VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV AUTOMATIZACE A INFORMATIKY
INSTITUTE OF AUTOMATION AND COMPUTER SCIENCE

NÁVRH KONSTRUKCE STAVĚČE KUŽELEK

DESIGN OF AUTOMATED BOWLING PIN SETTER MACHINE (2)

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE Tomáš Nevoral
AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE doc. Ing. Radomil Matoušek, Ph.D.
SUPERVISOR

BRNO 2019

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

Zadání bakalářské práce

Ústav:	Ústav automatizace a informatiky
Student:	**Tomáš Nevoral**
Studijní program:	Strojírenství
Studijní obor:	Základy strojního inženýrství
Vedoucí práce:	**doc. Ing. Radomil Matoušek, Ph.D.**
Akademický rok:	2018/19

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Návrh konstrukce stavěče kuželek

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Jde o funkční návrh konstrukce stavěče kuželek realizovaný v libovolném 3D modelovacím nástroji (preference Autodesk Inventor), který bude splňovat předem dané parametry.

Cíle bakalářské práce:

1. Rešerše již realizovaných řešení a patentový průzkum.
2. Konstrukční návrh modelu stavěče kuželek realizovaný ve zvoleném 3D modeláři.
3. Kinematická simulace prokazující mechanickou funkčnost řešení.
4. Prezentace řešení.

Seznam doporučené literatury:

JOHN, Jiří. Bowling a kuželky. Praha: Grada, 2001. ISBN 80-247-9048-3.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2018/19

V Brně, dne

L. S.

doc. Ing. Radomil Matoušek, Ph.D. ředitel ústavu	doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D. děkan fakulty

ABSTRAKT

Tato práce pojednává o návrhu automatického stavěče kuželek. V teoretické části byl proveden průzkum trhu již realizovaných řešení a jejich patentové ochrany. V praktické části bylo navrhnuto vlastní řešení automatického stavěče kuželek se zadanými konstrukčními parametry a přizpůsobení některých částí pro pravidla sportu kuželky.

ABSTRACT

This thesis deals with the design of an automatic pinsetter machine. In the theoretical part, it was realized research of already created solutions and patents protection of these automatic pinsetters machines. In the practical part, was designed own solution of automatic pinsetter machine with specified parameters and assimilation some parts for rules of ninepin bowling.

KLÍČOVÁ SLOVA

Sport kuželky, automatický stavěč kuželek, automatizace procesu stavění kuželek, devíti kuželkový automatický stavěč kuželek

KEYWORDS

Ninepin bowling, automated pin setter machine, automated ninepine setter machine, automation process of pin spotting

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

NEVORAL, Tomáš. Návrh konstrukce stavěče kuželek [online]. Brno, 2019, 47s. [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/117289. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav automatizace a informatiky. Vedoucí práce Radomil Matoušek.

PODĚKOVÁNÍ

Chtěl bych poděkovat všem, kteří mi pomohli realizovat tuto bakalářskou práci, jmenovitě vedoucímu této práce doc. Ing. Radomilu Matouškovi, Ph.D. za přidělení této práce a připomínky k ní. Rovně bych chtěl poděkovat rodičům za podporu a rady.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením doc. Ing. Radomila Matouška, Ph.D. a s použitím literatury uvedené v seznamu literatury.

V Brně dne 1. 4. 2019 ……

Tomáš Nevoral

OBSAH

ÚVOD **14**

1 KUŽELKY **15**
1.1 Kuželkářské disciplíny 15
1.1.1 Základní pravidla kuželek 15
1.1.2 Kuželka 16
1.1.3 Koule 16
1.1.4 Rozestavění kuželek 17
1.2 Bowling 17
1.2.1 Pravidla hry 17
1.2.2 Rozestavění kuželek 19
1.2.3 Bowlingové koule 19

2 PRŮZKUM TRHU **21**
2.1 Rozbor strunového stavěče kuželek 21
2.2 Rozbor automatických stavěčů kuželek 22
2.2.1 Brunswick A-2 27
2.2.2 Brunswick GS-X 27
2.2.3 Furukawa Odin FBM-5 28
2.3 Patentová ochrana 28

3 VLASTNÍ ŘEŠENÍ ASK **31**
3.1.1 Revolverový zásobník 32
3.1.2 Rozmisťovací deska (Spotting deck) 34
3.1.3 Shrnovací deska 36
3.1.4 Kuželkový výtah 37

4 ZÁVĚR **39**

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY **41**

SEZNAM OBRÁZKŮ **43**

SEZNAM TABULEK **45**

SEZNAM PŘÍLOH **47**

ÚVOD

Kuželky jsou sport, jehož kořeny se datují od dob starověkého Egypta. Je to způsob zábavy a uvolnění pro každou věkovou kategorii. Přesto tato aktivita neklade na hráče příliš velké fyzické nároky jako jiné sporty.

Může se zdát, že kuželky jsou velice jednoduchá hra – porazit koulí o průměru 160 mm a váze kolem 2,8 kg devět kuželek postavených do čtverce na vzdálenost 19,5 m. A to pokud možno na co nejméně pokusů. Ale opak je pravdou.

Na kuželkách je nejtěžší dosáhnout správné koordinace rozběhu a pohybu paže [1]. Na rozdíl od Bowlingu v kuželkách se hraje s menšími koulemi, které nemají otvory na uchopení.

Ke kuželkám také patří spousta speciálního vybavení. Tato práce je zaměřena na koncepční návrh mechanizmu stavěče kuželek. Dříve se kuželky stavěly ručně, poté kuželkárny začaly využívat tzv. „strunové stavěče kuželek“. S těmi automatizovanými stavěči však přišlo několik problémů, které ovlivňují hladký průběh hry, resp. její vyhodnocení.

Cílem této bakalářské práce je navrhnout mechanizmus na stavění kuželek (ASK, automatický stavěč kuželek) bez použití strun. Při návrhu využít moderní prostředky pro realizaci virtuálního 3D modelu a vytvořit funkční a spolehlivý mechanizmus, který vyřeší nedostatky vzniklé při používání „strunových stavěčů kuželek“.

Na začátku práce je rozebrán teoretický přehled pravidel kuželkářského sportu a technické specifikace, které musí splňovat automatický stavěč kuželek. Poté jsou v další kapitole zpracovány jednotlivá řešení automatických stavěčů kuželek od různých firem a vysvětlen jejich základní princip. V poslední kapitole je popsán vlastní model automatického stavěče kuželek. Praktická část práce zahrnovala návrh 3D modelu v prostředí Autodesk Inventor.

Obr. 1: Logo WNBA

1 KUŽELKY

První zmínka o hře kuželky se datuje do dob starověkého Egypta. Britský antropolog, Sir Flinders Petrie, objevil v roce 1930 sbírku předmětů v dětské hrobce v Egyptě, která nápadně připomínala primitivní verzi kuželek. Dále starověcí Řekové měli podobnou hru, ve které bylo cílem hodit kámen co nejblíže jiným kamenům, což se poté vyvinulo ve hru Bocce, která je blízce příbuzná francouzské hry *pétanque*.

Postupem času se ovšem hra vyvinula do podob, které známe dnes. Ty nejznámější jsou bowling a kuželky, ale existují různé variace hry, ať už jenom drobnou úpravou pravidel nebo změnou hracích koulí a tvaru kuželek.

První sportovní organizace na evropském kontinentu vznikla již v roce 1885 v Drážďanech, v roce 1926 byla ve Stockholmu založena mezinárodní kuželkářská organizace International Bowling Association (IBA). Ke vzniku Asociace československého sportu kuželkářského došlo až 11. března 1937. [2]

V dnešní době je přes 130 000 hráčů po celé Evropě. Každý rok se koná Evropské mistrovství a Česká republika patří mezi špičkové týmy hráčů kuželek, což dokazují skvělé výsledky. [1], [3] Česká republika je součástí mezinárodního sdružení WNBA (World Ninepin Bowling Association, viz obr. 1), které zahrnuje 26 členů. WNBA byla založena v Londýně roku 1973 a jejím současným viceprezidentem pro technickou stánku sportu je Petr Vaňura (ČR) [4].

1.1 Kuželkářské disciplíny

V kuželkářském sportu jsou různé disciplíny:

- Plné – hráč hází každým hodem do plného stavu devíti kuželek.
- Dorážková – hráč po prvním hodu do plných doráží dalšími hody kuželky, které zůstaly stát, po jejich dorážení se celý způsob opakuje.
- Sdružená – hráč hází polovinu hodů do plných a polovinu v dorážkové disciplíně.

1.1.1 Základní pravidla kuželek

Ve všech disciplínách představuje každá regulérně poražená kuželka jeden bod. Výkon hráče je dán součtem všech dosažených bodů. Při všech soutěžích je hrací doba pro daný počet hodů stanovena níže uvedenou tabulkou. [5]

Tab. 1: Hrací doba [5]

Počet hodů	50	40	30	20
Hrací doba	20 minut	16 minut	12 minut	8 minut

Kuželky mohou být řádně poraženy:

- Přímo koulí,
- Nárazem jedné kuželky do druhé,
- Závěsnou šňůrou jiné kuželky,

Neregulérně poražené kuželky jsou:

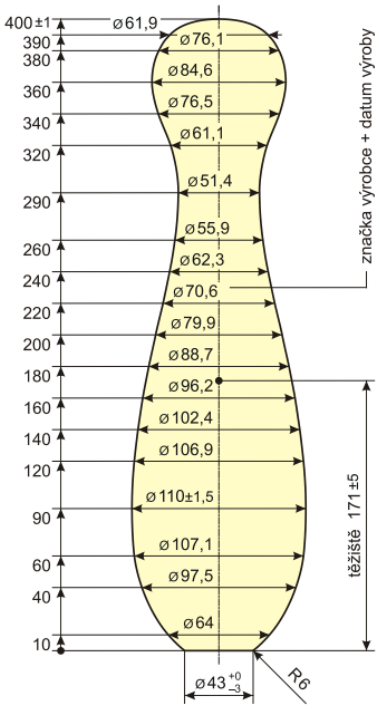
- Kuželky poražené koulí odraženou od bočního mantinelu.
- Kuželky poražené koulí odraženou od zadní odrazové stěny.
- Kuželky poražené v době, kdy automatický systém detekce spadlých kuželek nebyl připraven ke hře.
- U bezšňůrových ASK kuželky poražené částmi ASK.

