



**FAKULTA
STROJNÍ
ČVUT V PRAZE**

Ústav konstruování a částí strojů

Návrh kazetové sluneční markýzy

Side sun awning design

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2024

Jakub Kořánek

Studijní program: B2342 TEORETICKÝ ZÁKLAD STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

Studijní obor: Bezoborový studijní program

Vedoucí práce: Ing. Jan Hoidekr, Ph.D.

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Kořánek** Jméno: **Jakub** Osobní číslo: **509083**
Fakulta/ústav: **Fakulta strojní**
Zadávající katedra/ústav: **Ústav konstruování a částí strojů**
Studijní program: **Teoretický základ strojního inženýrství**
Studijní obor: **bez oboru**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Návrh kazetové sluneční markýzy

Název bakalářské práce anglicky:

Side sun awning design

Pokyny pro vypracování:

- 1) Proveďte rešerši slunečních markýz se zaměřením na jejich konstrukční řešení, pohony, senzorové vybavení, materiálové řešení, montáž, atd.
- 2) Dle konkrétního zadání navrhnete vlastní konstrukční řešení kazetové markýzy. K navrženému řešení vytvořte 3D model.
- 3) Proveďte rozbor zatížení markýzy a vybrané konstrukční uzly pevnostně zkontrolujte.
- 4) Proveďte odhad ceny výroby a montáže včetně porovnání s komerčně dostupnými řešeními.

Seznam doporučené literatury:

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

Ing. Jan Hoidekr, Ph.D. ústav konstruování a částí strojů FS

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **09.04.2024**

Termín odevzdání bakalářské práce: **02.08.2024**

Platnost zadání bakalářské práce: _____

Ing. Jan Hoidekr, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) práce

Ing. František Lopot, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

doc. Ing. Miroslav Španiel, CSc.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Student bere na vědomí, že je povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.

Datum převzetí zadání

Podpis studenta

Prohlášení

Tímto prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením Ing. Jana Hoidekra, Ph.D., za pomoci podkladů uvedených v seznamu použité literatury.

V Praze dne: 26.5.2024

Jakub Kořánek

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu panu Ing. Janu Hoidekrovi, Ph.D za vstřícnost, ochotu a cenné poznatky při tvorbě této práce. Dále bych rád poděkoval za oporu svým přátelům. V neposlední řadě patří obrovské poděkování mé rodině za bezmeznou podporu během celého mého dosavadního studia.

Anotační list

Jméno autora:	Jakub Kořánek
Název bakalářské práce:	Návrh kazetové sluneční markýzy
Anglický název:	Side sun awning design
Akademický rok	2023/24
Ústav:	Ústav konstruování a částí strojů
Vedoucí bakalářské práce:	Ing. Jan Hoidekr, Ph.D.
Bibliografické údaje:	Počet stránek: 77 Počet obrázků: 72 Počet tabulek: 20 Počet příloh: 4
Klíčová slova:	kazetová markýza, stínění, napínací mechanismus
Keywords:	cassette awning, shading, tensioning mechanism
Anotace:	Tématem této bakalářské práce je návrh kazetové markýzy pro stínění prostoru terasy o rozměrech 4x2,5 m. Obsahem rešeršní části je rozdělení venkovních stínících prvků se zaměřením na markýzy samotné. Konstrukční část je věnována návrhu kazetové markýzy a návrhovým a kontrolním výpočtům vybraných uzlů. Součástí práce je také rozvaha výrobních nákladů navrženého řešení.
Abstract:	The topic of this bachelor's thesis is the design of a cassette awning for shading a terrace area with dimensions of 4x2.5 m. The content of the research part is the division of outdoor shading structures with a focus on the awnings itself. The construction part is dedicated to the design of the cassette awning and the design and control calculations of the selected nodes. The thesis also includes a cost analysis of the designed solution.

Obsah

Seznam zkratk a symbolů	1
1. Úvod	4
2. Teoretická část.....	5
2.1. Rozdělení stínících prvků	5
2.2. Venkovní stínící prvky	6
2.2.1. Pergoly.....	6
2.2.2. Venkovní rolety	7
2.2.3. Venkovní žaluzie	9
2.2.4. Slunolamy.....	10
2.2.5. Markýzy	10
2.3. Rozdělení markýz.....	11
2.3.1. Košové markýzy.....	11
2.3.2. Markýzy pro zimní zahrady.....	12
2.3.3. Vertikální markýzy	13
2.3.4. Kloubové markýzy	14
Sklopné markýzy	14
Výsuvné markýzy	15
2.4. Pohony markýz.....	18
2.4.1. Ruční pohon	18
2.4.2. Motorový pohon	19
2.5. Senzorové vybavení markýz.....	21
2.5.1. Otřesový senzor	21
2.5.2. Větrný senzor	21
2.5.3. Sluneční senzor	22
2.6. Druhy markýzových látek	23
2.6.1. Látky z přírodních materiálů	23
2.6.2. Látky ze syntetických materiálů	23
2.7. Montáž výsuvných markýz.....	24
2.7.1. Montáž do střešních krokví.....	24
2.7.2. Montáž do zdi	24
2.7.3. Systém TherMax.....	25

