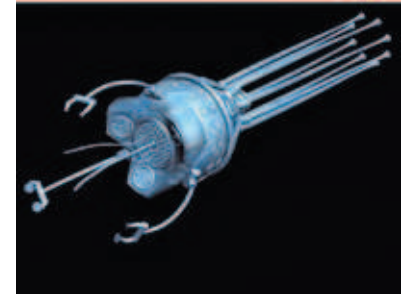
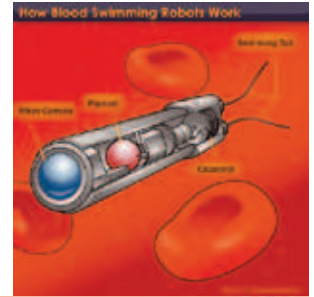
„A nanorobotok három nagyságrenddel kisebbek, mint a fentebb tárgyalt MEMS-ek.

Ez már az atomok és molekulák mérettartománya ($1 \text{ nm} = 10^{-9}$ méter). A mérettartomány befolyásolja az előállítást is. A MEMS-ektől eltérően nem anyagelvétele (pl. forgácsolás), hanem molekulák hozzáadásával állítják elő (molecular manufacturing).

A nanorobotokat speciális körülmények között végzendő feladat vagy feladatok ismétlődő nagy pontosságú elvégzésére alkalmazzák. Képesek önmaguk másolatainak létrehozására (self-replication)

Alkalmazásuk a gyógyítás területén egyre elterjedtebb (nanomedicine). Számos további felhasználási terület lehetséges, úgymint sérült szövetek „kijavítása”, elzáródott artériák megnyitása, de akár pótoltszövetek átültetése is.

Legnagyobb előnyük a tartósságuk. Elméletileg évekig, évtizedekig, vagy még tovább elláthatják feladatukat. További előnyük, hogy nagyobb méretű társaiknál gyorsabban és pontosabban elvégzik ugyanazt a feladatot, és korábban elérhetetlen léptékben is alkalmazhatóak.”



nuncsaku

A nürnbergi-olló elvén működő eszközök:

A nürnbergi-olló általában párhuzamos elmozdulást biztosít azáltal, hogy az egymáshoz kapcsolt ollószerű egységek kényszerkapcsolatban vannak. Áttételként is alkalmazható: az elemek számának növelésével egységnyi szögváltozás egyre nagyobb elmozdulást és sebességet eredményez. Fordított használata nagyobb erőt és nyomatékot eredményez csökkenő sebesség mellett. Több itt felsorolt példa esetében feladata a mozgások szinkronizálása.



áramszedő



Scherentisch, **Benjamin Thut**, THUT MÖBEL, (Zürich) Schweiz⁴⁵

SAX asztal, **Christoph Böhning**, ClassiCon GmbH, München⁴⁴

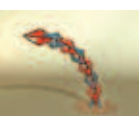


Subeybaja asztal, **Robert Heritage**, **Roger Webb**, SANTA & COLE

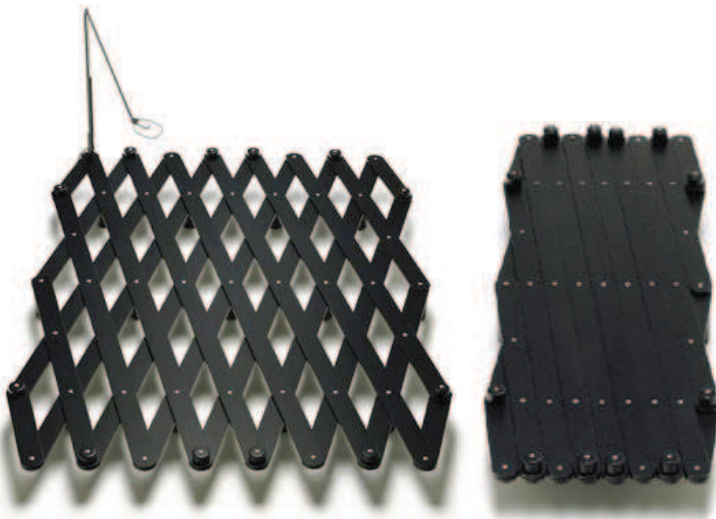
⁴³ <http://www.hir24.hu/tudomany/65280/nanorobot-dns-bol.html> (2010-09-08)

⁴⁴ Domus: 817. Design/76. o.

⁴⁵ md: 2000/3/100. o. <http://www.thut.ch/de/index.html> (2010-11-26)



Scheren-Bett 990 ágy, Benjamin **Thut**, THUT MÖBEL (Zürich) Schweiz⁴⁶



edényalátét⁴⁷



szobainas, Kleiderständer 107, Benjamin **Thut**,
THUT MÖBEL, (Zürich) Schweiz⁴⁸



Expandagon

Chuck **Hoberman**⁴⁹

A nürnbergi mechanizmus gömbi alkalmazása.



Hoberman a nürnbergi-olló elvét vette alapul. A mechanizmus szimmetriáját megváltoztatta, a hossz tengely egyik oldalán a karok hosszát csökkentette. Ennek következtében a hossz tengely meggömbült, az alapegységek megfelelő számú ismétlésével körbeér.

Az eredmény egy középpont köré rendeződő, az átmérőjét változtatni képes körstruktúra. A gömbök ilyen – a szabályos testek szimmetria-rendszerei alapján elrendezett – alapelemek sorolásaival épülnek fel. Az

⁴⁶ <http://www.thut.ch/de/index.html> (2010-11-26)

⁴⁷ <http://blomus.shop.hu/spd/68081/Edenyalatet> (2010-11-26)

⁴⁸ <http://www.thut.ch/de/index.html> (2010-11-26)

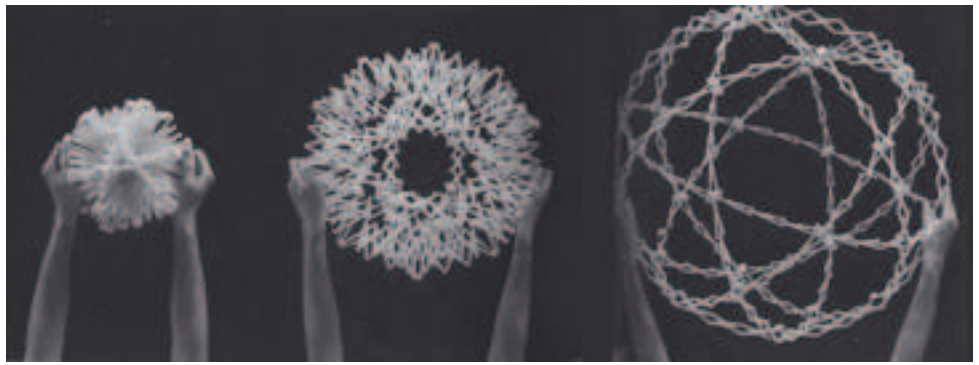
⁴⁹ Domus: 818/58-59. o.

<http://www.hoberman.com/home.html> (2010-10-11)



így létrejött rácsszerkezetek a méretüket úgy változtatják, hogy a gömbformát mindvégig megőrzik, az azonos helyzetű pontok mindig adott gömbfelületen helyezkednek el.

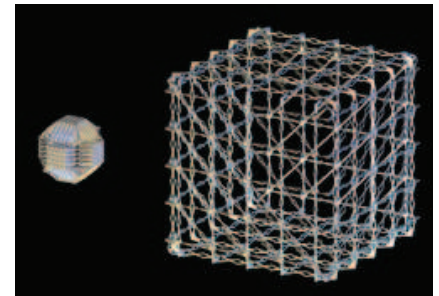
Idővel több változat is készült különböző szabályos és félszabályos testek téri rendszerét alapul véve.



original hoberman sphere
1995

Hoberman cube 1

A kocka változat alap nürnbergi-ollókból áll, párhuzamos és átlós helyzetű egyenes övekből épül fel. Tágulás közben az azonos helyzetű pontok itt mindig kocka alakban rendeződnek.



– expanding helicoid 1998



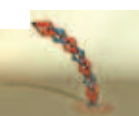
– Tulu rattle 2007



– Switch pitch 2004



– Brain



expanding geodesic dome
 – táguló kupolák 1991

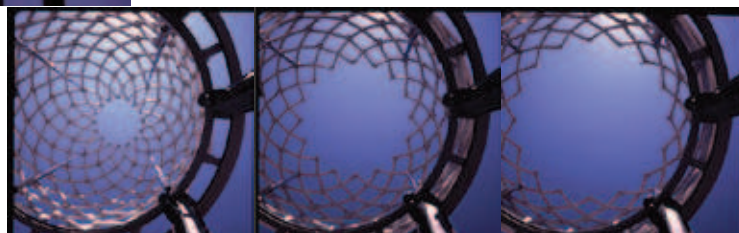
A gömb megfelelőjével összecsuksukható kupolák is születtek.⁵⁰



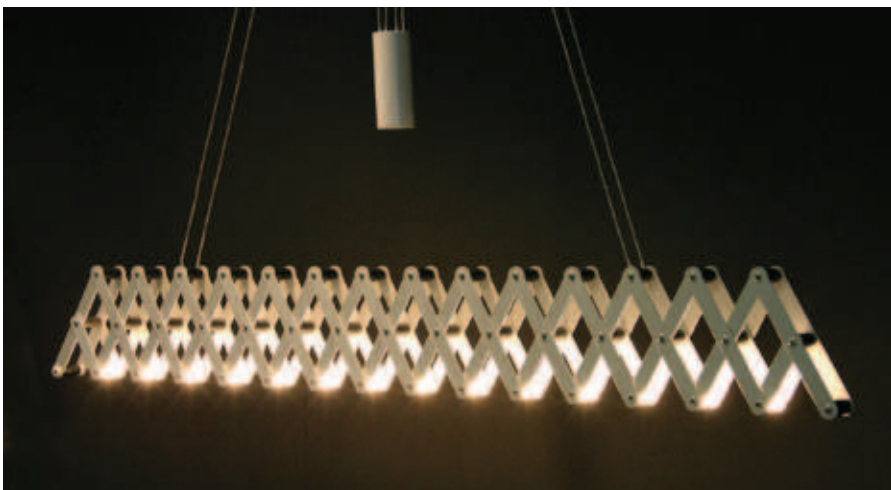
– Notre Dome, Hannover EXPO, U.S.A. „pavilon” Irish Dome 2000⁵¹



– Hoberman arch
 Olimpiai éremátadó,
 Salt Lake City 2002



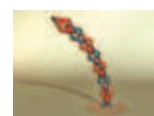
lámpa,
 Parkhaus, Floyd **Paxton**,
 SERIEN LIGHTING⁵²



létra,
 Thomas **Geisler**,
 SODA, Wien 1996⁵³



50 Domus, 818/58-59. o.
 51 I.D.: 2000/6/19. o.
 52 www.parkhaus.de (2010-02-09)
 53 DOMUS, 826. Design, 108. o.



könyvespolc, Scheren-Regal 399, Kurt **Thut** – THUT MÖBEL, Möriken/Schweiz, 2000⁵⁴

Ezen az alkalmazáson jól megfigyelhető a nürnbergi-olló párhuzamosságot biztosító tulajdonsága. A két oldalsó olló gátolja az előre-hátra dőlést, a középső pedig a keresztirányú billenést. A terhet a közepén behelyezett függőleges lapok viselik.

– pantográf

„A pantográf egy négykaros mechanizmus, melynek karjai paralelogrammát alkotnak, minden kar végpontján csuklót képezve. Az egyes karok közül kettő a csuklón túlnyúlik. A pantográfot eredetileg vonalas rajzok felnagyítására találta fel Christoph Scheiner jezsuita pap 1603-ban.” Felfogható rövid, csonka nürnbergi-ollóként is.



Ruhafogas, Coat stand Hut Ab, Konstantin **Grcic**, NILS HOLGER MOORANN, Germany, 1998

szennyestartó, Marie Pi, Sabine **Wald**, KEIN & MORE⁵⁵



többszintes parkolás,

DuoBox cover, C. T. M. Milano⁵⁶



újságtartó, Collator, RADIUS

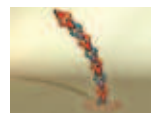


54 md, 2000/4/53. o.