Hráč se při hodu nesmí rukou nebo kolenem dotknout země. Koule se musí valit od začátku hrací plochy. Koule nesmí narazit do mantinelů nebo vjet do žlábků. [5]

1.1.2 Kuželka

Kuželka má specifické rozměry a parametry, které musí splňovat. [6]

- V sadě kuželek nového tvaru se musí nacházet 9 kuželek stejného tvaru.
- V sadě kuželek musí být maximální rozdíl mezi nejtěžší a nejlehčí kuželkou 30 g.
- Hmotnost kuželky musí být (1660^{+30}_{-60}) g.
- Těžiště kuželky se musí nacházet ve výšce (171±4) mm.
- Tvar a míry musí odpovídat rozměrům na obrázku 2.
- Při teplotě 20 °C musí být povrchová tvrdost (50±5) Shore D.
- Opotřebení ve výšce 80 milimetrů nesmí být menší než 107,5 mm.
- Kuželky musí být jednobarevné. Firemní logo smí být jiné barvy.



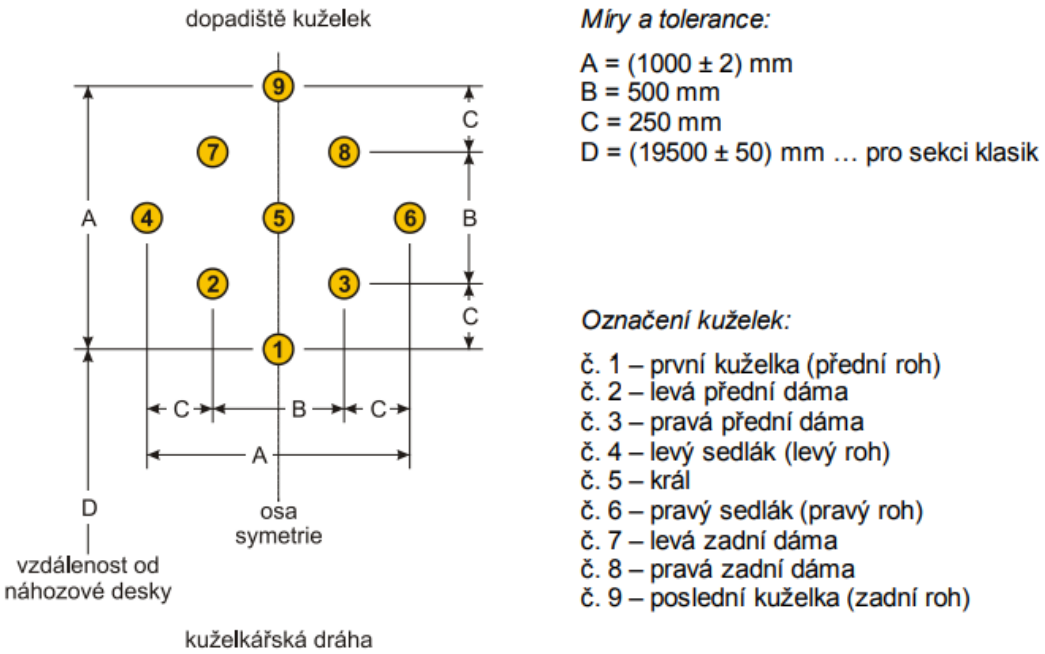
Obr. 2: Kóty kuželky [6]

1.1.3 Koule

Koule určené pro hru mají na rozdíl od bowlingových koulí jednotnou hmotnost. Nemají otvory na prsty pro lepší uchopení koule. Koule má hmotnost 2,85 kg a průměr koule je 160 mm. Při teplotě 20 °C musí mít povrch koule tvrdost (75±5) Shore D. [6]

1.1.4 Rozestavění kuželek

Kuželky jsou rozestavěny do čtverce s délkou uhlopříčky 1000 mm. Kuželky jsou rozestaveny podle obrázku 3.



Obr. 3: Rozestavění kuželek [6]

V prostoru dopadové plochy přímo nad kuželkami musí být 350 mm volného prostoru, ve kterém nesmí zasahovat žádná část stroje na stavění kuželek [6].

1.2 Bowling

Bowling se od kuželek nejvíce liší v pravidlech hry, ale další podstatný rozdíl je v rozestavění kuželek a velikostí koulí, kterými se hraje.

1.2.1 Pravidla hry

Jednu bowlingovu hru tvoří deset částí, které nazýváme *frame* (vyslovujeme „frejm“). V každém z prvních devíti framů má hráč dva hody, pokud nehodí strike. V desátém framu má hráč k dispozici tři hody, pokud dosáhne *strike* nebo *spare* (tzv. dohoze). Každý hráč na dráze musí odehrát vždy kompletní frame podle pořadí, ve kterém hraje.

Počítání bodů za shozené kuželky se liší od kuželek. V kuželkách spadlá kuželka znamená jeden bod. V bowlingu je počet bodů za spadlé kuželky závislý na předchozím hodu. Příklad bodování je v tabulce 2–5. S výjimkou případů, kdy hráč zahraje strike, se výsledek prvního hodu hráče zapisuje do malého čtverečku v levém horním rohu příslušného framu a výsledek druhého hodu se zapisuje do pravého horního rohu. Pokud není v druhém hodu v příslušném framu poražena žádná ze stojících kuželek, zapíše se do výsledkové tabulky znaménko „-“ (mínus). Ihned se též zaznamená součet obou hodů daného framu. [7]

Počítání double:
Frame 1: 10 + 10 + 7 = 27
Frame 2: 27 + 10 + 7 + 2 = 46

Tab. 2: Skóre po Double [7]

1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		
X		X		7	2															
27		46																		

Počítání triple:
Frame 1: 10 + 10 + 10 = 30
Frame 2: 30 + 10 + 10 + 7 = 57
Frame 3: 57 + 10 + 7 + 2 = 76

Tab. 3: Skóre Triple [7]

1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		
X		X		X		7	2													
30		57		76																

Počítání nedohozu:
Frame 1: 10 + 10 + 10 = 30
Frame 2: 30 + 10 + 10 + 7 = 57
Frame 3: 57 + 10 + 7 + 2 = 76
Frame 4: 76 + 7 = 85

Tab. 4: Skóre po nedohozu [7]

1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		
X		X		X		7	2													
30		57		76		85														

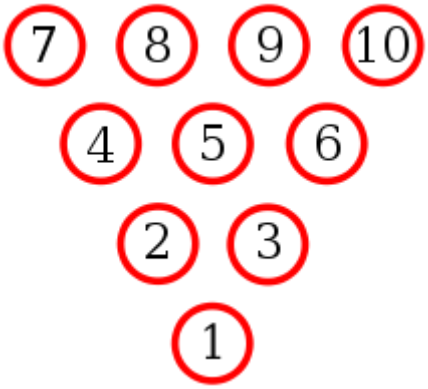
Počítání spare:
Frame 1: 10 + 10 + 10 = 30
Frame 2: 30 + 10 + 10 + 7 = 57
Frame 3: 57 + 10 + 7 + 2 = 76
Frame 4: 76 + 7 + 2 + 7 = 92

Tab. 5: Skóre po spare [7]

1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		
X		X		X		7	/	7	2											
30		57		76		92														

1.2.2 Rozestavění kuželek

V bowlingu se hraje s 10 kuželkami postavenými do rovnostranného trojúhelníku. Jak je na obrázku 4.



Obr. 4: Bowlingové postavení [7]

1.2.3 Bowlingové koule

Zatímco v kuželkách se hraje s jedním typem koule, v bowlingu je pouze omezena maximální hmotnost koule 16 liber (7,25 kg) a minimální 8 liber (3,62 kg). Koule má v sobě tři otvory na prsty. Jeden je na palec a zbylé dva otvory jsou pro ukazováček a prostředníček. Typy koulí můžete vidět na obrázku 5.[8]

Bowlingové koule se po dráze posílají dvěma způsoby. Způsob, kterým se koule vyšle po dráze, nepřímo ukazuje úroveň schopností hráče. Zatímco klasickým stylem to dokáže poslat každý, tak s rotací to dokáže poslat jen zkušený hráč.

1. Klasicky – koule je poslána na přímo, není potřeba speciálně upravený povrch dráhy.
2. Rotující – koule je vyslána s rotací po dráze, dráha je navoskována a v poslední části je typ úpravy povrchu jiný. V této části je větší přilnavost, rotace koule se zde začne výrazně projevovat a změní se trajektorie dráhy koule.

Obr. 5: Bowlingové koule [8]

2 PRŮZKUM TRHU

Na trhu se nachází velká rozmanitost v řešení jednotlivých dílčích částí, které se u *automatických stavěčů kuželek*, dále jen ASK, nachází. Největší průkopník v téhle oblasti je americká firma Brunswick. Vyrábí automatické stavěče kuželek pro bowlingové herny po celém světě už více jak 60 let. Vytvořili nespočet patentů jak na ASK, tak i na zařízení celé bowlingové herny.

2.1 Rozbor strunového stavěče kuželek

Strunový stavěč kuželek se začal používat v kuželkářském sportu v polovině 40. let minulého století. Znamenalo to velký pokrok pro sport, do té doby se kuželky stavěly ručně.

Princip je velice jednoduchý. Kuželky jsou zavěšeny na nylonové struně, která spouští kuželky na dráhu. Kuželky jsou zvedány do dostatečné výšky, aby byly dodrženy předpisy. Celý stroj ovládá jediný elektromotor, takže se jedná o ekonomicky nejúčinnější stavěč kuželek. Kuželky při zvedání zajíždí do připravených tubusů jako na obrázku 6, ve kterém se ustálí jejich pohyb a jsou zároveň rozmístěny nad správnými pozicemi a připraveny na hru. Řídící počítač určí, které kuželky byly sraženy a servomotor, který je u každé struny, sepne brzdu a zabrání spuštění kuželky, mechanizmus můžeme vidět na obrázku 7. Spouštění kuželek je realizováno pomocí jednoho elektromotoru a spouští všechny struny naráz. K vyhodnocení spadlé kuželky dochází, když se struna předepnuta silou maximálně 60 g povytáhne se o 10 cm.

Obr. 6: Strunový stavěč kuželek [14]

Stroje mají několik nastavení. Některé programy jsou čistě jenom aby splňovaly pravidla hry a některé jsou naprogramovány tak, aby stroj fungoval bez zásahu pracovníka.

Program na rozmotání kuželek – to je program, který se spustí automaticky nebo ručně. Funguje na tom, že u každé brzdy je také tenzometr. Ten posílá data do řídícího centra, to je nastavené na určitou mezní hodnotu. Při zamotání dojde k překročení meze a zapne se protokol na rozmotání, což znamená uvolnění veškerých brzd na strunách a po chvíli

Obr. 7: Brzdný a snímací mechanizmus

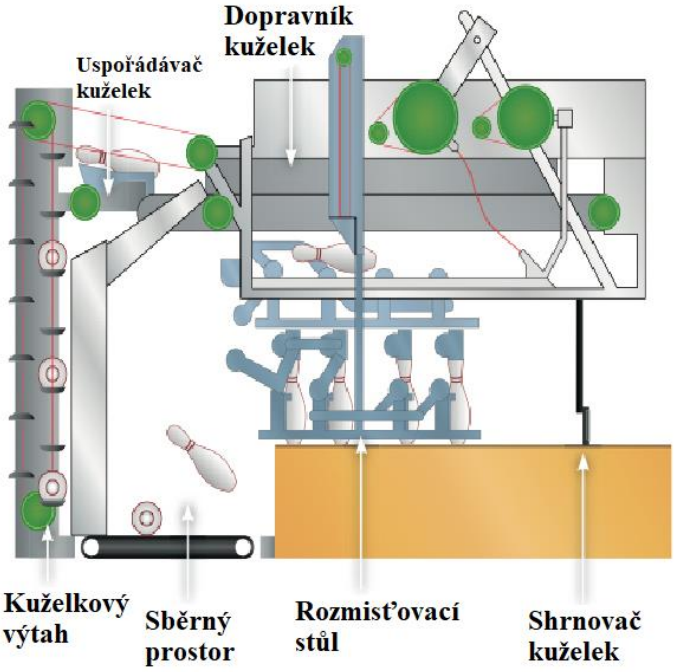
dojde k okamžitému zabrzdění, to se párkrát opakuje. Pokud to nefunguje, zapne se další protokol, tím se struny spustí o 0,5 m níže než je třeba pro postavení kuželek na dráhu. Poté se zase opakuje stejný protokol jako předtím, pokud se už kuželky nerozmotaly.

2.2 Rozbor automatických stavěčů kuželek

Stavěče kuželek se liší různorodostí provedení. Každý je jinak efektivní a každý má jiné vlastnosti. Za ASK považujeme stroj, který není závislý na vnější obsluze nebo není závislý na placeném pracovníkovi, který kuželky naskládá do zásobníku. V dalším návrhu bude uvažovat ASK ve smyslu definice, že jde o stroj, který dokáže postavit kuželky, shrnout je do zadního prostoru, dostat kuželky do zásobníku a znovu postavit na dráhu a takhle repetitivně opakovat. Dalším aspektem je stavění s minimálním procentem chybovosti v postavení kuželek na hrací desku tak, aby nebyl ovlivněn plynulý průběh hry nebo výsledek hodu.

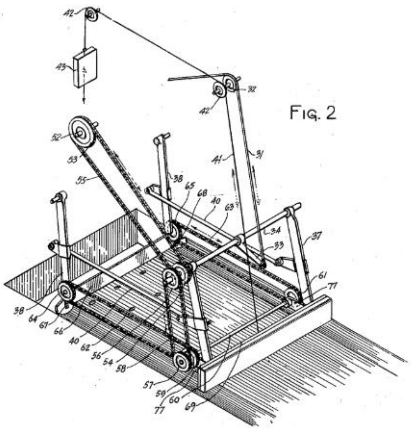
Automatické stavěče kuželek se vyrábí pouze pro Bowling. Hra kuželky zatím nemá žádného výrobce těchto strojů. Po schůzce se zadavateli jsem se dozvěděl, že firma Funk, která patří k největším výrobcům bowlingových ASK v Evropě, vlastní jeden prototyp ASK pro kuželkářský sport, ale prý není dodělaný a nesplňuje jejich představy. Proto jsme byli osloveni, abychom navrhli řešení podle jejich parametrů. Inspiraci nejčastěji hledám od amerického výrobce ASK Brunswick. Jejich stroje mají dlouhý vývoj. První ASK od firmy Brunswick je z roku 1953 a od té doby stále modernizují a zlepšují své stroje [9].

ASK se dá rozdělit na několik základních částí, které jsou různým způsobem podle uvážení výrobcem, ale plní stejnou funkci. Jednotlivé části můžete vidět na obrázku 8.

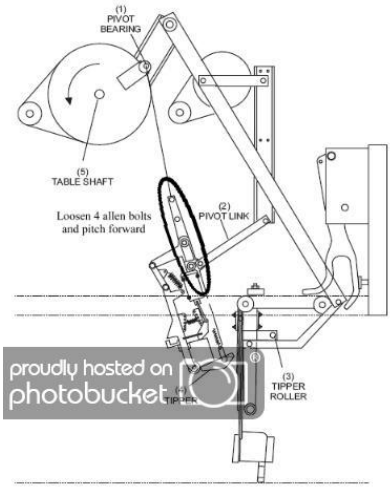


Obr. 8: Hlavní části ASK [14]

1. Shrnovací deska/Zametač – jeho funkce je odstranit spadlé kuželky z hrací plochy a vyčistit plochu pro novou sadu kuželek, buď na dorážku, nebo další hru. Dále má také za úkol po odstranění kuželek z hrací desky zabránit nedočkavým hráčům, aby házeli dříve, než se postaví nová sada kuželek nebo než je systém znovu připraven ke hře. Slouží to k ochraně ASK před nárazem koule do jeho citlivějších částí, než je shrnovací deska. Můžeme ji vidět na obrázku 10. Hned vedle je řešení firmy Brunswick na obrázku 9.

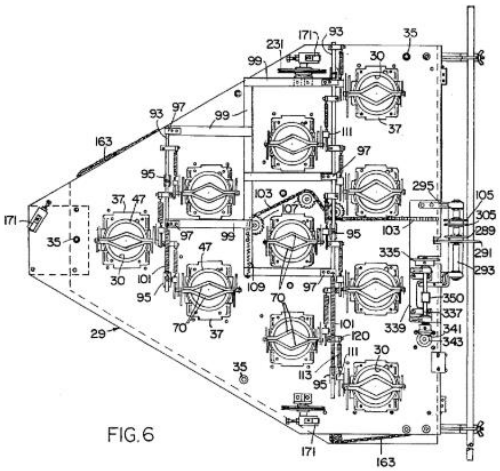


Obr. 10: Shrnovač [16]



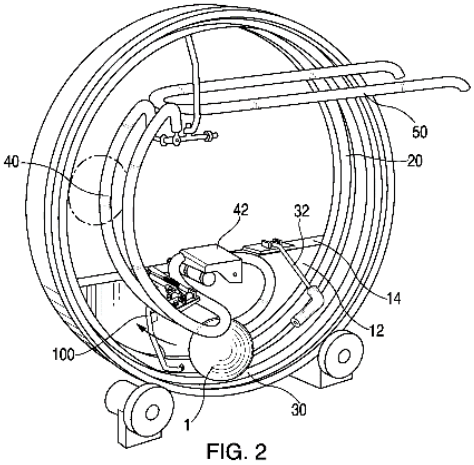
Obr. 9: Shrnovač Brunswick GS-X [15]

2. Rozmisťovací deska (Spotting deck) - je to ta nejdůležitější část celého stroje. Její funkce je správně postavit kuželky na hrací desku a v některých provedeních zvedat kuželky, které zůstaly stát po hodu. Pohybuje se pouze nahoru a dolů, záleží na provedení, ale u většiny je součástí mechanizmus na principu kleští, který zvedá neshozené kuželky předtím, než je zametač stáhne do sběrného prostoru. Mechanizmus kleští na rozmisťovací desce je na obrázku 11.

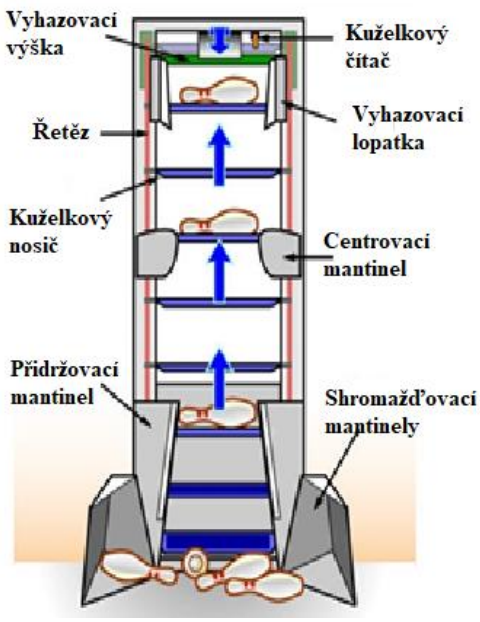


Obr. 11: Rozmisťovací deska [17]

3. Kuželkový výtah – tahle část má jedinou funkci, dostat kuželky do potřebné výšky. Existuje mnoho provedení jako například na obrázku 12 a 13.