<http://www.thut.ch/de/index.html> (2010-11-26)

55 <https://www.ikarus.de/shop/onlinestore/product/Shop%2010%5E1%5E1/40610.001/detail.jsf> (2010-11-26)

56 Domus, 818. Notizie News XI.



Űr napelem modell, **Simon Guest**⁵⁷



Egy síkhajtogatásból kiinduló rendkívül érdekes megoldás – amely önmagában nem kapcsolódik dolgozatom témájához, de a méretnövekedés szükségessége tette egy alakváltoztatásra

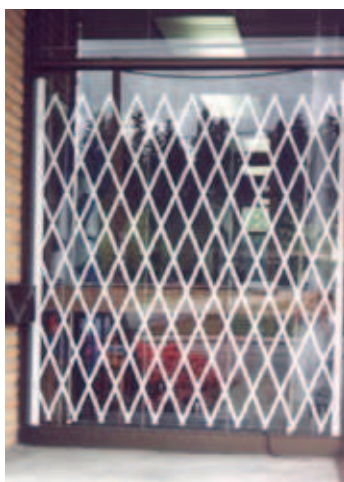
alkalmas tartókeret hozzáépítését. A keret lényegében a nürnbergi-olló elvén működik. A Hoberman-rácsok alapját képező gyűrűk logikai testvére, de amíg az előbbi a nürnbergi-olló torzításával, a karok hosszának változtatásával síkban fekvő kört alkot, addig a Simon Guest-féle megoldás egy normál nürnbergi-olló, melyet hengerpalást alakban rendezett el. Az egymással szögben álló ollókat rugalmas lemezek kapcsolják össze, amelyek egyrészt felveszik a szögeltérés okozta feszültségeket, másrészt önműködően nyitják az összecsomagolt ernyőt.



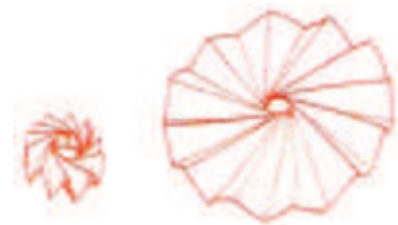
A központi korong köré hajtogatható megoldás a korai '60-as évektől ismert. A '80-as évek végén Temple és Oswald tervei alapján a Mars expedícióban alkalmazták volna. A kilövéskor összecsumagolt állapotban kb. 4 méter átmérőjű hengert a világűrben kinyitva 70-szeres átmérőjű korongot kapunk, amelynek felülete a tervek szerint elegendő Napszelet fogna be a Marsig történő utazáshoz. Még kifejezőbb a felületnövekedés, ami több, mint 300-szoros a csukott állapothoz képest, és nagyjából 3 futballpálya területének felel meg.

üzletportál rács

Battista zsúrkocsi,
Antonio Citterio,
Oliver **Löw**, KARTELL⁵⁸



Gastone, félbehajtható, **Antonio Citterio**, Oliver **Löw**, KARTELL



nyitható hidak

*Pedestrian Bridge, Kiel–Hörn 1999*⁵⁹



57 Domus, 826. Design / 95. o.
<http://www.eng.cam.ac.uk/~sdg> (2010-11-26)
<http://www2.eng.cam.ac.uk/~sdg/dstruct/wrapping.html> (2010-11-26)

58 md: 1999/10/112. o.

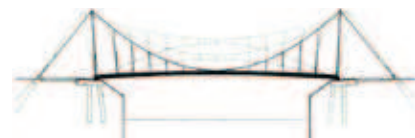
59 Detail: 1999/8/1452-1454. o.



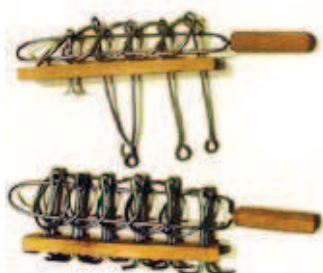
Hátizsák-híd, Maximilian **Rüttiger**, Q-LAB, München⁶⁰



Pedestrian Bridge,
Duisburg, Michael **Stein**, Peter **Schulze**, Leonardo **Bevilaqua**,
Feridun **Tomalek**, Sven **Plieninger**, 1999⁶¹



ördöglakatok



összecsukható, állítható tárgyak

asztalok:
*Flip Top Tables*⁶²

A lap elbillentésével csökken az asztal helyigénye, és továbbra is könnyen mozgatható marad.



Wow, **Gruppo Grafite**,
HORM srl, AZZANO DECIMO, 1997.⁶³

Egy különlegesen bővíthető asztal. Egyetlen mozdulattal nyitható és csukható, akár le sem kell pakolni. Az alsó lap átfordulása csak a lábak között történhet, a mérete pedig kényyszerűen kisebb. Ezzel a megoldással nem egészen duplájára növelhető az asztal felülete.



60 Detail: 1999/8/1442-1443. o.

61 Detail: 1999/8/1455-1458. o.

62 <http://www.hightoweraccess.com/pricelist/new/pdf/contact.pdf> (2011-05-06)

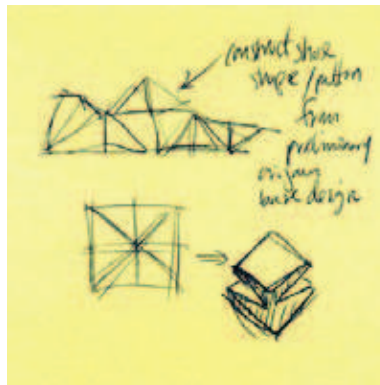
63 md: 2000 / 1 / 223. o.



– esernyő-bevásárlókocsi, Nada **Nasrallah**, SODA, 1997⁶⁴

– összehajtható NIKE cipő:

A cipő felületét a síkhajtogatás törvényszerűségeinek megfelelően felosztották. Ez tette lehetővé a laprahajtogatást.



– fogpiszkáló



– joghurtos kanál

Számomra az egyik legszélsőségebb példa. Egy ekkora tárgy összehajtása első pillanatban öncélúnak tűnhet, de a kanál ezáltal – látható módon és sterilen – a joghurtos pohár kupakja alá tehető, külön csomagolásra nincs szükség. Részletmegoldásaiban is figyelemreméltó: egyetlen darabból áll, ezért nem kell összerakni, továbbá mindkét végállásában bepattanó peremek rögzítik.



kerékpárok:

A-Bike, Sir Clive **Sinclair**⁶⁵

„Az A-Bike a világ legkisebb összehajtható biciklje. 20 másodperc alatt összecukható vagy menetkészre nyitható. Méretei: 67x30x15 cm, így összehajtván könnyedén elfér egy hátizsákban és szabálysértés nélkül felvihető bármilyen tömegközlekedési eszközre. A könnyített, de extra merev alumíniumból készült váz tömege csupán 5,5 kg, de teherbírása 85 kiló. Az apró 15 cm átmérőjű kerek ellenére sem nehézkes a haladás, mivel a dupla áttételnek köszönhetően egy tekeréssel 3,2 métert haladhatunk előre.”



összecukható lakatbicikli,
Kevin **Scott**



64 DOMUS, 826. Design, 108. o.
65 www.dakabike.com (2011-05-06)



Strida, Mark **Sanders (MAS Design)**, Roland Plastics and Bikelink International, Suffolk, U.K. 1985⁶⁶

Ezt a kerékpárt a kezdetektől egyszerűen használhatóra és alacsony karbantartásigényűre tervezték. A súlya 8,5-10 kg körül van a felszereltségtől függően, és tíz másodperc alatt összecsukható. A legtöbb hasonló bringával szemben a kerekek összecsukott állapotban is a helyükön maradnak. A meghajtás lánc helyett bordásszíjon keresztül történik, amely nem nyúlik, és mivel nem igényel kenést, a tulajdonost sem keni össze.

A hivatalos blogon lényegretörően méltatják a konstrukciót: „nincs váltó, ami tönkremehetne, nincs fékbetét, amit cserélni kellene, nincs lánc, ami megnyúlna, nincs fogaskerék, melyek fogai elkopnának, nincs abroncs, amit újra kéne szabályozni, nincs villacsapágó, ami kilazulna, nincs kormánykónusz, ami elkopna, nincs átdobó, ami elgörbülne vagy eltörne, úgyszólván nincs rozsdásodásra hajlamos alkatrésze, és végül festés sincs rajta, ami lepattoghatna”.

Bár az alapgondolat immár 25 éves, a design-témájú magazinoknak és weboldaloknak még ma is gyakran publikált sztárja ez a kerékpárt alapjaiban újraértelmező konstrukció.



folding bicycle, Jack **Knife**, Torgny **Fjeldskaar**, Chris **Dodman**, CANNONDALE, 2007



Ez az összecsukható kerékpár egy működő prototípus. A hátsó kerék a villával és az abban elrejtett láncajtással a középtengely körül az első kerék mellé hajtható. Az egyoldalas villák alkalmazása még jobb helykihasználást eredményez összecsukott állapotban.

66

I. D.: 2000 / 8 / 92. o.
md: 2006 / 6 / 51. o.
<http://www.metaefficient.com/bicycles/strida-an-ultra-portable-folding-bike.html> (2010-11-26)
http://issuu.com/mark77a/docs/masters_thesis_june_1985_-_strida (2010-11-26)





„ZOOM BIKE”,
Richard Sapper⁶⁷



– néhány további összecukható kerékpár,
név és a teljesség igénye nélkül.

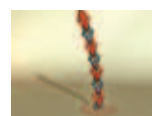
SCOOT⁶⁸

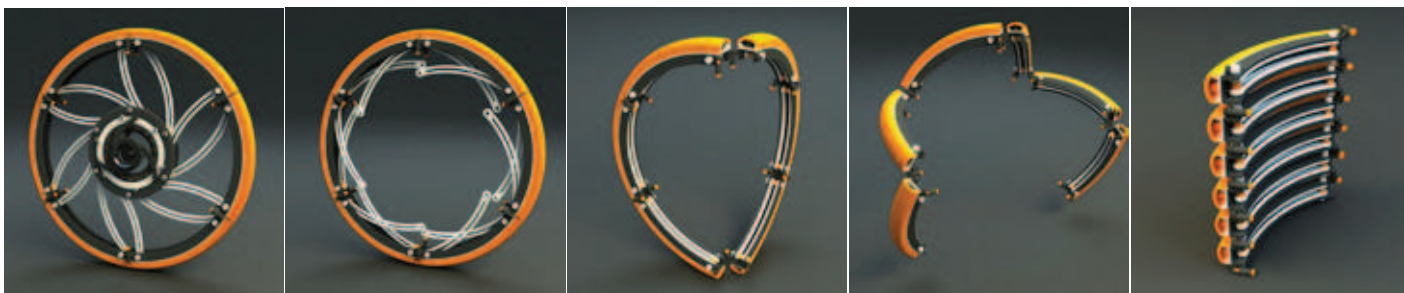


75



67 md: 2006 / 6 / 53. o.
68 md: 2006 / 6 / 52. o.





Összecsukható kerékpár és kerék: **Victor M. Aleman**

Összecsukható biciklikerek:

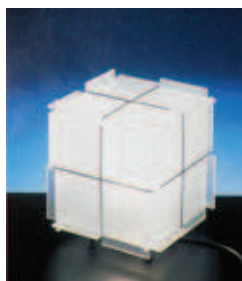
Duncan Fitzsimmons, Royal College of Art's⁶⁹

A cél olyan kerékpár fejlesztése volt, amely golfzsák méretűre összecsukható és felvihető tömegközlekedési eszközökre, akár repülőre is. A tárolás a kerekesszék-használóknak is gondot okoz. Meglehetően, a váz összecsukható, de a kerék nem. Ez az új kerék segíthet ezen a problémán is, és új távlatokat nyit a kerekesszék-tervezők előtt.



A kerék működése egyszerű. A merev küllőket ollószerűen elforgatva a csomópontok egyszerre záródnak vagy nyitnak. Ha minden csomópont zárva van, a kerék merev, ha nyitva, akkor összehajtható. A korábban csupán laposra csukható kocsik kiterjedésének csökkentése újabb dimenzióban vált lehetségessé.

Parcell, **Stefan Zwicky**,
FAGLAS AG,
Steffisburg/Schweiz⁷⁰
összeállítható (kocka alakú)
lámpa,
gumigyűrűk tartják össze



– összecsukható repülőgépvülés/ágy/munkahely⁷¹



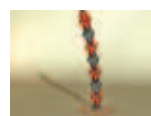
⁶⁹ http://www.geekologie.com/2008/02/oh_nuhuh_man_makes_folding_bik.php (2010-11-26)

<http://bicycledesign.net/> (2010-11-26)

<http://www.metaefficient.com/bicycles/strida-an-ultra-portable-folding-bike.html> (2010-11-26)

⁷⁰ md: 2000 / 2 / 46. o.

⁷¹ I. D.: 2000 / 5 / 26. o.

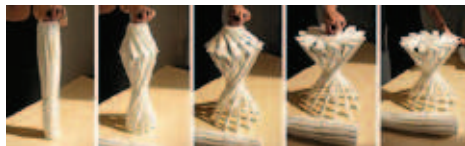


Zanotta ruhafogas



– ruhafogas, **Stefan Diez**, Schönbuch collection, MÖBELMARKETING GmbH, Bad Königschofen⁷²

összecsukható székek



ONE SHOT STOOL, **Patrick Jouin**, MATERIALISE Belgium⁷³

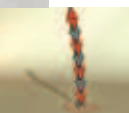
– RAVELLO chair, **Ricardo Antonio**, Poltrona Frau⁷⁴



Stitch Stool, **Adam Goodrum**, CAPPELLINI, Italy⁷⁵



72 www.schoenbuch.com (2011-05-06)
 73 <http://inhabitat.com/2006/12/05/one-shot-stool-by-materialise/> (2011-05-09)
<http://www.mgxbymaterialise.com/> (2011-05-06)
 74 http://www.bonluxat.com/a/Ricardo_Antonio_Ravello_Chair.html (2011-05-06)
 75 http://www.cappellini.it/portal/page/portal/UI/webpages/cappellini/catalogue/product?p=code:CP_STC;is_finder_result:1&lang=en (2011-05-07)



rezgéscsillapító gumibak, silent-blokk

A kismértékű mozgásokat, rezgéseket az anyag belső mozgása teszi lehetővé. A szerkezetek megóvásában a dilatációhoz hasonlóan nagy jelentőséggel bírnak.