Obr. 12: Kuželkový výtah/separátor [18]

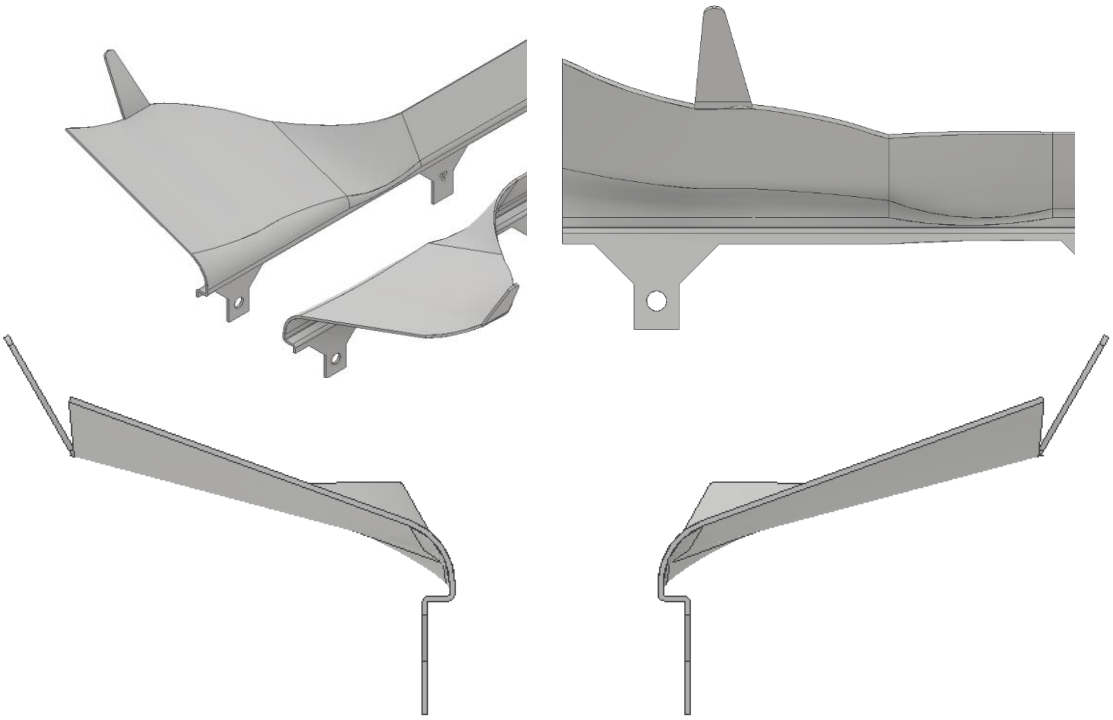


Obr. 13: Výtah kuželek [19]

4. Sběrný prostor – sem se shrne vše, co zbylo na hrací desce. Dochází k oddělení kuželek od koule a zároveň uspořádání ke kuželkovému výtahu. Podstava, na kterou dopadají kuželky s koulí, je povětšinou pás, který se otáčí rychlostí mezi 45-60 otáčkami za minutu. Dobře znázorněné je to na obrázku 7. K oddělení koule od kuželek dochází vlivem různé velikosti. Jedním ze způsobů je, že nad pásem ve výšce 110–150 mm je deska, která zabrání kouli projít pod ni. Tím dojde k zaražení koule a kuželky jedou dál. Tahle plošina je umístěna pod úhlem[1] se stěnou ASK. To vyvolá pohyb koule směrem k výtahu na koule. Další možnost, jak separovat koule od kuželek, je znázorněna na obrázku 11. Tento mechanizmus je zároveň výtah na koule a současně i na kuželky. Je založen na principu rotačního kuželkového výtahu, který spočívá v různých velikostech koule a kuželky. Zatímco kuželka vlivem své menší velikosti zapadne hlouběji do bubnu, kde je uzavřena a vyvezena do výšky, koule zůstane na povrchu bubnu, kde se dostane do kolejnic, které udržují kouli na správné pozici. Jakmile se koule dostane do dostatečné výšky, odvalí se po kolejnici pryč z prostoru ASK.

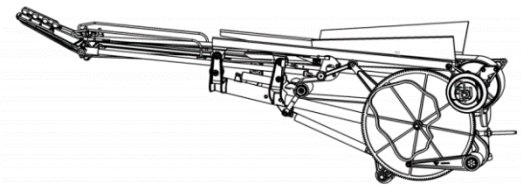
[1] Úhel se volí podle volného prostoru nebo podle parametrů stroje.

5. Uspořádávač kuželek (žraločí ploutev) – je kus plechu ohnutý do tvaru jako je na obrázku 14, který slouží k otočení kuželky tak, aby šla podstavou napřed. Výtah vytáhne kuželku a vyhodí ji na tento ohnutý plech, zde vlivem její polohy těžiště se sklouzne těžší částí dolů. Poté se spodní část kuželky dostane do kontaktu s pásem, který ji začne unášet dopředu. Mezitím je hlava kuželky opřená o výstupek, který napomáhá správnému natočení kuželky. Tímto postupem docílíme stejného natočení všech kuželek.

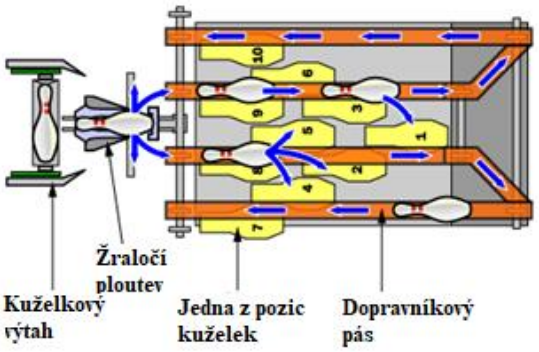


Obr. 14: Žraločí ploutev

6. Dopravník kuželek – kuželka, která je natočená správným směrem se dostane do části stroje, kde musí zapadnout na správnou pozici v rozmisťovací desce. Kuželka se na správnou pozici dostane pomocí složité vačky jako je tomu na obrázku 15, nebo pomocí dopravníkových pásů a vyhazovače jako je tomu na obrázku 16.

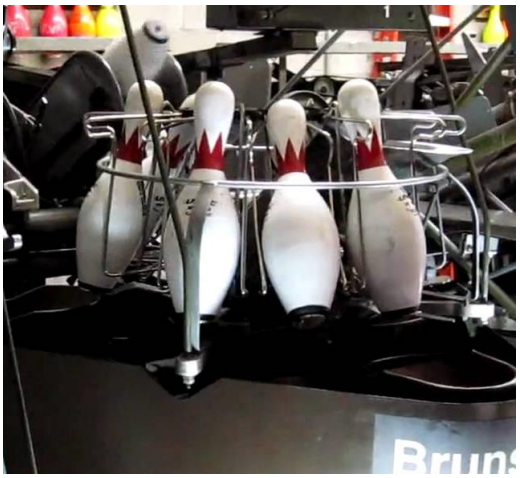


Obr. 15: Pozicová vačka [20]



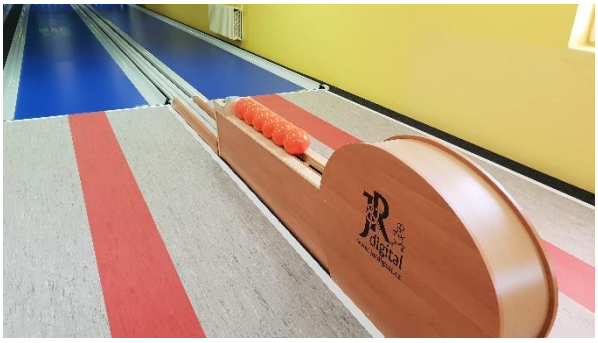
Obr. 16: Pásový dopravník [19]

7. Revolverový zásobník – je to řešení problému s vývojem složité vačky, nebo konstruování dlouhých pásových drah jako je tomu na obrázku 16. Revolverový zásobník je uložen rotačně a otáčí se na jednotlivé pozice, do kterých má spadnout kuželka. Kuželka se tam uloží a je nasměrována pod správným úhlem a připravena na vypuštění do zásobníku rozmisťovací desky. Ukázka revolverového zásobníku ze stroje Brunswick A-2 na obrázku 17.



Obr. 17: Revolverový zásobník [21]

8. Vraceč koulí – vedlejší část stroje, jejíž funkcí je odseparované koule poslat po kolejnici zpět k hráči do zásobníku. Skládá se z výtahu, který vyzvedne kouli do potřebné výšky. Zde má koule dostatek energie na dovalení se zpět do zásobníku koulí pro hru. Výtah můžete vidět na obrázku 19. Před zásobníkem na koule, viz obrázek 18, často bývá zařízení s názvem urychlovač (accelerator). Toto zařízení je zde kvůli dodání energie valící se kouli, aby zabránil vrácení koule po kolejnici zpět.



Obr. 18: Zásobník na koule [22]

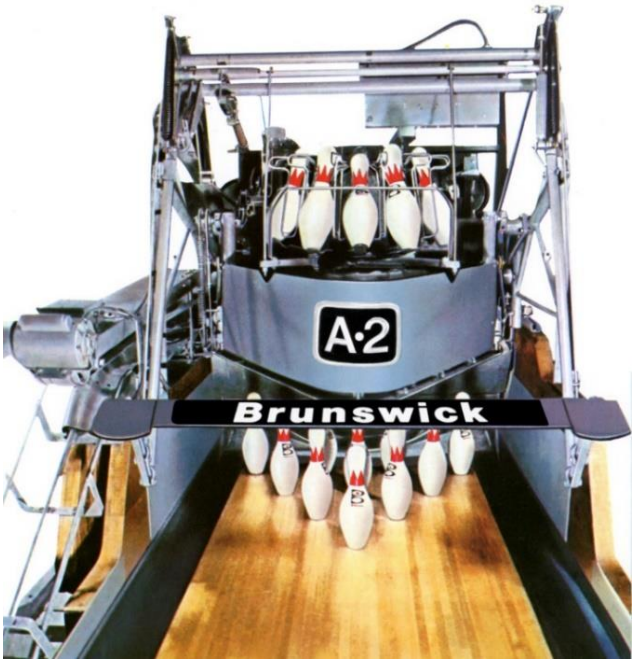
Obr. 19: Výtah pro kouli

2.2.1 Brunswick A-2

Velice významný model ASK pro firmu Brunswick. Je to předchozí model stávajícího produktu, který firmu prosadil v tomto sportu. Byl to velice spolehlivý a efektivní model. Řada komponent se zachovala i do modelu GS-X. Stále je to velice cenný stroj a spousta bowlingových heren neustále používá tento ASK.

Na druhou stranu, oproti modelu GS-X, zde dochází k vyhodnocování spadlých kuželek pomocí dotykových čidel umístěných na rozmisťovací desce na pozicích, kde by se měla nacházet kuželka.