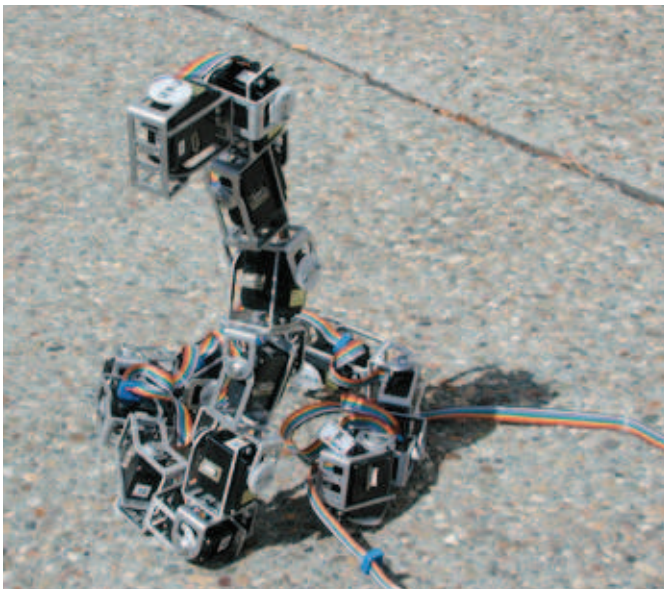
robotkarok, robotkígyók

A szakirodalom megkülönböztet két hasonló – első ránézésre azonosnak tűnő – kategóriát. Az egyik az elefánt ormányához hasonlóan bázisfelületről működő kar, míg a másik önálló mozgásra, helyváltoztatásra képes kígyó.

– lánctalpas robotkígyó,
Johann Borenstein, Malik Hansen, Grzegorz Granosik, University of Michigan, 2005⁷⁶

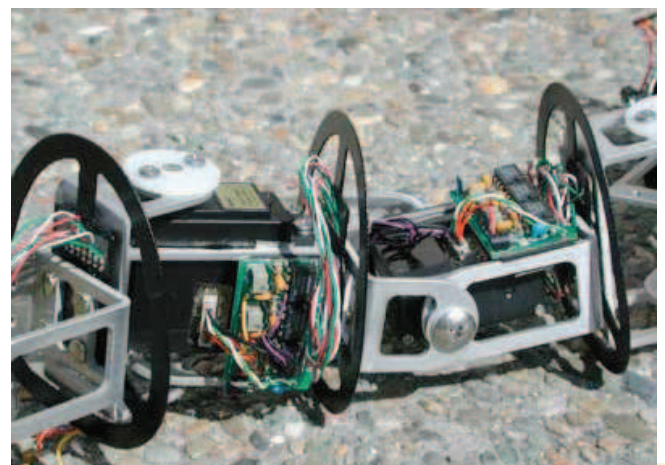
– NASA robotkígyó⁷⁷

„A NASA második generációs Snakebot nevű robotja minden szegmensében hordoz egy kis számítógépet, amely szabályozza azok mozgását.



A harmadik generációs Snakebot érzékelő keretek (riblike) segítségével már képes mozgás közben letapogatni a környező terep egyenetlenségeit, ezáltal alkalmassá válhat a bolygók felszínének felfedezésére”. A gyűrű körben képes érzékelni az érintés helyét és a test szilárdságát.

„A korábban használt Marsjáróval szemben több előnyös tulajdonsága is van. Három alapvető funkciója: képes helyváltoztatásra, képes a jobb tájékozódás érdekében felegyenesedni és „körülnézni”, továbbá az egyik végével rögzíteni magát, mialatt a másik különböző műveleteket hajt végre. Míg a korábbi Mars-jármű lényegében egy autó volt – felszerelve egy árboccal és egy robotkarral – addig ez a kígyó egyesíti mindhármat. Robosztus felépítése következtében, ha valamelyik szegmens meghibásodik, mindössze kicsit merevebbé válik. További előnye, hogy meredek felszínen stabilabban viselkedik.”

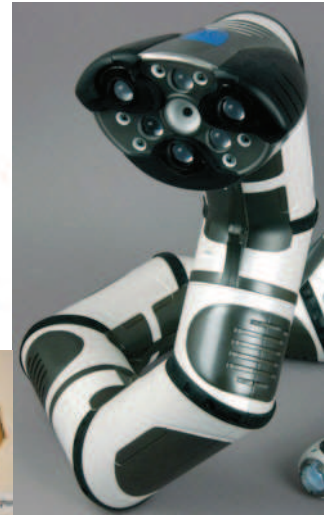


76 <http://www.gizmag.com/go/4055/> (2011-05-09)
77 http://trnmaq.com/Stories/101100/Snake_Robot_101100.htm (2011-05-09)

RoboBoa, WowWee⁷⁸

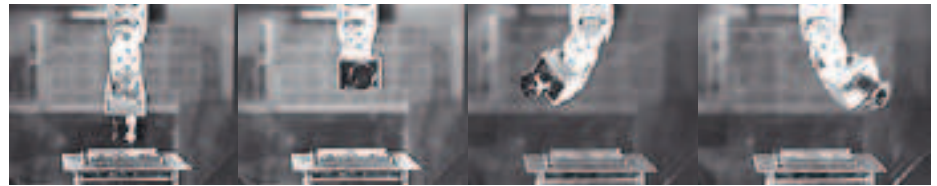
Egy szóval nehéz megmondani, hogy mi a RoboBoa. Ez a kígyó valójában egy öszvér! Funkciójában és kialakításában egyaránt eltér az itt tárgyalt megoldásoktól. Ez egy interaktív szórakoztató elektronikai termék: zenelejátszó, asztalilámpa, ébresztőóra, táncoló háziállat, biztonságifény, játék, és még ki tudja miben.

A ferdén elmesztett hengerek az illeszkedéseknél elfordulva egymással egyre kisebb szöget zárnak be. A lehetséges szög 180° és nagyjából 150° között változik. Mozgása ezekből a részmozgásokból adódik össze. Az alapelv lényegében megegyezik a Rubik kígyóéval, a keresztmetszet és az arányok különböznek.



R7[1] robotkar

A Snake-Like Robot for 3-D Inspection, M. Anthony Lewis and David Zehnpfennig, Hughes Aircraft, 1987



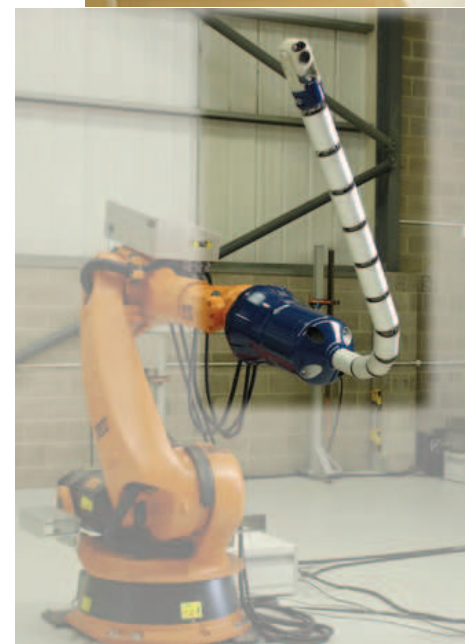
Az R7 nevű korai robot valójában nem kígyó, hanem elefántormány. Előbbiek önállóan, míg utóbbiak egy bázisfelülethez képest mozognak. A kart egyetlen motor működteti. Az erőt egy kiserejű, nagysebességű kábel továbbítja minden egyes csuklóponthoz, ahol 11:1 arányú lassító áttételt hajtanak. Ez a megoldás lehetővé tette gyengébb kábel alkalmazását.

– Robotkar Snake-arm robot with KUKA robot⁷⁹

A kígyószerű robotkarok sikeresebbek, mint valaha, az OC Robotics és a KUKA Roboter egyesítésének köszönhetően. A repülőgépszármagyártásban a sorozatgyártás és minőségellenőrzés területén korszakhatárt jelez az OC Robotics robotkarja. A robotok szerelőszalagon való elterjedése a repülőgépiparban mostanáig akadályba ütközött. A gyakorlati alkalmazást korlátozta, vagy egyenesen megoldhatatlan feladatot jelentett a munkafázisok elvégzése a repülőgéptörzs és szárny bordákkal tagolt zárt tereiben, üregekben.

Ezek a robotkarok kiálló könyököktől mentesek. Több rövid ízből épülnek föl, és folyamatos körívben hajlanak. Leírt tulajdonságaik következtében ideálisan alkalmazhatók korlátozott terekben, a legkellemetlenebb helyekre is elérnek.

Ebben az új elrendezésben az OC Robotics kígyószerű robotkarját egy KUKA ipari robotra építették – szerszámként. Lényegében ez az ipari robot rugalmas meghosszabbítását jelenti. A tesztek során a két eszköz keresztezése kellően rugalmasnak bizonyult. A szárny belsejében a robotok számára korábban megközelíthetetlen zugok is elérhetővé váltak.



78 http://www.youtube.com/watch?v=uaZEj6zrgw&feature=player_embedded# (2011-05-06)

http://inventorspot.com/articles/roboboa_robotic_pet_snake_30676 (2011-05-06)

http://www.youtube.com/watch?v=npqfrD0H3zM&feature=player_embedded (2011-05-06)

79 <http://www.technovelgy.com/ct/Science-Fiction-News.asp?NewsNum=804> (2011-05-06)

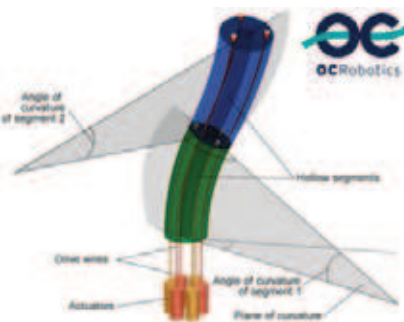
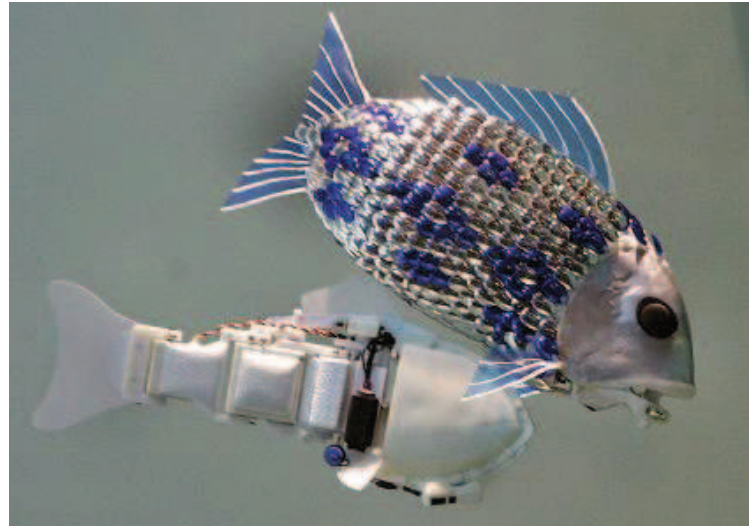
[Snake-Arm Robots From OCRobotics Reach Out](http://www.technovelgy.com/ct/Science-Fiction-News.asp?NewsNum=804) (2011-05-06)



– robothal, **Huosheng Hu**,
University of Essex, 2009⁸⁰

robotkar Snake-Arm Robots,
OCRobotics 2006⁸¹

„Ez a kígyószerű robotkar nagyszámú szakaszra oszlik. A részek egymástól függetlenül kábelekkel mozgathatók. A központi számítógép egyenként feszít minden egyes kábelt, amelyek meghatározzák az adott szakasz görbületét. A szakaszok ívei adják a kar kívánt alakját. A kígyószerű robotkar joystickkal irányítható. Segítségével rejtett területek is elérhetővé válnak. A kar üreges testében különböző célú eszközök helyezhetők el igény szerint, ami tovább tágítja az eszköz felhasználási körét szűk terekben.”



Serpentine Spy emlékező fémötvözetből, 2003⁸²

„A brit Serpentine Spy – Kígyózó Kém névre hallgató robot prototípusát emlékező fémötvözetből, katonai felhasználásra tervezték 2003-ban. Mindegyik szakasz három önálló – a hosszát változtatni képes – »izomból« áll, melyek összehangolt irányítása eredményezi a robotkígyó megfelelő mozgását.