U modelu A-2, stejně jako u jeho budoucího nástupce, jsou kuželky shrnuty do zadního sběrného prostoru, ve kterém dochází k separaci koule od kuželek. Zde je použito řešení výtahu a oddělovače koule pomocí otáčejícího se bubnu jako je to znázorněno na obrázku 12. Poté, co se oddělí koule od kuželek a kuželky jsou vyvezeny do potřebné výšky, jsou zde vyhozeny na podobně zohýbaný kus plechu, jako žraločí ploutev. Má stejnou funkci nasměrovat kuželku podstavou napřed. Poté dopravník odveze kuželku do pozice, kde zapadne do revolverového zásobníku, který se následně po zaplnění pozice pootočí o jednu pozici vedle. Když jsou všechny pozice zaplněny, jsou kuželky vypuštěny a zapadnou do připravených tubusů na rozmisťovací desce. Nyní jsou kuželky v tubusech na správných pozicích, kde by měla kuželka podle pravidel stát. Po shrnutí všech kuželek mimo dráhu je deska spuštěna na hrací plochu a zanechá novou sadu kuželek na správných pozicích. Stejně jako u jeho budoucího nástupce jsou na rozmisťovací desce pod tubusy připravené čelisti, které zvednou neshozené kuželky. U modelu A-2 se čelisti a rozmisťovací deska nachází v celku, zatímco u modelu GS-X je to rozděleno na dvě nezávislé části. Model stavěče je na obrázku 20. [10]

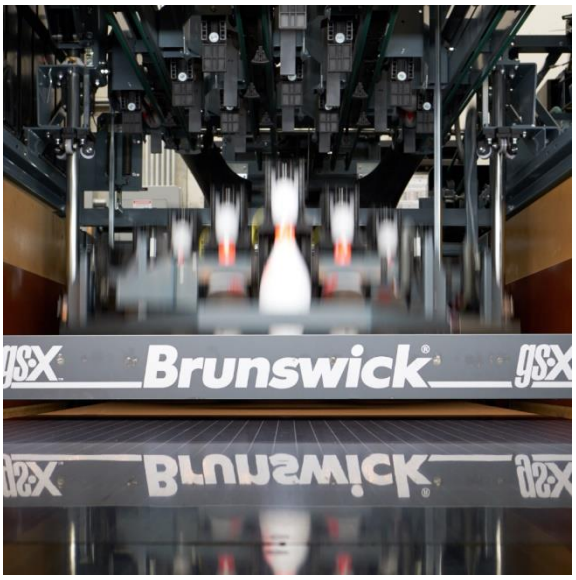


Obr. 20: Brunswick A-2 [21]

2.2.2 Brunswick GS-X

Nejlepší model ASK od firmy Brunswick, používaný v profesionálních bowlingových hernách a při bowlingových klání na světové úrovni, je model GS-X. Největší předností tohoto ASK je možnost libovolného postavení kuželek. Proto profesionální hráči často trénují těžké hody na těchto strojích. Druhá převratná novinka, která přišla s tímto modelem, bylo vyhodnocování spadlých kuželek pomocí optického snímání.

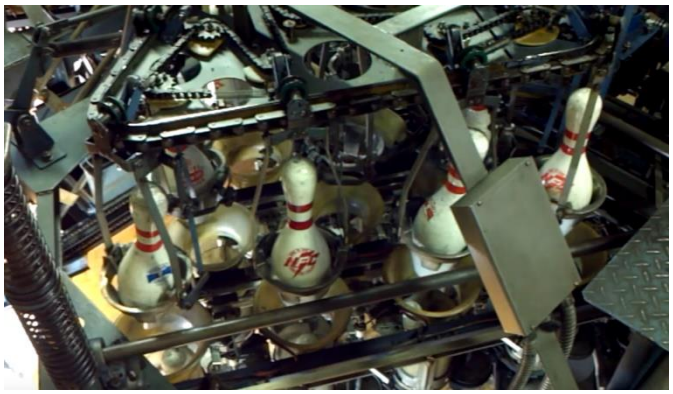
Model GS-X je složen z dopravníku, který se nachází ve sběrném prostoru. Slouží k transportu kuželek ke kuželkovému výtahu a oddělení koule od kuželek. Poté, co se kuželky dostanou do potřebné výšky, jsou vyhozeny na žraločí ploutev, která je správně nasměruje. Rozmisťovací deska je složena ze dvou na sobě nezávislých pohyblivých částí. Jedna část je plošina, která má na sobě čelisti a v případě neshozené kuželky ji zvedne do výšky tak, aby mohla pod ní projet shrnovací deska a shrnout kuželky do sběrného prostoru. Můžete ji vidět na obrázku 21. Druhá část rozmisťovací desky je dobře schematicky znázorněna na obrázku 16. Používá systém dopravníků, které dostanou kuželku do pozic pro uložení. Poslední část stroje shrnovač je řešena pomocí kolejnic. Pro zvednutí shrnovače z dráhy je zde zabudované rameno, které ho vytáhne a otevře dráhu pro hru. [11]



Obr. 21: Obě části Rozmisťovací desky [23]

2.2.3 Furukawa Odin FBM-5

Další zástupce na trhu, který je v naší části světa spíše ojedinělý, je od asijské firmy Furukawa Odin. Model FBM-5. Tento ASK má stejně řešené části zařízení jako model Brunswick A-2. Přes podobnost obou strojů, tento má jinak řešenou část revolverového zásobníku. Zde se nejedná o otočný zásobník, ale o dopravníkový zásobník, viz obrázek 22. Článkový řetěz je natažený na konstrukci tvarované podle poloh jednotlivých pozic kuželek. Při posouvání článkového řetězu, na kterém jsou uchyceny držáky pro každou kuželku, dochází k postupnému plnění jednotlivých pozic, jako tomu bylo u revolverového zásobníku. [12]


Obr. 22: Řetězový zásobník [12]

2.3 Patentová ochrana

Každý, kdo dokáže vymyslet něco originálního a zaregistruje si to u patentového úřadu, má možnost ochrany proti zneužití někým jiným ve svůj prospěch. Proto bylo potřeba udělat si průzkum v této oblasti a zjistit, jak jsou na tom patentové ochrany u těchto zařízení. Mechanizmus, číslo patentu, datum expirace a podobnost navrženého řešení s uvedenými jsou obsahem tabulky 6.

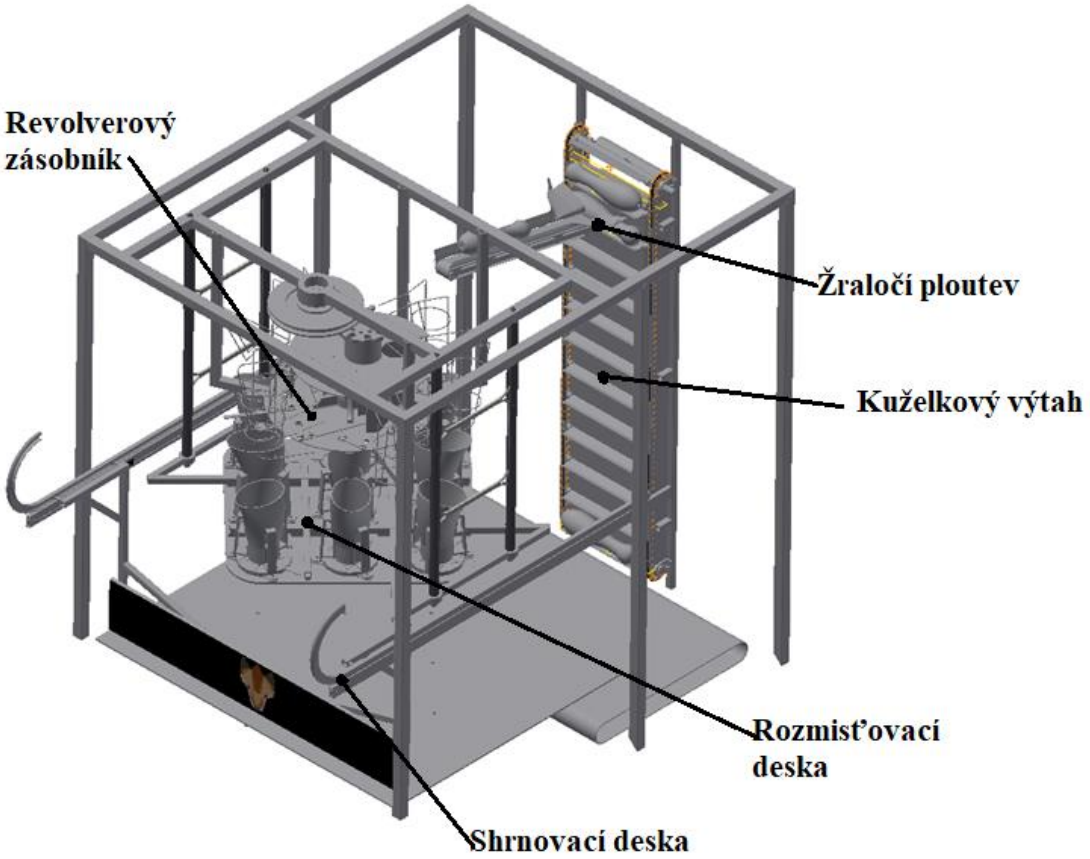
Tab. 6: Patentový přehled

Název	Část stroje	Číslo patentu	Datum expirace	Shoda řešení
Genesis Bowling products LLC	Kuželkový výtah/ oddělovač koule/koulový výtah	US9192851B2	4. 10. 2033	Stejná myšlenka, ale přizpůsobená pro sport kuželky.
Mendes Inc.	Kuželkový výtah	US5569092A	18. 6. 2013	Základní myšlenka je stejná, ale provedení vlastní.
Brunswick Corp	Zametač	US2949300A	28. 2. 1978	Základní myšlenka je stejná, ale provedení vlastní, nový způsob pohonu a zvedání.
Brunswick Corp	Kuželový zásobník	US2949300A	28. 2. 1978	Základní myšlenka je stejná, ale provedení vlastní podle potřeb pro sport kuželky.
Brunswick Corp	Rozmisťovací stůl	US2949300A	28. 2. 1978	Základní myšlenka je stejná, ale provedení pro sport kuželky, jiný způsob chytání kuželek.
Brunswick Corp	Urychlovač na koule	US3109649A	5. 11. 1980	Stejný princip, přizpůsobené pro sport kuželky.
Brunswick Corp	Sběrný prostor	US2949300A	28. 2. 1978	Stejná myšlenka použití pásu, ale separace koule od kuželek je jiná.

3 VLASTNÍ ŘEŠENÍ ASK

Řešení ASK je zaměřeno na rychlost stavění kuželek a na minimalizaci rozměrů, kvůli větším možnostem použití v praxi (rozměry stávajícího technického zázemí kuželny, resp. ASK). Jednotlivé komponenty byly navrhovány již podle existujících řešení ASK používaných v bowlingu, ale vlivem zadaných parametrů a na základě vlastního uvážení a konzultací s technickými komisaři WNBA byly tyto komponenty přetvořeny do jednoho návrhu splňujícího technické specifikace WNBA, viz obrázek 23.

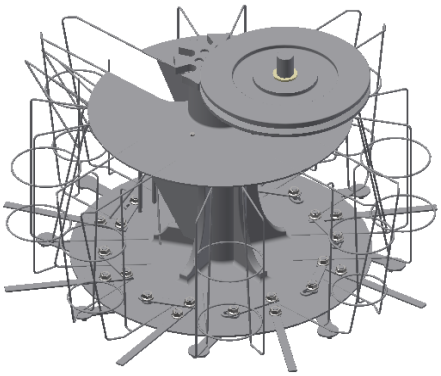
Nakonec bylo zvoleno řešení s revolverovým zásobníkem, a to z důvodu počtu kuželek, které jsou uloženy v zásobě. Jedna sada je postavená na dráze, druhá je vypuštěna z revolverového zásobníku do rozmisťovací desky, třetí sada byla shrnuta do zadního prostoru a čtvrtá sada je na kuželkovém výtahu připravena na naplnění revolverového zásobníku.



Obr. 23: Součásti ASK

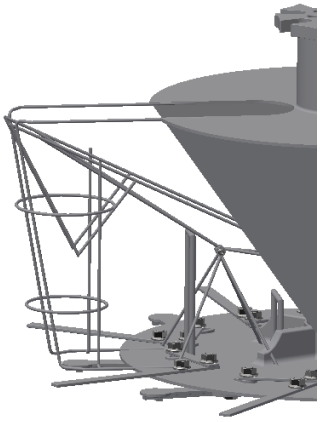
3.1.1 Revolverový zásobník

Revolverový zásobník byl inspirován od firmy Brunswick z modelu A-2. Podobnost revolverového zásobníku od firmy Brunswick a toho mého je pouze v nápadu použít otočný zásobník. Zásobník je vidět na obrázku 24. Jednak kvůli pravidlům jsou různé rozměry, rozestavění kuželek, způsob otáčení a vypouštěcí systém. Řešen byl i jiný způsob uchycení na rámovou konstrukci celého stroje.

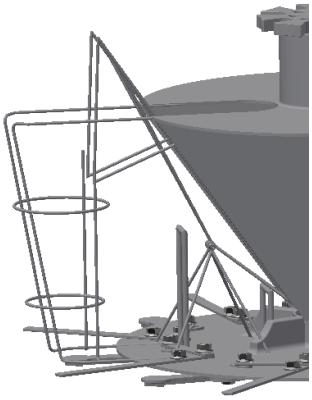


Obr. 24: Revolverový zásobník

Mé řešení revolverového zásobníku je otáčeno na jednotlivé pozice pomocí maltézského mechanizmu vykonstruovaného na osm pozic. Prostřední pozice pro devátou kuželku je řešena pomocí houpačky, jak můžete vidět na obrázku 26, kdy není kuželka v prostřední pozici. Prostřední pozice se naplní vždy dříve než pozice na obvodu. Jakmile je prostřední pozice naplněna, houpačka zůstane zvednuta a otevře se pozice číslo 1 jako je tomu na obrázku 25. Jakmile zapadne kuželka na některou z pozic 1–9, zavadí při pádu o spínač a vydá signál k otočení na další pozici.



Obr. 26: Houpačka prázdná prostřední pozice



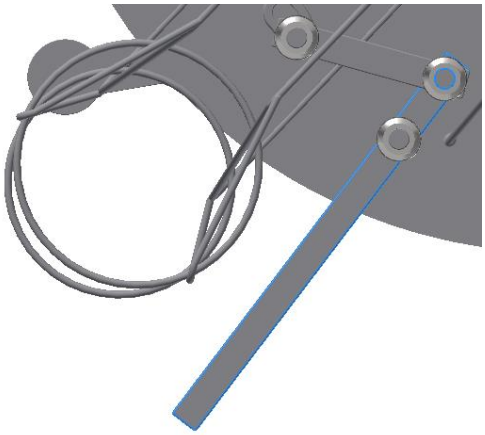
Obr. 25: Houpačka plná prostřední pozice

V zásobníku jsou kuželky uloženy dvěma způsoby. Při konstrukci jednotlivých držáků bylo počítáno s faktem, že středový bod podstavy kuželky je 420 mm od osy otáčení zásobníku v obou typech uložení.

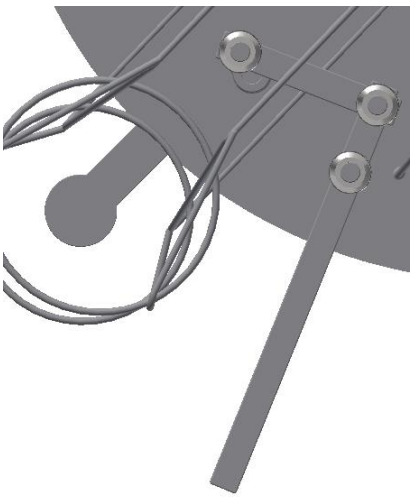
1. Uložení pro rohové kuželky – Jedná se o uložení kuželek [1; 4; 6; 9] [2]. Středový bod pozice se nachází na poloměru kružnice 500 mm. Tudíž jsou kuželky uloženy pod úhlem 10,55° od svislé osy otáčení. Můžete to vidět na obrázku 27.
2. Uložení pro vnitřní kuželky – Jedná se o uložení kuželek [2; 3; 7; 8]. Pozice středů těchto kuželek na hrací ploše je na poloměru 353,55 mm. Proto jsou kuželky uloženy znovu pod úhlem 10,55° od svislé osy otáčení, ale na opačnou stranu. Můžete to vidět na obrázku 25.

Obr. 27: Uložení pro rohové kuželky

Bylo potřeba vyřešit problém s vypouštěním jednotlivých kuželek. Kuželky při plnění jednotlivých pozic revolverového zásobníku dopadají na ocelové plochy, tyto plochy zabraňují kuželce vypadnout ze zásobníku. Byl navrhnut jednoduchý pákový mechanizmus, který pohne s touto plochou a vychýlí ji o dostatečný úhel, kdy už nebrání kuželce a může propadnout. Kvůli problému, který vznikl vlivem volby rotačního zásobníku, bylo nutné vymyslet ovládání z vnějšku zásobníku. Proto jsou zde tak dlouhá táhla. Uzavřená pozice je přirozená pozice, která je udržována pomocí zkrutné pružiny[3], zatímco otevřenou pozici dostaneme pouze pokud rameno servomotoru odtlačí táhlo o 15° přes sílu pružiny. Otevřená pozice je vidět na obrázku 29 a pozice uzavřeno na obrázku 28.



Obr. 29: Pozice otevřena



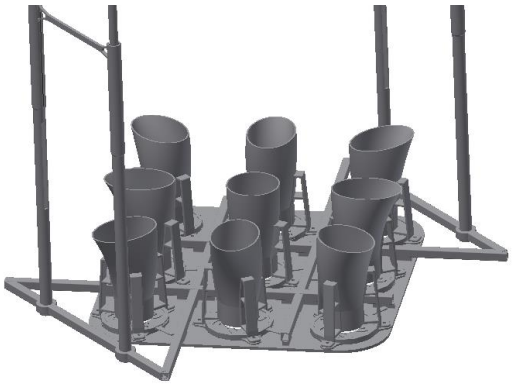
Obr. 28: Pozice uzavřena

[2] Číslování kuželek vychází z kapitoly 1.1.4 Rozestavění kuželek viz obrázek 4.
[3] Síla předepnutí pružiny závisí na tuhosti celého zařízení a zjistí se experimentem.

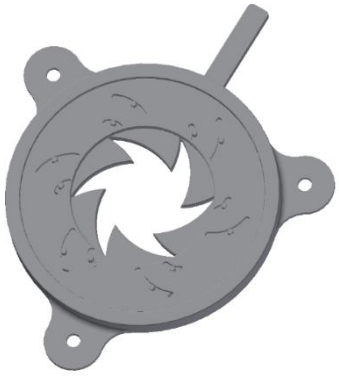
3.1.2 Rozmisťovací deska (Spotting deck)

Rozmisťovací deska, jak už bylo zmíněno dříve, má za účel postavit kuželky na správné pozice na hrací desce. Firma Brunswick u modelu A-2 má podobný způsob dopravy kuželek na dráhu, jako bylo použito ve vlastním řešení ASK. Ale jejich rozmisťovací deska je vytvořena pro bowling, a navíc má jako součást rozmisťovací desky mechanizmus čelistí, který zvedá nespadlé kuželky. Rozmisťovací deska pro náš ASK je navrhnuta pro stavění jednotlivých kuželek zvlášť, jako je tomu u modelu Brunswick GS-X. Model desky je na obrázku 31.

Nejdůležitější část na desce je součást pracovně nazvaná „Iris“, viz obrázek číslo 30. Slouží k uzavírání otvoru na desce, kudy je vypouštěna kuželka na dráhu. V řešeních, které byly prozkoumány, byla tato část řešena pomocí pákového mechanizmu, který sevřel kuželku jakmile do něj padla. Rozhodnutí pro vytvoření Iris bylo uděláno na základě návrhu zakomponovat magnetický zvedáku kuželek do rozmisťovací desky. Zatím je to stále ve fázi návrhu. Princip magnetického zvedáku byl navrhnut podle magnetických upínacích desek na frézce. Do tohoto řešení ASK nebylo zabudováno řešení s magnetickým zvedákem kvůli nutnosti zasáhnout do kuželky. Do špičky její hlavy by se musela přidat malá kovová destička. Tahle nástavba by vyřešila jedno pravidlo, které doposud nebylo bráno v potaz. Když nastane situace, kdy zasáhnete kuželku, ale neshodíte ji, jenom posunete o nějakou vzdálenost, tak podle pravidel by se posunutá kuželka neměla počítat a měla by se znovu postavit na místo, kde skončila po posunutí.