A felderítő robot az elképzelések szerint helikopterről ledobható, és rejtőzködőbb minden más hasonló célú kerek járműnél. A tervezés során ügyeltek arra is, hogy öngyógyításra is képes legyen. Ha az eszköz bármelyik szakasza megsérül, a fedélzeti számítógép átprogramozza és kialakítja a küldetés teljesítésének feltételeit. Továbbá egy, az alakját változtatni képes antennával is rendelkezik, amely hang- és képanyag továbbítására egyaránt alkalmas.”



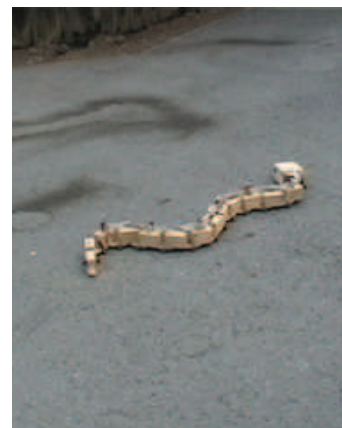
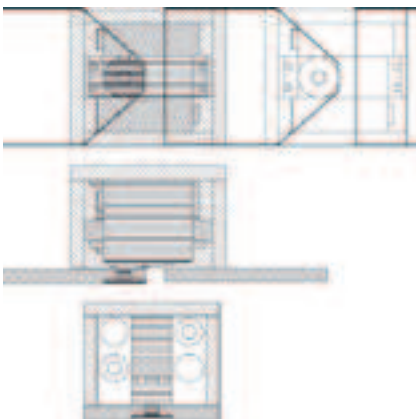
– robotkígyók, **Gavin Miller**: S1–S7, 1994–2005⁸³

A robotkígyók megvalósításának ötletét Miller egy korai munkája adta. A kígyók különböző mozgásformáiról készített számítógépes animációkat. Ezt követően kezdett a kígyók valóságos modelljeinek



80 http://www.youtube.com/watch?v=3P0aafialbg&feature=player_embedded#! (2010-08-06)
http://www.youtube.com/watch?v=eO9oseiCTdk&feature=player_embedded (2010-08-06)
81 <http://www.technovelgy.com/ct/Science-Fiction-News.asp?NewsNum=747> (2010-08-06)
82 <http://www.technovelgy.com/ct/Science-Fiction-News.asp?NewsNum=377#Spy> (2010-08-06)
83 I. D.: 2000 / 10 / 62. o.
<http://www.snakerobots.com/simulation.html> (2010-08-06)

elkészítésébe. Eddig hét változat készült. Kígyói két csoportra oszthatók: az egyik fajtába a számítógép irányítással, ízenként motorizált változatok tartoznak, a másikba az egymotoros, az erőt mechanikusan továbbító, és a hullámmozgást ebből generáló típusok (S4, S6).

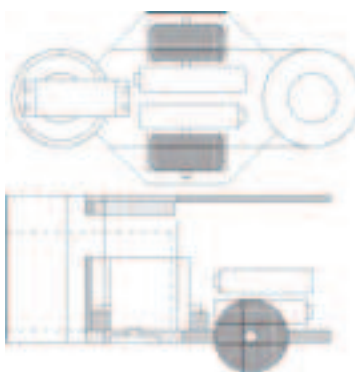


S1 Snake Robot Prototype

A kígyó a testen végigfutó hullámmozgás által halad. „Csúszását” a szegmenseken elhelyezett kerekek segítik. Az ízek hátrafelé egyre kisebbek. Az egyedi tervezés bonyolultabb, de segítségével a mozgás hatékonyabb és valóságosabb lett. Az irányítás távirányítóval történik. A kar függőleges mozgatása a sebességet szabályozza, a vízszintes mozgatás a kormányzásért felel.

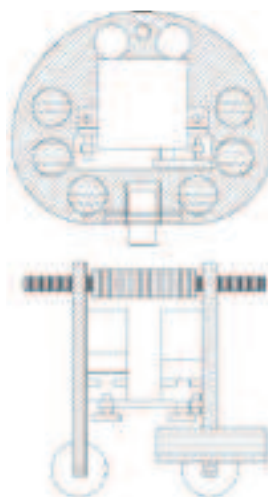
S2 Snake Robot Prototype (1994–95)

Az S2 a korábbi modell áttervezett változata. A szervómotorok vezérlésüket közvetlenül az előző szakasztól kapják. A kerekeket beépítették, és a fej is kapott egy önálló kereket. Az átgondoltabb tervezés eredményeképp az esztétikai megjelenés is javult.



S3 Snake Robot Prototype (1996–97)

Az S3 tervezése eltér a korábbiaktól. Az igazi kígyók keresztmetszetét vették alapul. A gerinc vonalában olyan tengelyt alakítottak ki, amely minden íz között két szabadságfokkal rendelkezik. Az ízenkénti két összehangolt szervómotor lehetővé teszi a vízszintes és függőleges elmozdulást egyaránt. A korábbi változatokkal ellentétben minden szegmens csupán egy – tengelyben elhelyezett – kereket kapott. Az új kígyó ezáltal egysoros, görkorcsolyákból álló vonatra emlékeztet. Az irányításért és a sebesség szabályozásért egy joystick felel, míg egy másik a fej emelésért és az oldalirányú kitérés mértékéért.



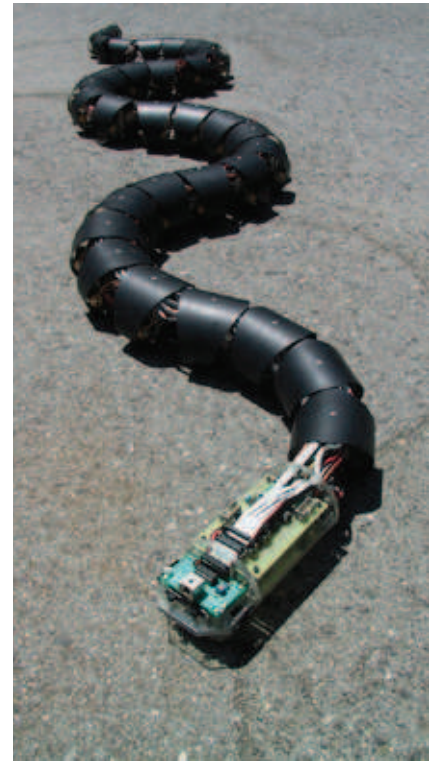
S4 Snake Robot Prototype (1997–1998)

Az S4 kísérletet tett egyetlen villanymotor alkalmazásával pusztán mechanikus eszközökkel létrehozni a robot teljes hosszán végigfutó hullámmozgást. Két flexibilis tengely fut végig a robot teljes hosszán. A felső továbbítja a meghajtáshoz szükséges forgómozgást, az alsó szerepe is hasonló, de módosítja az előbbi mozgását, ami lehetővé teszi a robot irányítását. A kardáncsuklókból felépülő tengelyek alkalmazása nem bizonyult sikeresnek. A kardáncsukló szöghibájából adódó eltérések összeadódtak, és a szerkezet néhány méter megtétele után tönkrement.



S5 Snake Robot Prototype (1998–99)

Ez a típus az S3 kifinomultabb változata. Az alkatrészek CNC marógépen készültek. Ez az eljárás nagyobb pontosságot és kisebb keresztmetszetet tett lehetővé. A szegmensek száma közel megduplázódott, ez közel valós arányú kígyót eredményezett. A méretnövekedés ugyanakkor megkövetelte az irányítási képességek javulását. További előrelépést jelent a szinte teljesen folyamatos burkolat alkalmazása, amely egységesebb megjelenést eredményez.



S6 Snake Robot Prototype (2000–2001)

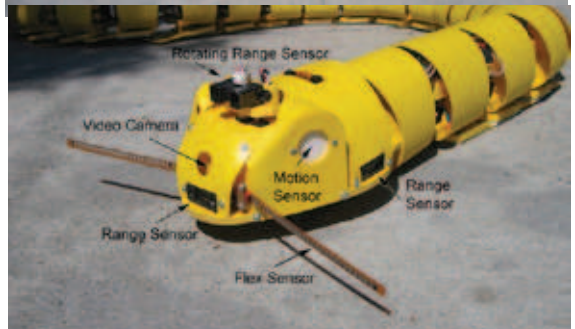
Az S6-os az S4-es folytatásaként újabb kísérletet tett arra, hogy a kígyómozgást egyetlen villanymotor alkalmazásával – pusztán mechanikus úton – hozza létre. A meghajtást a korábbi flexibilis tengelyek helyett itt fogaskerekek, himbák és tolórudak továbbították a szegmensek között. A összeadódó kismértékű hibák miatt a mechanizmusban ébredő feszültségek nagyon megnöttek. A hibát részint a szegmensek közötti nem megfelelő áttételi arányok okozták, másrészt a függőleges mozgásképesség hiánya miatt a kerek kapcsolata a talajjal nem volt megfelelő. Bebizonyosodott, hogy a robot hullámmozgása nem megfelelő, ezért Gavin felhagyott a további kísérletezéssel.

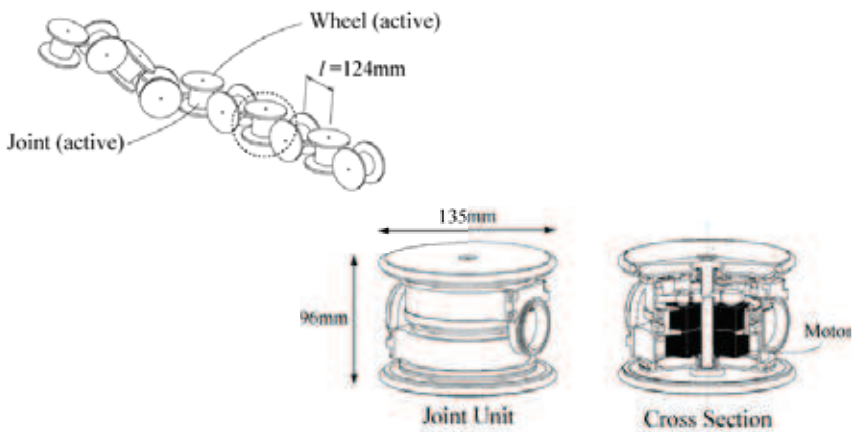


S7 Snake Robot Prototype (2001–2005)

Az S7 egy – pitonnal való találkozás által ihletett – prototípus, amely még mindig fejlesztés alatt áll. Az első változat, amely kerek nélkül valósít meg kígyószerű haladó mozgást. Az új megoldás csak egyenes vonalú mozgást enged meg. Elektronikus rendszere minden korábbi változaténál kifinomultabb, adó-vevő rádióval és különféle érzékelőkkel van felszerelve.

Habár a két mechanikus kísérlet nem járt sikerrel, magát a próbálkozást téziseimben a robotokról szóló summás megállapításom igazolásaként értelmezem. Miller több sikeres kísérlet után próbálta egy motorral, pusztán mechanikus úton megoldani a kígyórobot felvetést. Véleményem szerint ez összhangban van azzal a megállapítással, hogy a természeti előképeket szolgáló módon követő – az izmokat motorokkal, az idegrendszert pedig számítógépekkel helyettesítő – általános szemlélet következtében túlságosan bonyolult megoldások születnek. Azt gondolom, valós az igény a jelenleg elterjedt bonyolult és drága robotok mellett/helyett egyszerű, alapvetően mechanikus alapokon létrehozott megoldásokra.



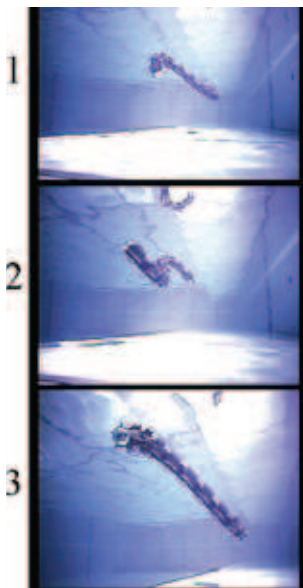
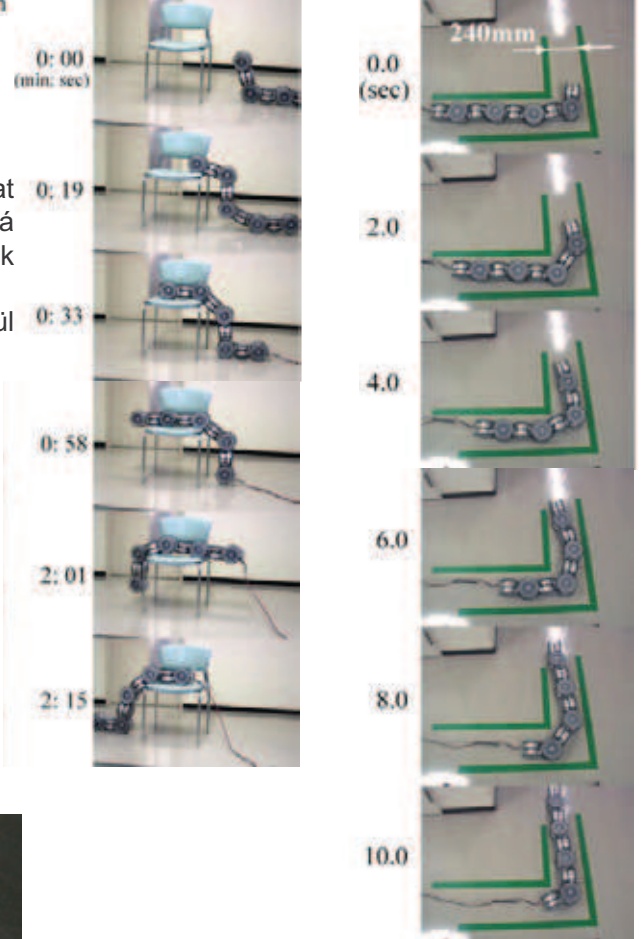
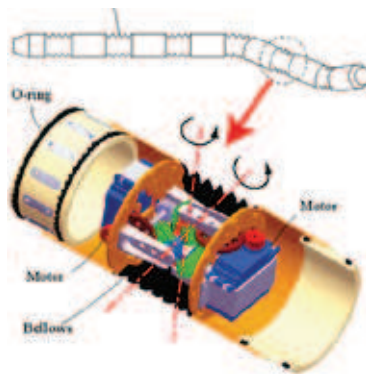


ACM-R3 robotkígyó,
Masayuki Kitano, International Rescue System
 Institute, Kawasaki, south of Tokyo⁸⁴

„Japán kutatók úgy gondolják, hogy ehhez hasonló robotokat építhetnek taposóaknák vagy földrendések törmelék alá rekedt túlélők keresésére – ezáltal emberéleteket menthetnek meg.