Obr. 31: Rozmisťovací deska



Obr. 30: Iris

Iris je složena ze čtyř částí, které jsou vidět na obrázku 32:

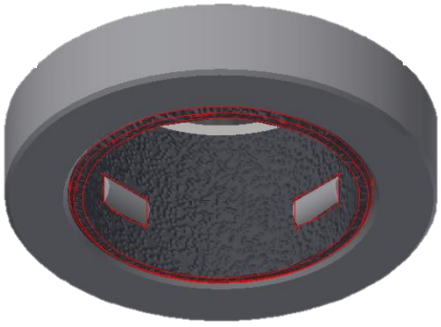
1. Tělo – část která je přidělána na konstrukční desce.
2. Spodní ovládání – to je pevně našroubováno do těla, slouží jako vodící část pro listy iris.
3. Listy iris – pohyblivé části, které jezdí v kulisovém mechanizmu a uzavírají a otevírají otvor na vypuštění.

Obr. 32: Rozložená Iris

4. Vrchní ovládání – je to volně vloženo do těla iris, slouží k otevírání a zavírání, je to část spojená se servomotorem, které s touhle částí otáčí v rozmezí <0°;35°>.

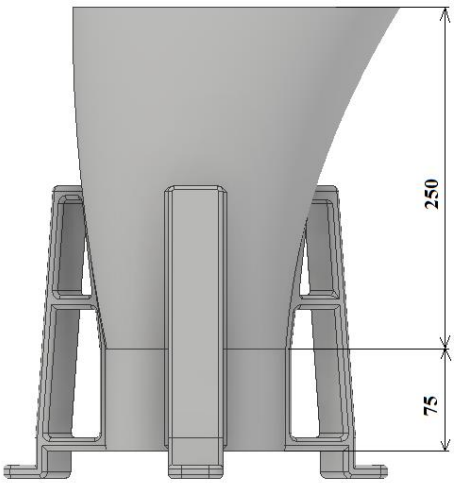
Spouštění desky na dráhu zajišťují 4 vodící tyče, které jsou dlouhé 1250 mm. Jsou spojené dvěma vzpěrami, které jsou pevně uchyceny k rámu stroje. Vodící tyče vymezují pohyb spouštění desky na dráhu a omezují její pohyb do stran kvůli přesnosti rozestavení kuželek na dráhu. Na rámu, na kterém je přichycená rozmisťovací deska, jsou přidělány pouzdra jezdící po vodících tyčích, viz obrázek 34. Tyto pouzdra obsahují kluzné ložisko ve vrchní části pouzder a ve spodní části jsou válečky, které vždy správně vystředí rozmisťovací desku ve stavu, kdy je vytáhnutá nad dráhou. Model na obrázku 33.

Obr. 34: Vodící pouzdra

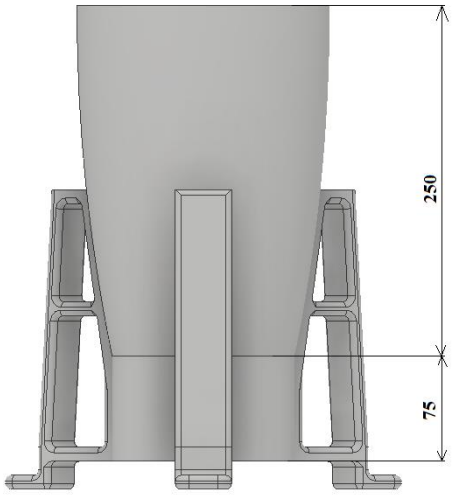


Obr. 33: Detail spodku pouzdra

Další součástí jsou tubusy. Slouží k nasměrování padající kuželky dovnitř tubusu a zajišťují bezpečnost před vypadnutím kuželky mimo určené místo na rozmisťovací desce. Jsou navrhnuty způsobem, že podstava má kruhový průřez a s rostoucí výškou se mění v eliptický průřez. Je to vidět na obrázku 36. Poté se na rozmisťovací desce nachází ještě tubus pro prostřední kuželku. Ten je dosti podobný, jen s rozdílem, že se nemění průřez v eliptický, ale zvětšuje se jen roztečná kružnice, viz obrázek 35.



Obr. 36: Tubus



Obr. 35: Tubus – prostřední

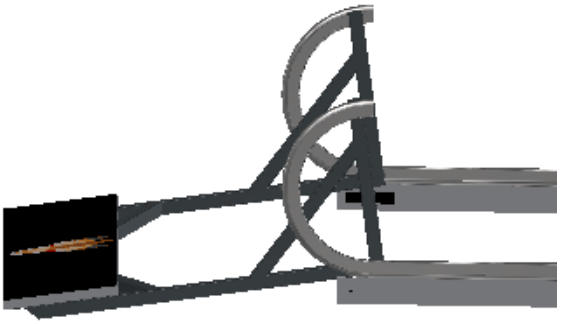
3.1.3 Shrnovací deska

Princip shrnovací desky je velice jednoduchý, ale přesto existuje velké množství různých řešení. Tato shrnovací deska byla inspirována firmou Brunswick, model GS-X. Ve vlastním řešení automatického stavěče kuželek bylo použití kolejnic pro shrnovací desku výhodné kvůli ušetření místa. Tím, že nebylo zapotřebí konstruovat pákové mechanizmy a táhla pro pohánění a udržování konstantní výšky shrnovací desky nad hrací plochou, jsme ušetřili místo.

Obr. 37: Shrnovač kuželek

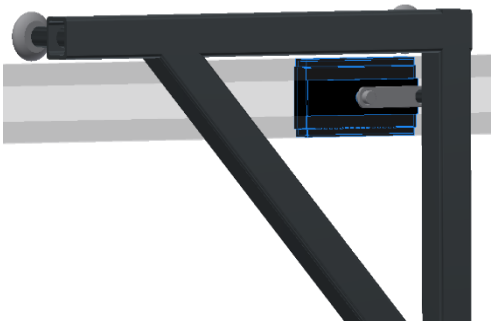
V modelu shrnovací desky jsou dvě kolejnice pod sebou, jedna kolejnice je vodící a na zvedání shrnovací desky. Kolejnice má průřez, který vidíte na obrázku 36. Uvnitř kolejnice jezdí dvě kolečka přidělaná k rámu, na němž se nachází shrnovací deska. Pro zvednutí desky je nutné dojet do části kolejnice, kde začíná zakřivení. Pro úplné zvednutí desky musí být osy koleček na jedné svislé ose pod sebou. Osy koleček jsou od sebe 350 mm, zakřivení kolejnice má poloměr zaoblení 175 mm. Zvednutý stav vidíte na obrázku 39 a spuštěný stav na obrázku 37. Druhá kolejnice je pro ochranu ozubeného řemenu před zachycením a pro vodění spojovací komponenty mezi řemenem a shrnovací deskou.

Pohyb pro shrnovací desku byl vyřešen podobným způsobem, jakým jsou zvedány garážová vrata od firmy Lomax. Uvnitř druhé kolejnice je natáhnut ozubený řemen, který je poháněn elektromotorem. Na tento ozubený řemen je přes spojovací komponentu připojen ke shrnovací desce, viz obrázek 40. Tím bylo eliminováno konstruování velkého ramena, které by bylo na obtíž v horní části stroje. Pohon a ovládání bylo přesunuto do zadní části ASK, kde byl volný prostor.



Obr. 38: Shrnovač zvednut

Obr. 39: Profil vodící kolejnice



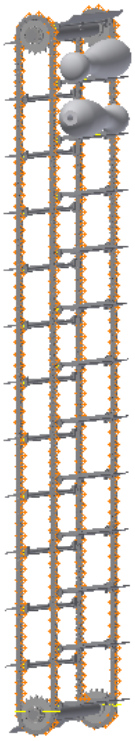
Obr. 40: Spojovací člen

3.1.4 Kuželkový výtah

Podobný typ kuželkového výtahu používá model GS-X od firmy Brunswick. Tento návrh byl inspirován podle tohoto modelu.

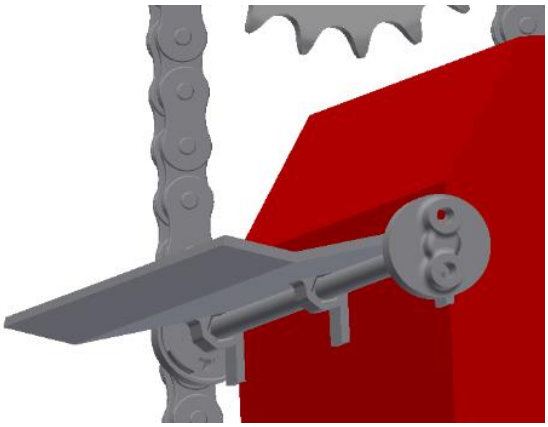
Model kuželkového výtahu je schopen dopravit kuželky do jakékoli výšky. V mém řešení jsou kuželky vyváženy do výšky 1520 mm nad hrací desku. Výtah má po obvodu rovnoměrně rozesetých 26 vynašečů na kuželky. Jednotlivé pozice jsou vidět na obrázku 41. Kuželkový výtah je schopen mít v sobě naskladněných 11 kuželek. Vynašeče pro kuželky jsou přichycené v otočných držácích, které jsou snýtované dohromady s článkem řetězu. Vynašeč pro kuželku se nachází ve dvou pozicích:

1. Pozice při cestě nahoru – v této pozici se zadní část vynašeče posouvá po zadní ploše a v místě, kde má dojít k vyklopení kuželky, dochází k postupnému vzdalování plochy od zadní části vynašeče. Tuto část můžete vidět na obrázku 42.
2. Pozice při cestě dolů – v této pozici je vynašeč spuštěn svisle dolů a nic ho nenutí být postaven kolmo na trajektorii dráhy článkového řetězu.