Céljuk – a mai gyakorlattal szemben – üzemen kívül használható »nonprofit« robotok fejlesztése.”

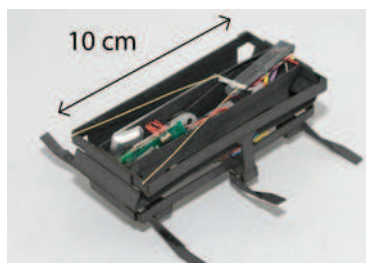
– robotkígyó (úszik is), ACM-R5, HIROSE LAB. Tokyo Institute of Technology⁸⁵



Slim Slime robotkígyó, Pneumatically-Driven ActiveCord Mechanism: **Hirose&Yoneda Lab**, Dept. of Mechanical and Aerospace Engineering, Tokyo Institute of Technology⁸⁶

Robotrovarok DASH⁸⁷

A robotrovarok közös jellemzője az egyszerűség. A lábak mozgatása a transzmissziós hajtás logikáját követi: egy központi erőforrás hajtja meg mindet. Rácsom hasonló rendszerbe építve lábként szolgálhat.



84 <http://www.tribuneindia.com/2003/20030602/login/main2.htm> (2011-05-08)
 85 http://www-robot.mes.titech.ac.jp/robot/snake/acm-r5/acm-r5_e.html (2011-05-08)
 86 http://www.lesrobots.org/lesite/site_robots6.htm (2011-05-08)
 87 <http://www.suicidebots.com/category/robot-overlords> (2011-05-08)
http://www.expo21xx.com/automation21xx/18231_st2_university/default.htm (2011-05-08)

Rubik Ernő⁸⁸

Az alkotó három fő művének a klasszikus 3x3-as kockát, a kígyót és a bűvös négyzetet tartja. Mindhárom esetben meghatározó jelentőségű az alkalmazott mozgó csomópont. Különösen igaz ez a Bűvös kockára, melynek szerkezete egy csomóponti probléma megoldására született.

„Ha 2x2x2, azaz nyolc darab kockát egymásba építek, összekapcsolok, ezek három tengely körül elvileg elforgathatók, és minden 90°-os elfordítás után a kiinduló forma áll vissza”. „Nyilvánvaló, forgatásról van szó, tehát kell lennie egy tengelynek, ami körül a forgatás történik.”

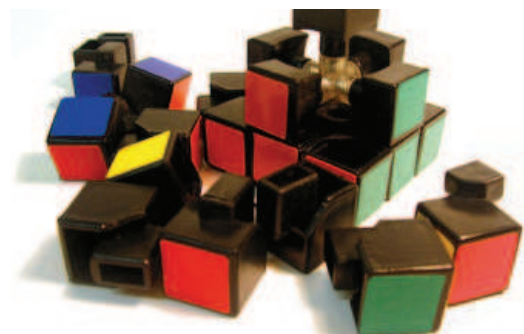
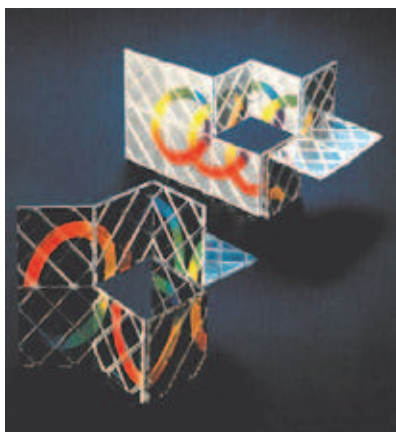
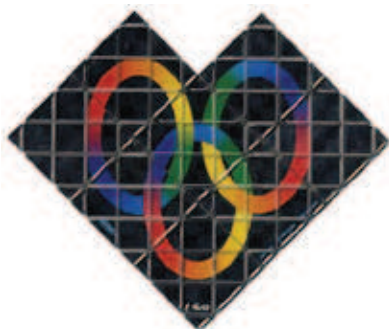
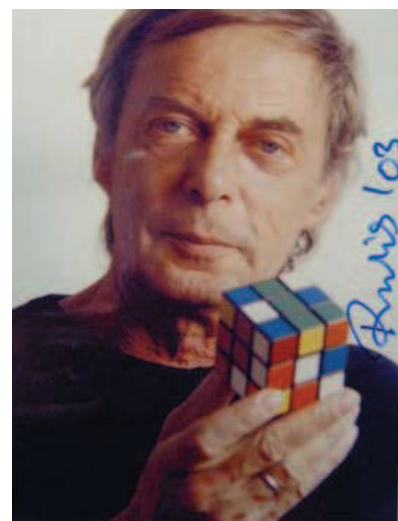
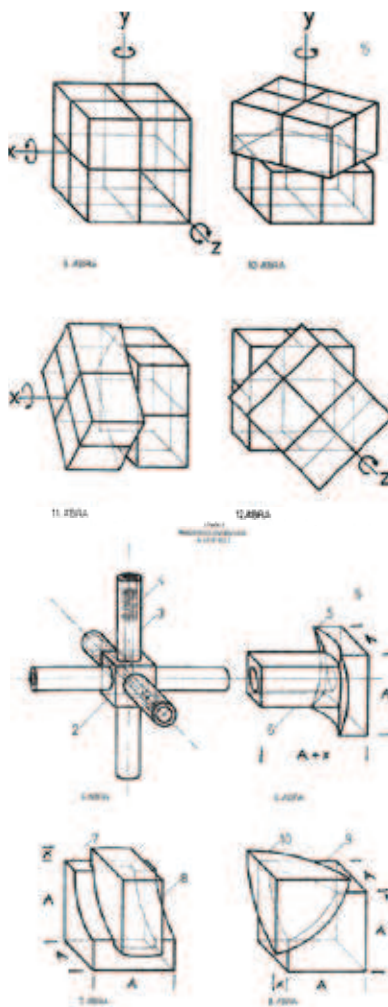
A probléma megoldásához kerülőúton jutott el, mely Bűvös kocka néven vált ismertté. „Az eredeti feladat, a 2x2x2-es kocka konstrukciója tulajdonképpen a 3x3x3-as kocka eredményéből visszakövetkeztetve adódott.”

Rubik Twist kígyó

A kígyót nem elemzem részletesen, mert csomópont tekintetében a legáltalánosabb mozgásformát – tengely körüli forgást – valósítja meg. Fő erénye az összekapcsolt formák egyszerűsége. A félbevágott kockák geometriai tulajdonságaiból adódik a variációs lehetőségek nagy száma és formai tisztasága.

Bűvös négyzet, más néven Mágikus körök

Annál érdekesebb a Bűvös négyzet fűzött damil kapcsolata, ami a lehetetlent valósítja meg. Egy olyan könyv vagy leporelló, melynek minden éle lehet a könyv gerince, vagy éppen nyitható, a lapjai mégsem hullanak szét, bár szinte légies könnyedséggel repdesnek! Mi ez, ha nem egy megoldhatatlan feladvány?



További Rubik játékok:
kockavariációk: 2x2; 3x3;
4x4; 5x5, dominó, tükrös

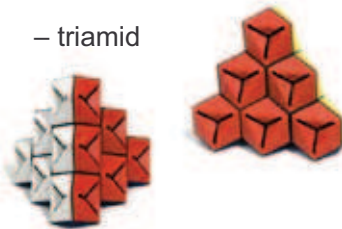
– kuboktahedron



– óra



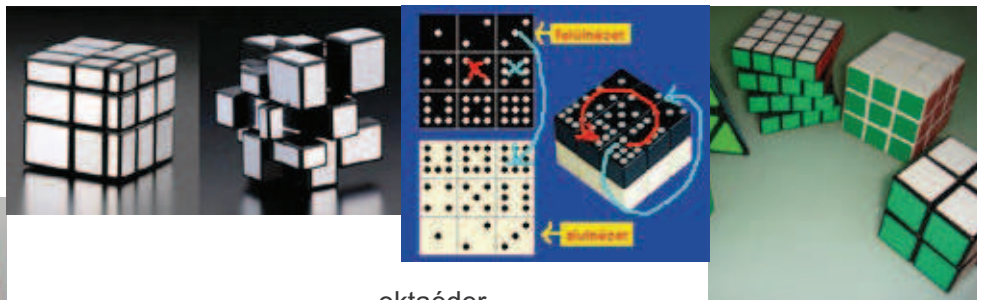
– triamid



– oktaéder

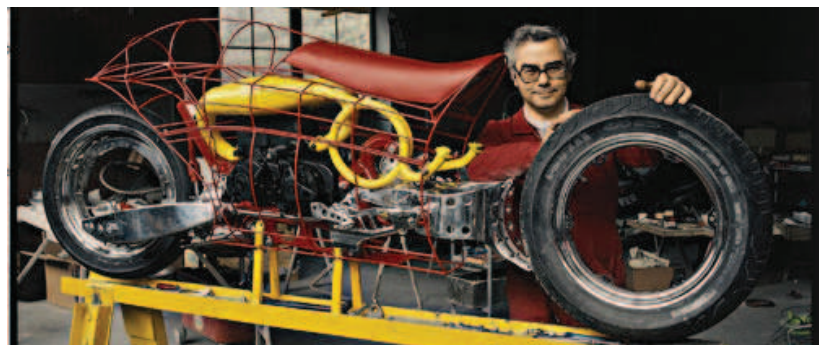


–360



Sbarro: tengely nélküli kerekek, Franco Sbarro⁸⁹

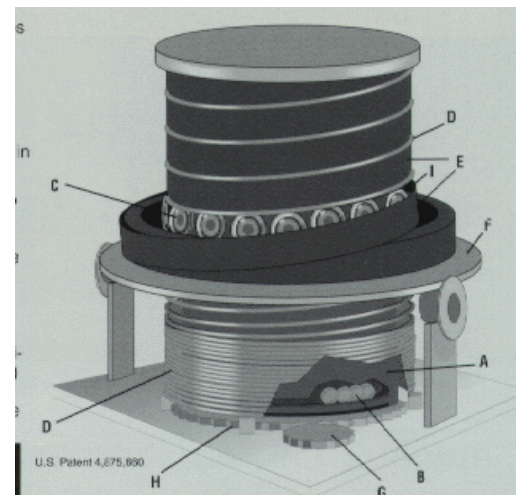
'80-as években a Sbarro fejlesztett először működőképes tengely nélküli kereket, amit azóta gyakran leporolnak meglepő, látványos megjelenése miatt. Valójában nem tengely nélküli agról van szó, hanem egy radikálisan megnövelt üreges tengelyről és a csapágyról.



Ez a „bal kézzel a jobb fület” tervezői szemlélet hozzám is közel áll, kiegészítve azzal a törekvéssel, hogy a végeredmény nem lehet rosszabb a meglévőnél.

Spiralift, PACO⁹⁰

A Spirallifttel történt első találkozásom mély benyomást tett rám. A Művészetek Palotájában tett látogatásom során Cseh Gyula műszaki vezető vezetett végig az épületen. Érdeklődésem ez alkalommal elsősorban a „láthatatlan” technikai háttérre irányult. A süllyeszthető színpad mozgását biztosító szerkezetet percekig nem is értettem, mivel nem volt mozgásban. A 10 méteres magasságot meghaladó oszlopok felépítése kívülről nem látható. Egy folyamatos acélcsövet érzékelttem, rajta a spirális tarajt. Idegenvezetőm magyarázatát csak többszöri elmondás után értettem meg. A kettős spirálból felépülő cső-szerkezetet a legmagasabb fokú kreativitás példájának tekintem: a kiindulás alapját két nagyon egysze-



⁸⁹ http://en.wikipedia.org/wiki/Hubless_wheel (2011-08-06)
⁹⁰ <http://www.pacospiralift.com> (2010-08-06)

rú elem együttes alkalmazása adja: egy lapos spirálrugó és egy szalag, amely a spirál két szomszédos szintje között helyezkedik el. Az acélspirál alsó és felső lapján egy-egy horony húzódik a spirál teljes hosszában. Ebbe illeszkedik a görbült acélszalag. A spirál és szalag kölcsönhatása következtében meglepő szilárdságú „cső” jön létre. A cső palástját alkotó acélszalag vastagságára nem találtam adatot, de a működését látva a legnagyobb változat is 1-2 mm körül lehet, statikus teherbírása mégis közel 18 tonna! A teljes szerkezet összecukott állapotban elfér egy nagyobb bõrõndben, és ebbõl a térfogatból nõ ki a 12 m-es magasságot meghaladó oszlop.