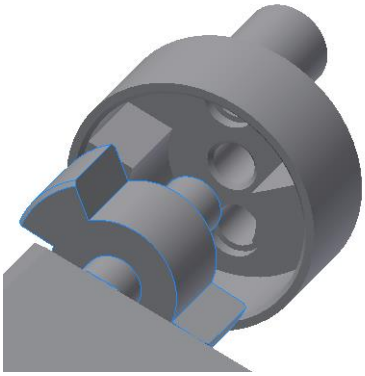


Obr. 41: Kuželkový výtah

Vynášecí deska je uchycena ve dvou pantech, které mají vymezený pohyb. Pant můžete vidět na obrázku 43. Při cestě nahoru je tento pant prakticky nepotřebný. Jakmile se dostane za pozici vyklopení kuželky a vzdálenost zadní plochy od zadní desky se zvětší o velikost zadní stěny na vynašeči, dojde ke sklopení vynašeče a zaražení se o tuto mezní polohu. Tato poloha je výhodná z hlediska prostoru, protože při cestě dolů nezaujímají vynášecí plochy tolik prostoru, jako při cestě nahoru.



Obr. 42: Vyklápěcí část výtahu



Obr. 43: Pant vynašeče

4 ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo navrhnout konstrukční zpracování automatického stavěče kuželek pro kuželkářský sport. Vypracování návrhu předcházelo studium historie kuželek, jejich pravidel, technických specifikací, průzkum trhu a hledání nejvhodnější varianty pro definované potřeby. Tyto poznatky byly sepsány v rešeršní části práce.

Praktická část práce zahrnuje vytvoření modelu jednotlivých součástí a jejich sestavení do jedné sestavy. Při volbě návrhu automatického stavěče kuželek s revolverovým zásobníkem byl vyřešen problém s vývojem složitého vačkového mechanizmu, který by rozváděl kuželky na správné pozice, ale vznikl problém s ovládáním vypouštěcího mechanizmu, který byl provizorně vyřešen. Při realizaci prototypu bude potřeba důkladnější rozbor problému a jeho vyřešení. Zásadním problémem, který se objevil již na samotném začátku práce, byly zadané maximální rozměry ASK. Nakonec bylo navrženo řešení, které splňuje zadané rozměry a stále plní danou funkci.

Předložený návrh automatického stavěče kuželek může sloužit k dalšímu vývoji a přípravě prototypu. Mechanizmus automatického stavění kuželek na dráhu může být vylepšen například o čelisťový zvedák na nespadlé kuželky anebo o magnetický zvedák nespadlých kuželek. Toto řešení by mohlo výrazně zvednout produktivitu a rychlost stroje, přičemž by nebylo potřeba tak velké množství kuželek v oběhu.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

[1] JOHN, Jiří. *Bowling a kuželky*. 1. vyd. Praha: Grada, 2001. ISBN 80-247-9048-3.

[2] JANČÁLEK, Jiří; Petr Holý. *Staré pověsti kuželkářské* [online]. nedatováno [cit. 2019-05-13]. Dostupné z: https://www.kuzelky.cz/dokumenty/ostatni/Ceske_kuzelky_1937-2007.pdf

[3] *Bowling History | Origin of Bowling* [online]. 2015 [cit. 2019-05-13]. Dostupné z: http://helpwithbowling.com/history-origins-of-bowling.php

[4] *Members - World Ninepin Bowling Association* [online]. 2019 [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: https://www.worldbowling-ninepin.org/en/members

[5] ANTIDOPINGOVÝ VÝBOR ČR. *Sportovně technické předpisy kuželkářského sportu* [online]. 2018 [cit. 2019-05-13]. Dostupné z: https://www.kuzelky.cz/dokumenty/predpisy/Pravidla-kuzelkarskeho-sportu.pdf

[6] PREZÍDIUM WNBA. *Technické předpisy World Ninepin Bowling Association* [online]. 2015 [cit. 2019-05-13]. Dostupné z: http://www.fiq-wnba.com

[7] ČKBF, Č B A. *Pravidla bowlingového sportu*. 2018.

[8] STRIKE MAKERS. *Bowlingové koule Strike Maker* [online]. [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: http://www.bowling-bmas.cz/Bowlingové koule Strike Maker

[9] OLD BOWLING. *Old Bowling - Development of the Automatic Pinsetter* [online]. [cit. 2019-05-13]. Dostupné z: http://oldbowling.com/page2.html

[10] ANDYS BOWL. *Brunswick A2 Pinsetter at Muskegon Heritage Museum - YouTube* [online]. Youtube. 2018 [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=Q45ndOaINaA

[11] JACOB KATZ. *Brunswick GSX Pinsetter Video* [online]. Youtube. 2010 [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=41t76wh4uX4

[12] PEARLLANES. *(4) Furukawa pinsetter all moving shot 2* [online]. Youtube. 2012 [cit. 2019-05-13]. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=PP_TmiqIOcc

[13] *Mendeley* [online]. 2018 [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: https://www.mendeley.com/profiles/tom-nevoral/

[14] HOW IT WORKS TEAM. *How does a bowling alley work? – How It Works* [online]. 2015 [cit. 2019-05-13]. Dostupné z: https://www.howitworksdaily.com/how-does-a-bowling-alley-work/

[15] J_RAKOW. *sweep gsx - Bowl-Tech* [online]. 2008 [cit. 2019-05-21]. Dostupné z: http://www.bowltech.com/forum/pinsetting-pinspotting-equipment/brunswick-gs-pinsetters/33196-sweep-gsx

[16] Bowling pin sweeping and clearing mechanism [online]. 20. září 1972. [cit. 2019-04-03]. Dostupné z: https://patents.google.com/patent/US3809400

[17] HOWARD M DOWDROYAL L BARROWSHOWARD M DOWDROYAL L BARROWS. Automatic bowling pinsetting machines [online]. 20. červen 1962. [cit. 2019-05-15]. Dostupné z: https://patents.google.com/patent/US3193290A/en?q=automated&q=pinsetter&q=machine&oq=automated+pinsetter+machine

[18] STEVEN LANIE MCCLOUD. Bowling ball and pin separator [online]. 13. září 2013. [cit. 2019-05-15]. Dostupné z: https://patents.google.com/patent/US9192851B2/en?q=automated&q=pinsetter&q=machine&oq=automated+pinsetter+machine

[19] SHEL BRANNAN. *How Bowling Pinsetters Work* [online]. 2001 [cit. 2019-05-13]. Dostupné z: https://entertainment.howstuffworks.com/pinsetter4.htm

[20] QUBICAAMF BOWLING PRODUCTS, Inc. *QubicaAMF XLi EDGE Pinspotter PIN DISTRIBUTOR MANUAL* [online]. 2012 [cit. 2019-05-13]. Dostupné z: https://manualy.bowlingservis.net/download/XLi-EDGE-Distributor.pdf

[21] *Machine Pinsetter Brunswick A2 Bowling* [online]. [cit. 2019-05-13]. Dostupné z: https://airfreshener.club/quotes/machine-pinsetter-brunswick-a2-bowling.html

[22] *Kuželky Česká Lípa* [online]. [cit. 2019-05-13]. Dostupné z: http://kuzelky.info/

[23] BRUNSWICK. *GS-X Pinzety | Brunswick Bowling* [online]. 2019 [cit. 2019-05-13]. Dostupné z: https://brunswickbowling.com/bowling-centers/equipment-parts-supplies/center-environment/pinsetters/gs-x-pinsetters

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Logo WNBA 14
Obr. 2: Kóty kuželky [6] 16
Obr. 3: Rozestavění kuželek [6] 17
Obr. 4: Bowlingové postavení [7] 19
Obr. 5: Bowlingové koule [8] 19
Obr. 6: Strunový stavěč kuželek [13] 21
Obr. 7: Brzdný a snímací mechanizmus 21
Obr. 8: Hlavní části ASK [13] 22
Obr. 9: Shrnovač Brunswick GS-X [14] 23
Obr. 10: Shrnovač [15] 23
Obr. 11: Rozmisťovací deska [16] 23
Obr. 12: Kuželkový výtah/separátor [17] 24
Obr. 13: Výtah kuželek [18] 24
Obr. 14: Žraločí ploutev 25
Obr. 15: Pozicová vačka [19] 25
Obr. 16: Pásový dopravník [18] 25
Obr. 17: Revolverový zásobník [20] 26
Obr. 18: Zásobník na koule [21] 26
Obr. 19: Výtah pro kouli 26
Obr. 20: Brunswick A-2 [20] 27
Obr. 21: Obě části Rozmisťovací desky [22] 28
Obr. 22: Řetězový zásobník [12] 28
Obr. 23: Součásti ASK 31
Obr. 24: Revolverový zásobník 32
Obr. 25: Houpačka plná prostřední pozice 32
Obr. 26: Houpačka prázdná prostřední pozice 32
Obr. 27: Uložení pro rohové kuželky 33
Obr. 28: Pozice uzavřena 33
Obr. 29: Pozice otevřena 33
Obr. 30: Iris 34
Obr. 31: Rozmisťovací deska 34
Obr. 32: Rozložená Iris 34
Obr. 33: Detail spodku pouzdra 35

Obr. 34: Vodící pouzdra 35
Obr. 35: Tubus – prostřední 35
Obr. 36: Tubus 35
Obr. 37: Shrnovač kuželek 36
Obr. 39: Shrnovač zvednut 36
Obr. 38: Profil vodící kolejnice 36
Obr. 40: Spojovací člen 36
Obr. 41: Kuželkový výtah 37
Obr. 42: Vyklápěcí část výtahu 37
Obr. 43: Pant vynašeče 37

SEZNAM TABULEK

Tab. 1: Hrací doba [5] 15
Tab. 2: Skóre po Double [7] 18
Tab. 3: Skóre Triple [7] 18
Tab. 4: Skóre po nedohozu [7] 18
Tab. 5: Skóre po spare [7] 18
Tab. 6: Patentový přehled 29

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Model ASK – celkový náhled
Příloha 2: Model ASK – pohled ze předu
Příloha 3: Model ASK – pohled z boku
Příloha 4: Model ASK – pohled ze shora
Příloha 5: Rozmisťovací deska
Příloha 6: Shrnovací deska
Příloha 7: Revolverový zásobník
Příloha 8: Kuželkový výtah
Příloha 9: 3D model ASK (PDF)