A három változat alapadatai sorban (típus; átmérő; magasság; terhelhetőség; önsúly; legkisebb befoglalóméret):

ND6: 152 mmØ;	3,5 m	3550 kg;	71 kg;
344x331x450 mm			
ND9: 230 mm Ø;	6 m;	10000 kg;	185 kg;
457x457x630mm			
HD18: 475 mm Ø;	12,2 m;	17800 kg;	776 kg;
711x711x900mm			



„Mágneses kocka lebeg cseppfolyós nitrogénnel hűtött magas hőmérsékletű szupravezető felett.” A lebegés eltér a két mágnes taszításakor tapasztalhatótól. Ez esetben a lebegés pozícionált: a mágneskocka nyomásakor, leemelésekor és oldalirányú eltolásakor is ellenállást érzünk, csak forgatni tudjuk a függőleges tengelye körül.

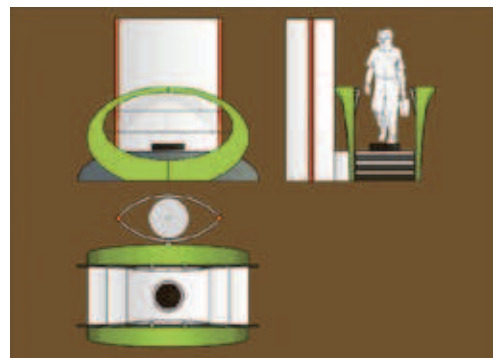
szupravezető lebegtetés⁹¹

„A szupravezetés azon fizikai jelenség, melynek során egyes ún. szupravezető anyagok nagyon alacsony hőmérsékleten (általában -200 °C alatt) elvesztik elektromos ellenállásukat, valamint kizárják magukból a mágneses mezőt.”

A jelenséggel közelebbi kapcsolatba kerülhettem, amikor a BME Villamos Energetika Tanszék számára terveztünk (SzalaMiki barátommal) a szupravezetés jelenségét és gyakorlati felhasználás lehetőségeit bemutató tárgyakat, kiállítási installációkat és magát a kiállítást.

tensegrity, biotensegrity⁹²

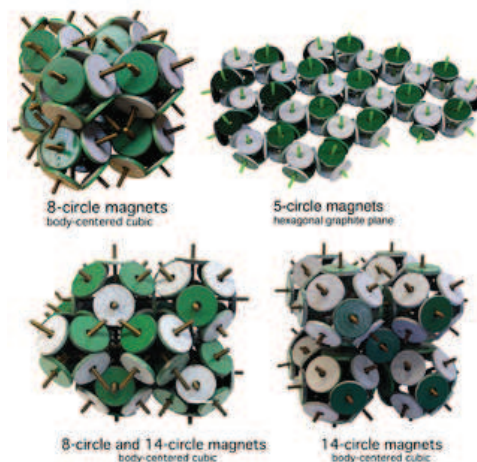
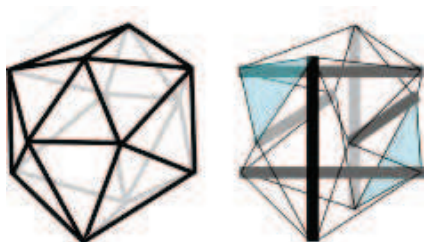
Kizárólag húzó elemekkel kapcsolódó rudakból felépülő állékony szerkezetek, többszörösen kapcsolódó dörzshajtás-rendszerek.



Kenneth Snelson

Kenneth Snelson csak húrokkal kapcsolódó lebegő rudakból épített szerkezetei nem tekinthetők logikai előképnek. Ezek a konstrukciók stabil felépítésűek, a terület módszeres feltárása mégis példaértékű számomra.

Hajtásláncai egyértelműen a mozgó csomópontok területéhez tartoznak, egy egyszerű kapcsolat rendszerelvű felhasználásának szép példái.

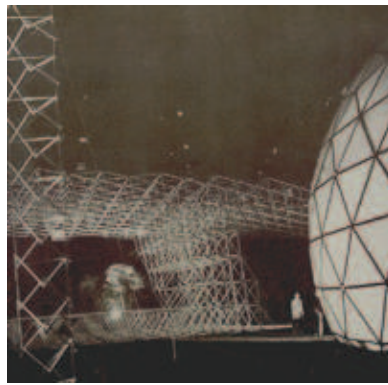


91 http://hu.wikipedia.org/w/index.php?title=F%C3%A1jl:Magnet_4.jpg&filetimestamp=20051202095418#filelinks (2011-04-18)

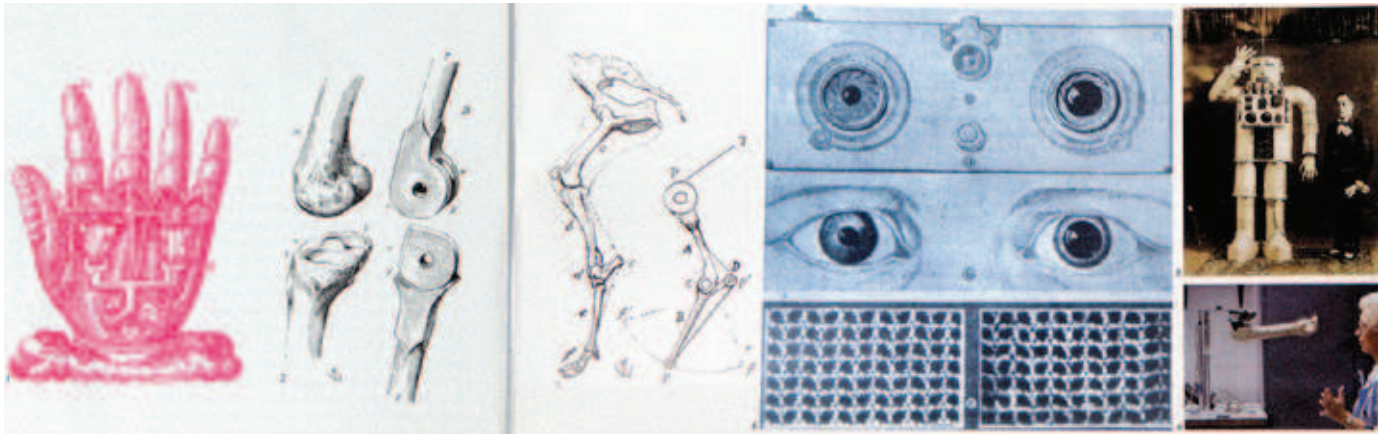
92 <http://www.kennethsnelson.net> (2010-11-26)
<http://www.grunch.net/snelson/> (2010-11-26)
<http://www.uc.edu/news/snelson.htm> (2010-11-26)
<http://www.nlm.nih.gov/exhibition/tour/tree.html> (2010-11-26)
<http://www.biotensegrity.com/> (2010-10-11)
<http://kennethsnelson.net/> (2010-10-11)

Buckminster Fuller

biotensegrity⁹³



végtagprotézisek⁹⁴



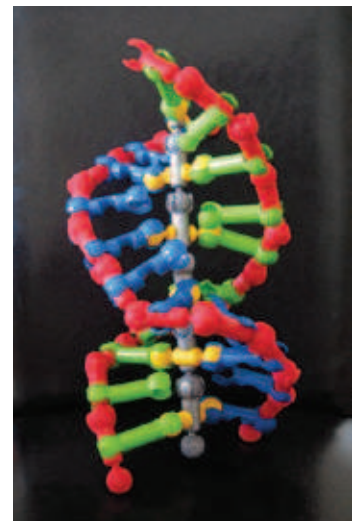
YikeBike: összecukható elektromos motor⁹⁵



ZOOB

A DNS-lánc felépülése által inspirált készségfejlesztő építőjáték, Hayes **Raffle Ph.D.** 1996⁹⁶

Az építőelemek összepattinthatóak, a szerkezetet a kapcsolódási pontokon különböző irányban mozgatni is lehet. A felépíthető modellek száma korlátlan.



93 I. D.: 2000 / 8 / 100–101. o.

94 Domus: 818 / 56. o.

95 <http://www.yikebike.com/site/gallery> (2010-06-08)

96 <http://www.infinitoy.com/zoob/> (2011-04-18)

Betűrendes címszójegyzék:

(a mozgó csomópontok kiterjesztett értelmezése alapján)

- AHA-shop, Caspar **Schwabe**, Zürich
- ágyúgolyó-rakás
- „árnyékkép” mozgó lapocskák vetette önárnyék, tónusos képmegjelenítés
- árnyékolók
 - Forgó napernyők, Rotating Umbrellas, **Werner Sobek**, WERNER SOBEK, 1997-2003
 - sun square® system, **Gerald Wurz**, KAUTZKY MECHANIK WIEN
- Bionic boots, (a következő neveken kereshető még: Power skip, Flyjumper, Flyingjumper, Poweriser, Powerskip, Powerizer, Powershoes, Skyrunner, Powerrunner, Bounce Shoes, Flying, Flyrunner, Powerrizer, Moon Jumper, Jumper Stilt,) **Keahi Seymour**
- bélyegperforáció
- bígelés
- bionic boots, **Keahi Seymour** (rugós cipőtalp)
- Biotensegrity
- BMW GINA textilborítású koncept, **Christopher Bangle**, BMW AG.
- **Buckminster Fuller**: Citterbag, biotensegrity
- bukó-nyíló ablak
- cirkuszi tányérpörgetés
- csapágycsoporthoz:
 - siklócsapágycsoporthoz
 - hordozócsapágycsoporthoz
 - támasztócsapágycsoporthoz
 - gördülőcsapágycsoporthoz, típusok
- csapok, elzárócsoporthoz, pillangószelep
- cséphadaró
- csigaáttétel (a csiga és kötélcsoport)
- csúszósín
- dilatáció
- drótháló (drótkerítés)
- elefántormány analógiák:
 - „Dumbo”, flexibilis csaptelep, **Maurizio Marchini**, **Francesco Argentini**, **Davide Vercelli**, RUBINETTERIE RITMONIO, Varallo, It.
 - LOC-LINE, kenő-hűtőrendszer, LOCKWOOD PRODUCTS, INC. 1983
 - kábelhuzat
 - SOON, asztali és fali lámpa, **Tobias Grau**, TOBIAS GRAU KG.
- esernyőmechanika
- fékek:
 - dobfék
 - dörzsfék
 - kúpos fékek
 - lemezes fékek
 - mágnes fék
 - mágnes-porfék
 - szalagfékek
 - tárcsafékek
- FISKARS, **Olavi Linden**:
 - egy- és kétkézes metszőollók
 - teleszkópos ágvágó
 - késélező
 - olló
 - összecsukható fűrész
- FLOWLAB deep carve system, gördeszka új elven **Mike Simonian-Peter Schouten**, FLOWLAB

- folyadékok, gázok, ömlesztett anyagok belső mozgásai:
 - kenőanyagok
 - áramló közegek
 - habok
 - lavina
 - talajfolyás
- **Fuller** Citterbag,
- füzetspirál
- genfi mechanizmus, más néven máltai kereszt hajtás
- gerinc
- gomb-gomblyuk
- gördeszka mechanikája
- gumibak, silent-blokk
- GYROBIKE – lendkerékes biciklikerek gyerekeknek
- harisnya
- háló
- hajcsat, a lemezfeszültségre alapozó működés
- hajtások:
 - súrlódásos hajtások
 - dörzskerék-hajtás
 - lapos-szíj-hajtás
 - ékszíjhajtás
 - kényszerhajtások
- fogaskerék-hajtás, a hengeres fogaskerék-hajtás és a kúpkerek-hajtás,
 - geometriája
 - csigahajtás
 - harmonic gears
 - lánchajtás
- Helikopter-rotor
- Henicka poliéder
- Hydromobil, **Simon** Ferenc
- **Chuck Hoberman**:
 - Expandagon, táguló gömbrácsok, Original Hoberman sphere, 1995
 - játékok:
 - Brain twist, 2003
 - Tulu rattle, 2007
 - Switch pitch, 2004
 - Hoberman cube 1
 - Notre Dome, Hannover EXPO, U.S.A. „pavilon” Irish Dome, 2000
 - Hoberman arch, Olimpiai éremátadó, Salt Lake City
 - expanding helicoid 1998
 - táguló kupolák, expanding geodesic dome, 1991
- homokdűne, futóhomok
- hurkok:
 - cipőfűző
 - csomók
 - masni
- ízületek:
 - csuklóízület
 - feszesízület
 - forgóízület
 - nyeregízület
 - szabadízület
- íj-ideg-nyíl
- **Theo Jansen**: mechanizmus, lépegető kinetikus szobrok
- kaleidociklus, Escher
- kényszerek:

- gömbcsukló
- hengergyűrű (teleszkóp)
- kardáncsukló, Rzeppa-csukló, Bendix–Weiss-csukló, digidrive
- nem kör keresztmetszetű rúd hossz tengely irányú elmozdulását megengedő
- befogás: bordástengely, poligonszelvények, hipociklois sokszögszelvények
- nyakpánt
- síkbeli csukló
- kétfogú mechanizmus
- KICKBOARD, roller/gördeszka hibrid, Wim Jan **Ouboter**, K2 Ski Sport+Mode GmbH
- Kinetikus szobrászat:
 - Alexander **Calder**
 - Csörgő** Attila
 - Naum **Gabo**
 - Haraszthy** István
 - Theo Jansen:*
 - David C. Roy*
 - Joachim Sauter*, BMW's Kinetic Sculpture, függesztett, szinkronizáltan
 - csörlőzött golyók
 - Nicolas Schöffer*
- kivetőpánt
- kompresszorok, turbófeltöltők
- *Koryo Miura:*
 - alkalmazott matematika és geometria az űrkutatásban
 - Miura-Ori térkép
 - összecsukható henger
 - VGT (Variable Geometry Truss Concept) űrstruktúrák
- kötél táncos-kötél
- kulcskarika
- kutacs/puzzle, természeti példák-mesterséges analógiák
- kutyagerinc
- kerülő szerkezetek, lebegő rúdelemek, *Kenneth Snelson*
- lakatok, zárok
- láncok
- LEGO és DUPLO
- lengéscsillapítók
 - mechanikus lengéscsillapítók
 - hidraulikus lengéscsillapítók
- LOC-LINE kenő, hűtő rendszer
- maglev, mágneses lebegtetésű vasút
- mágneses kapcsolatok
- mechanizmusok
 - karos mechanizmusok
 - forgattyús mechanizmus
 - kulisszás mechanizmus
 - bütykös mechanizmus
- elmozdulást megengedő tömítések (szimering)
- MATRIX lámpa, Yaacov **Kaufman**: Lumina Italia srl, 1999
- Mecanum wheel
- MEMS, Micro– Electro– Mechanical Systems, mikrométerű mechanika
- nanorobotok
- nem kerek fogaskerekek
- NeoCube, 216 db mágnesezett golyócska Ø5mm, *Chris Reda*, STRONG FORCE, Pittsburgh
- nuncsaku
- nürnbergi-olló elvén működő eszközök:
 - asztal, *Christoph Böning*, SAX, ClassiCon GmbH, München
 - Scherentisch, *Benjamin Thut*, THUT MÖBEL, Sele 2, Zöllikon(zürich)/Schweiz

„Subeybaja”, *Robert Heritage, Roger Webb*, SANTA & COLE
 ágy, Scheren-Bett 990, *Benjamin Thut*, THUT MÖBEL (Zürich) Schweiz
 áramszedő
 edényalátét
 fogas
 fürdőszobai lámpástükör, SPT 24, *Decor Walther*, DECOR WALTHER
 gombi alkalmazás, *Hoberman-gömbrács*
 könyvespolc, Scheren-Regal 399, *Kurt Thut* – THUT MÖBEL, 2000
 lámpa, Parkhaus, *Floyd Paxton*, SERIEN LIGHTING
Floyd Paxton, SERIEN LIGHTING
 létra, *Thomas Geisler*, SODA, 1996
 pantográf
 polc, *Kurt Thut* – THUT MÖBEL, Möriken/Schweiz, 2000
 ruhafogas, Coat stand Hut Ab, *Konstantin Grcic*, NILS HOLGER MOORANN,
 Germany, 1998
 ruhaszárító
 szennyestartó, *Sabine Wald*, KEIN & MORE
 szobainas, Kleiderständer 107, *Benjamin Thut*, THUT MÖBEL,
 többszintes parkolás, DuoBox cover, C. T. M. Milano
 újságtartó, „Collator”, RADIUS
 úr napelem modell, *Simon Guest*
 üzletportál rács
 zsúrkocsi, „Battista”, *Antonio Citterio, Oliver Löw*, KARTELL
 „Gastone”, félbehajtható, *Antonio Citterio, Oliver Löw*, KARTELL

– oldható kötőgépelemek:

csavarmenetek
 csapszegkötések
 ék- és reteszkötések
 ékek, ékkötések
 kúpos és hengeres szegek
 reteszek, reteszkötések
 ékek és reteszek szilárdsági méretezése
 bordás kötés
 poligonkötés

– origami

– orvosi vérszivattyú

– ördöglakatok

– összecukható, állítható tárgyak:

asztalok:

Flip Top Tables

Wow, *Gruppo Grafite*, HORM srl, AZZANO DECIMO, 1997

esernyő-bevásárlókocsi, *Nada Nasrallah*, SODA, 1997

összehajtható NIKE cipő

fogpiszkáló

hidak:

Pedestrian Bridge, Kiel-Hörn 1999

Hátizsák-híd, *Maximilian Rüttiger*, Q-LAB, München

Pedestrian Bridge, Duisburg, *Michael Stein, Peter Schulze*,

Leonardo Bevilaqua, Feridun Tomalek, Sven Plieninger, 1999

joghurtos kanál

kerékpárok:

A-Bike, Sir Clive *Sinclair*

összecukható lakatbicikli, *Kevin Scott*

Strida, *Mark Sanders (MAS Design)*, Roland Plastics and Bikelink
 International, Suffolk, U.K. 1985

folding bicycle, *Jack Knife, Torgny Fjeldskaar, Chris Dodman*,
 CANONDALE, 2007

ZOOM BIKE, *Richard Sapper*
SCOOT

Összecsukható kerekesszék- és biciklikerek: *Duncan Fitzsimmons*, Royal College of Art's

Összecsukható kerékpár és kerék: *Victor M. Aleman*

összeállítható (kocka alakú) lámpa, gumigyűrűk tartják össze,

Parcell, *Stefan Zwicky*, FAGLAS AG, Steffisburg/Schweiz

összecsukható repülőgéppülés/ágy/munkahely

Zanotta ruhafogas

ruhafogas, *Stefan Diez*, Schönbuch collection, MÖBELMARKETING GmbH,

Bad Königschofen

összecsukható székek:

ONE SHOT STOOLI, *Patrick Jouin*, MATERIALISE Belgium

RAVELLO chair, *Ricardo Antonio*, Poltrona Frau

Stitch Stool, *Adam Goodrum*, CAPPELLINI, Italy

- pantográf
- patent (ruhán)
- peremes kötés, redőny csatlakozás, CROCI
- puzzle
- rezgéscsillapító gumibak, silent-block
- Rhinoceros models
- robotkígyó, *Gavin Miller*: S1–S7
- robotpók
- David C. **Roy**: kinetikus szobrok
- Snakelike Robots for Heart Surgery
- Joachim **Sauter**: BMW's Kinetic Sculpture
- *Robotkarok, robotkígyók.*

ACM-R3 robotkígyó, **Masayuki** Kitano, International Rescue System Institute,

ACM-R5 robotkígyó (úszik is), , HIROSE LAB. Tokyo Institute of Technology

beltéri helikopter valósidejű irányításal, BME – IIT, Irányítástechnika és Informatika Tanszék

lánctalpas robotkígyó, *Johann Borenstein, Malik Hansen, Grzegorz Granosik*, University of Michigan, 2005

NASA robotkígyó

önmagát összerakó robotszék

R7[1] Robotkar, M. Anthony **Lewis** and David **Zehnpfennig**, Hughes Aircraft, 1987

RoboBoa, WowWee

robothal, *Huosheng Hu*, University of Essex, 2009

Robotkar Snake-arm robot with KUKA robot

Robotkar Snake-Arm Robots, OCRobotics 2006

Robotkar, Ames Gen 2, *Gary Haith*, NASA, 2000

Robotrovarok DASH

Serpentine Spy – emlékező fémötvözetből, 2003

S1–S7 robotkígyók, *Gavin Miller*, 1994–2005

Slim Slime robotkígyó, **Hirose&Yoneda Lab**, Dept. of Mechanical and Aerospace Engineering, Tokyo Institute of Technology

távirányítású robotdenevér

– *Roots kompresszor*

– rovarszárny

– **Rubik Ernő**:

dodekahedron

dominó

gömbök

Rubik Twist kígyó

Bűvös kocka

további kockák: 2x2; 3x3; 4x4; 5x5 tükrös

kuboktahedron

Bűvös négyzet más néven Mágikus körök, fűzött damil kapcsolat

oktaéder

tetraéder

triamid

kuboktahedron

oktaéder

óra

360

– rugók, rugós kapcsolatok:

hajlító igénybevételnek kitett rugók

csavaró igénybevételnek kitett rugók

gemkapocs

patent

ruhacsipesz

spirálrugó (összefűzve; spirálfűzet; „dörzsike”; fémforgács...)

tányérrugó

gumirugók

lérugók

– ruhafogas

– Sbarro: tengely nélküli kerekek, *Franco Sbarro*

– síkhajtogatás élek mentén

– *Kenneth Snelson* – tensegrity, többszörösen kapcsolódó dörzshajtás rendszerek

– sodronying

– „Spiralift” PACO

– sun® system árnyékoló

– szövetek

– szupravezető lebegtetés

– teljes kihúzású görgős fióksín

– tengelykapcsolók:

tengelykapcsolók

merev tengelykapcsolók

rugalmas tengelykapcsolók

hajlékony tengelykapcsolók

oldható tengelykapcsolók

súrlódó tengelykapcsolók

– tensegrity, kizárólag húzó elemekkel kapcsolódó rudakból felépülő

állékony szerkezetek, *Kenneth Snelson*,

– tetraéderláncok, Escher

– **Tompos**-féle tetraéder

– *turbófeltöltő*

– változó alakú drótedény, szemes csatlakozással

– változó térfogatú samponos flakon, emlő-analógia, **CRIED** – *J. Cruel, A.*

L. de SA Cavalcanti, L. R. Marques da Siveira, SCHWARZKOPF

– Verheyen ikozaéder

– végtagprotézisek

– visszapillantótükör-mechanika

– Wankel motor

– YikeBike: összecukható elektromos motor

– yoyo

– zipp-zár

– ZOOB készségfejlesztő építőjáték, *Hayes Raffle Ph.D.* 1996

– 4D cube

Irodalomjegyzék:

Barcsay Jenő:

Művészeti anatómia, Corvina Kiadó, 1953.

Bérczi Szaniszló:

Szimmetria és struktúraépítés, Nemzeti Tankönyvkiadó, Bp. 1995.

N. Chironis:

Mechanism, Linkages, and Mechanical controls, McGraw – Hill Book Company, 1965.

Cholnoki Tibor:

Mechanika I. Sztatika, Tankönyvkiadó, 1960.

Dr. Csanádi Andrásné/ Kálmán Erika:

Bevezetés a nanoszerkezetű anyagok világába, ELTE Eötvös Kiadó, 2009.

Amy Edmondson:

A Fuller Explanation, Emergent World LLC, 2009.

Hargittay István: *Szimmetria – egy kémikus szemével*, Akadémia Kiadó, 1983.

Dr. Mojzes Imre, Molnár László Milán:

Nanotechnológia, Műegyetemi Kiadó, 2008.

Lars Müller:

Your private sky – R. Buckminster Fuller, Lars müller AGI, 2000.

Peter Pearce:

Structure in Nature Is a Strategy for Design, MIT Press, 1978.

Rubik Ernő:

A bűvös kocka, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1981.

Scherer József:

100 év formatan, Magyar Iparművészeti Főiskola, 1999.

Zalaváry József:

A forma tervezése, Scolar kiadó, 2008.

Dr. Zsáry Árpád:

Gépelemek I-II, Nemzeti Tankönyvkiadó, 2000.

Önéletrajz

Tanulmányok:

- 1984: Közlekedésgépészeti Szakközépiskola, Szolnok, Gépjármű technikai szerelő – autószerelő szakérettségi
- 1990: Bessenyei György Tanárképző Főiskola, földrajz–rajz szakos tanári diploma
- 1995: Magyar Iparművészeti Főiskola, főiskolai szintű diploma formatervező szakon
- 1997: Magyar Iparművészeti Főiskola, mesterfokozat
- 1999–2002: a Magyar Iparművészeti Egyetem DLA képzés hallgatója
- 2009: a doktori eljárás elindítása

Szakmai és oktatói tevékenység:

- 1984–85: Képzőművészeti Kivitelező Vállalat, modellező
- 1995: ABN design stúdió, formatervezés
- 1997–1998: BÉFLEX stúdió, látványtervezés
- 1998–2000-ig óraadó: MIE Alapképző Intézet, formatan/tervezés
- 2001–2006 óraadó: MIE Előkészítő/Előkészítő, tervezés
- 2002–2003: TRIFOLIUM Kft., kiállítás-tervezés
- 2002-től óraadó, KREA, formatan
- 2002–2006 óraadó: MIE, Előkészítő
- 2004-től óraadó: MIE, Kerámia Tanszék, formatan
- 2008-től óraadó: MOME, Formatervező Tanszék, formatan
- 2008–2009 óraadó: NYF, Vizuális Kultúra Tanszék
- 2009-től adjunktus: NYF, Vizuális Kultúra Intézet
- 2010-től AIT-BUDAPEST, Rubik-workshop
- 1998-től: önálló tervezői tevékenység
- 2002-től saját termékek fejlesztése

Ügyfelek:

- ALINEA Interieurarchitectuur NV, Belgium
- Akció Nxs
- Antall József Alapítvány
- BME, Villamos Energetika Tanszék
- EMBROS Kft.
- E-MILORG
- ERECO ZRt.
- GRADEX Kft.

- IKARUS Design Katalog, Németország
- INNOMED Kft.
- KÖVET Egyesület a Fenntartható Gazdálkodásért
- LeasePlan Hungária Rt.
- Media Markt
- NYOMDAKER Kft.
- RE'LEM Nonprofit Kft.
- SAMSUNG Hungária Kft.
- Színfolt Kft.
- Xziid RWD, Hollandia

Pályázatok:

- 1994: Raichle sícipő pályázat III. díj
- 1994: Szarvasi Fémipari KTSZ. vasalópályázat II. díj
- 1998: „2. lépés a jövőbe” országos design pályázat II. díj
- 2002: Magyar Kézművesség-2002 pályázat, kiállítás-részvétel
- 2004: Magyar Formatervezési Díj, kiállítás-részvétel
- 2006: Magyar Formatervezési Díj, kiállítás-részvétel
- 2010: Magyar Formatervezési Díj, kiállítás-részvétel

Ösztöndíjak, támogatások:

- 1996: Gazdasági Vezetők Kerekasztala, tandíj-átvállalási ösztöndíj
- 1997: CEPUS ösztöndíj, Krakkó ASP, 3 hónap
- 2000: ERASMUS ösztöndíj, Helsinki UIAH, 3 hónap
- 2000: Magyar Mérnökakadémia Alapítvány – Rubik Nemzetközi Alapítvány ösztöndíja
- 2001: CIMO ösztöndíj, Helsinki UIAH, 4 hónap
- 2002: NKA alkotói támogatás új művek létrehozására
- 2003: NKA alkotói támogatás új művek létrehozására
- 2004: NKA alkotói támogatás új művek létrehozására

Kiállítások:

- 1992: Petőfi Csarnok, az Alapképző Intézet kiállítása
- 1993: Francia Intézet, a Les Ateliers és a MIF közös kiállítása
- 1995: Tölgyfa Galéria
- 1998: Vigadó Galéria, a „2. lépés a jövőbe” pályázat kiállítása
- 1999: Iparművészeti Múzeum

- 1999: BYGTKF – Nyíregyháza, „30 éves jubileumi kiállítás”
- 2002: Magyar Iparművészeti Múzeum, „Magyar Kézművesség-2002”
- 2002: Vigadó Galéria, „Magyar Kézművesség-2002”
- 2004: Magyar Iparművészeti Múzeum, Magyar Formatervezési Díj
- 2004: Nyíregyházi Városi Galéria – Nyíregyházi Főiskola Bessenyei Aula, ITTHON A HAZÁBAN, OTTHON EURÓPÁBAN – 35 éves a Nyíregyházi Főiskola Rajz Tanszéke
- 2005: „1+25 tárgy aukció és kiállítás” – Iparművészeti Múzeum Díszterem
- 2005: Nádor Galéria, SAKKMATT – országos megívásos képzőművészeti és iparművészeti kiállítás
- 2006: Magyar Iparművészeti Múzeum, Magyar Formatervezési Díj
- 2007: Gödör Klub, „Design kész rajt – sport és utazás földön vízen levegőben”
- 2008: júl. 4–8. Messe Frankfurt, TENDENCE 2008, Hall: 6.1 A 40
- 2008: Magyar Iparművészeti Múzeum, Craft & Design
- 2009: febr. 13–19. Messe Frankfurt, AMBIENTE 2009, Hall: 6.0 E19
- 2009: Észak-alföldi Régió Brüsszeli Képviselője, Creative Growth / POLYWORLD
- 2009: Vaszary Képtár, Kaposvár, Művészek a felsőoktatásban
- 2009: Ponton Galéria, Green MOME, avagy hogyan legyen zöldebb
- 2010: Múcsarnok: Lakástrend és Design 2010 / Made in Hungary
- 2010: Medgyessy Ferenc Ált. Isk. Békásmegyer
- 2010: Magyar Iparművészeti Múzeum, Magyar Formatervezési Díj

Publikációk / sajtómegjelenések:

- MIF kreatív tervezés '84 –94
- Magyar Iparművészet: 1995/3; 1995/5–6; 1997/1
- DESIGN: 1994/4
- 100 ÉV FORMATAN – Forma a természetben, a tervezésben és a művészetben. A formatan oktatásának története a Magyar Iparművészeti Főiskolán; Scherer József
- FORMA: a Magyar Iparművészeti Egyetem Formatervező Tanszéke 1996/97.
- Design-folklorizmus – avagy hagyományaink átültetése a kortárs formatervezésbe – Térformálás, tárgyformálás. A Magyar Iparművészeti Egyetem mesterképzési (DLA) programján készített tanulmányok 1998–2000.

- Konferenciaközlemény a NASA. 333. LPSC konferenciáján, 2001. december
- Az autók rejtett üzenete – Térformálás, tárgyformálás 2. A Magyar Iparművészeti Egyetem mesterképzési (DLA) programján készített tanulmányok 2000–2002.
- A magyar iparművészet az ezredfordulón, 2003 Magyar Művészeti Akadémia Alapítvány
- ATRIUM – 2004/02; 88–89 o. Csősakk – „Csővégjáték”. Wesselényi-Garay Andor
- STÍLUS magazin – 2004. december; 18–19 o. „Sakk-matt”. Trömböczky Rita
- SAKKMATT – CHECKMATE, Belvárosi Művészek Társasága, 2006.
- Magyar Iparművészet: 2006/3 „Szükségből erény”, N. Dvorszky Hedvig
- DIGEST, 2008. augusztus
- Forma és jelentés – Magyar Tudomány Napja, Nyíregyházi Főiskola Bölcsészettudományi és Művészeti Főiskolai Kar Vizuális Kultúra Tanszék, 2008. okt. 29.
- A forma tervezése, Zalaváry József, Scolar kiadó, 2008.
- Otthon Magazin: 2009. január
- ELLE Dekor: 2009. február–március: Portré rovat, Halasi Rita Mária
- DOMINO TV, Kortárs korzó – interjú, 2009. április 16.
- Ikarus Design Katalog, 2010, 112. o., www.ikarus.de
- Használható szobrok – Magyar Tudomány Napja, Nyíregyházi Főiskola Bölcsészettudományi és Művészeti Főiskolai Kar Vizuális Kultúra Tanszék, 2009. nov. 24.
- Művészek a felsőoktatásban – A Felsőoktatási Vizuális Nevelési Kollégium, a Kaposvári Egyetem Művészeti Kar, a Művészetek Kincsháza és a Vaszary Képtár kiállítása. Kaposvár, 2009.
- Craft & Design – Irányok, utak a kortárs magyar iparművészetben, Magyar Képző és Iparművészek Szövetsége, 2010.
- Der Feinschmecker – das internationale gourmet journal, 2010. március
- Design-, formatan- és kreatívtervezés oktatás a Nyíregyházi Főiskolán – Magyar Tudomány Napja, Nyíregyházi Főiskola Bölcsészettudományi és Művészeti Főiskolai Kar Vizuális Kultúra Tanszék, 2010. nov. 15.

Oltalmak:

- Átfordítható ülés, B60N-002/14, szabadalmi oltalom, megszünt, 1998.
- Kutyaürülék eltávolítására alkalmas eszköz, 1662 U, Használati mintaoltalom, 1998.
- Vajkés, padlizsánkés, 90 772, formatervezési mintaoltalom, 2006.

Theses

1. Sometimes the example of nature is not followed

Think of flying. A manmade object flying the way birds do still does not exist. In this case a different solution had to be chosen. While a wing of a bird or an insect supplies lift and buoyancy, in the case of airplanes these two functions had to be separated. There are rigid wings and engines. If pioneers of aviation had insisted on the natural model we could not fly even today.

Maybe it sounds oversimplified, but in my opinion this necessarily change of approach has not happened in robotics.

The anatomy of robots usually imitates natural models, mainly that of the human body.

There is a framework instead of skeleton, electric engines instead of muscles and computers instead of nervous system. Despite the developed technologies the result is like an automaton.

The only exceptions to this rule know are robotic arms and snakes.

2. Mechanical linkages have keep sg in store

Surely there must be still unknown, but potentially viable solutions which will allow us to build simpler new constructions.

I would like to demonstrate this by some relatively new samples eg.

PACO Spiralift, LOC-LINE system, Theo Jansen's mechanism or Rubik's square. All of them are the result of the highest level of creativity.

On micro and nanoscale things work differently from what we experience in our well-known macro-scale world.

Because of new results of research of nanotechnology, we can hope that new inventions will appear which will influence normal-size mechanical linkages.

3. The most responsible joint, which does not exist

At the beginning I outlined what are mobile joints in my opinion. I pointed out that movable, but one-piece parts are in fact not joints. After examining the topic from different angles, I have come to the conclusion that creating a fine joint is a difficult task. It does not seem a big result after long years of work.

If we can substitute a joint by a non-joint, it results in a creative and cost-efficient solution.

Some examples are: Fiskars scissors, a medical blood pump, a foldable spoon for yoghurt or a convertible plastic cover for a pocket calculator.

Kivonat

A mestermű alapját – négy sértetlen háromszöggel meghatározott – oktaéderek kettős láncolata adja. Minden második elem a csúcscsúccsal kapcsolódik.

A kapcsolódó élek metszéspontjai és a köztes elemek egyenlítőivel egybeeső, találkozó csúcspontok egyaránt szimmetriasíkokat határoznak meg. A kettős szimmetria az elemek térbeli viszonyának tükröszimmetrikus másolását, a mozgások továbbadását eredményezi.

A végleges változat nyújtottabb arányú, hatszög keresztmetszetű alapelemekből készült.

Jellemzői:

– az elemek kényszerkapcsolatban vannak, a rendszer mindig egy változó sugarú köríven hajlik (csóvál)

– a csóválás térben, tetszőleges irányban történhet, a mozgás összehangolt és organikus hatású

– a rendszer mozgatható:

többől, két koordináta változtatásával

tetszőleges két elem viszonyának meghatározásával

a külső élek mentén hosszában végigfutó bowdenekkel

egyik vagy mindkét végénél megforgatva

– a váz sértetlen háromszögekből is épülhet

– az elemek tetszőleges számban sorolhatók,

páratlan számú elem esetén hosszában terhelhető

páros számú elem esetén hossza kismértékben változtatható

– az élek számának növelésével az ébredő erők egyenletesebben oszlanak el

– a kapcsolódó élek közé helyezett csúszkákkal az érintkezési pontok tehermentesíthetők

– nagyobb méretben a szerkezet súlya rugókkal semlegesíthető.

Ennek következtében bármely helyzetben semlegesen viselkedik.

Lehetséges alkalmazás:

ipari, pl. kanyarfúró, úrkutatás, robotika: robotkígyó, robotkar,

robotkéz, rendszerbe építve pl. központi törzsön lábakként, külön

mozgatható szakaszok sorolásával, játékgyártás, gyógyászat,

belsőépítészet, színpad- és látványtechnika, mikro- (MEMS) és

nanotechnológia, képzőművészet

Summary

My masterpiece is based on a double chain of octahedrons defined by four triangles. Every second octahedron is connected by its points. Connected edges and connected points in equators define two planes of symmetry. As a result of these double symmetry, all elements copy each others' movements. The final version has been made of longer hexagonal elements.

Attributes:

Elements determine each others' movement. The system determines an equal arch.

Waving is possible in space, in arbitrary directions.

Movement is harmonized and organic.

My system can move:

from root, by changing two co-ordinates

by defining two arbitrary elements

by longitudinal wires

by rotating at either or both ends

It is possible to construct the object from intact triangles

The number of parts can be increased at will:

with an odd number of parts it can be burdened longitudinally

with an even number of parts it can be lengthened slightly

By increasing the number of edges, forces are distributed more evenly

When building it in larger size, the weight of the structure can be neutralised by springs. In this case it behaves neutrally in any position.

Potential fields of use:

industrial, space research, robotics eg. robot- snakes, -arms, -hands, -legs, toy manufacturing, medicine, interior design, scenery, MEMS, nanotechnology, fine arts