3. Konstrukční část.....	26
3.1. Základní rozměrové parametry markýzy.....	26
3.1.1. Šířka a délka vysunutí.....	26
3.1.2. Úhel sklopení	27
3.1.3. Rozměry ramen.....	27
3.2. Silová a momentová analýza.....	28
3.2.1. Statická analýza	30
Reakce v bodě A	31
Reakce v bodě B	33
3.2.2. Statická analýza s působením větru	33
3.2.3. Stanovení bezpečnosti pro návrhové výpočty	34
3.3. Návrh napínacích ramen	35
3.3.1. Návrh pružiny	36
3.3.2. Pevnostní kontrola ramene.....	38
3.4. Návrh spojení ramen s kazetou	42
3.4.1. Průměr čepu.....	42
Návrh průměru z pevnostní podmínky stříhu.....	43
Návrh průměru z pevnostní podmínky pro otláčení.....	43
3.4.2. Kontrola na ohyb	44
3.5. Návrh sklápěcího mechanismu	48
3.5.1. Návrh brzdy	48
3.5.2. Kontrola evolventního drážkování	51
3.5.3. Návrh rovnobokého drážkování.....	53
3.5.4. Návrh šnekového převodu.....	54
3.6. Návrh podpěr	56
3.6.1. Návrh svarového spoje.....	57
3.7. Zbylé konstrukční detaily.....	59
3.7.1. Navíjecí hřídel	59
3.7.2. Motor markýzy.....	59
3.7.3. Látka	60
3.7.4. Kazeta	60
3.7.5. Montáž markýzy k budově.....	61

4. Rozvaha výrobních nákladů	63
5. Závěr.....	66
6. Bibliografie	67
7. Seznam obrázků.....	73
8. Seznam tabulek	76
9. Seznam příloh.....	77

Seznam zkratek a symbolů

Symbol	Jednotka	Poznámka
a	$[mm]$	Délkový rozměr
a_o	$[mm]$	Osová vzdálenost
a_s	$[mm]$	Tloušťka svaru
B	$[mm]$	Délkový rozměr
b	$[mm]$	Délkový rozměr
c	$[mm]$	Délkový rozměr
c_p	$[N \cdot mm^{-1}]$	Tuhost pružiny
d	$[mm]$	Délkový rozměr
d_c	$[mm]$	Průměr čepu
d_p	$[mm]$	Průměr kloubu ramene
D_e	$[mm]$	Vnější průměr pružiny
F_1	$[N]$	Minimální pracovní zatížení pružiny
F_8	$[N]$	Maximální pracovní zatížení pružiny
F_9	$[N]$	Mezní zatížení pružiny
F_{celk}	$[N]$	Celková zatěžující síla
F_{CN}	$[N]$	Maximální ovládací síla - provozní
F_{CP}	$[N]$	Maximální ovládací síla - odblokování
F_{g1}	$[N]$	Tíhová síla
F_{g2}	$[N]$	Tíhová síla
F_{g3}	$[N]$	Tíhová síla
F_{gc}	$[N]$	Tíhová síla
F_{ot}	$[N]$	Síla v otláčení
F_p	$[N]$	Síla v pružině
F_{rx}	$[N]$	Reakční síla ve směru x
F_{ry}	$[N]$	Reakční síla ve směru y
F_{rz}	$[N]$	Reakční síla ve směru z
F_{st}	$[N]$	Střižná síla
F_v	$[N]$	Síla větru
h	$[mm]$	Délkový rozměr
h_z	$[mm]$	Výška drážky

H	$[mm]$	Délkový rozměr
H_p	$[mm]$	Zdvih pružiny
i	$[-]$	Převodový poměr
k	$[-]$	Bezpečnost
k_D	$[-]$	Bezpečnostní součinitel
L_0	$[mm]$	Délka nezatížené pružiny
L_1	$[mm]$	Délka pružiny při minimálním zatížení
L_8	$[mm]$	Délka plně zatížené pružiny
l	$[mm]$	Délkový rozměr
l_c	$[mm]$	Délkový rozměr
M_1	$[N \cdot mm]$	Vstupní moment
M_2	$[N \cdot mm]$	Výstupní moment
M_k	$[N \cdot mm]$	Kroutící moment
M_{kmax}	$[N \cdot mm]$	Maximální kroutící moment
M_{nap}	$[N \cdot mm]$	Napínací moment
M_o	$[N \cdot mm]$	Ohybový moment
M_{omax}	$[N \cdot mm]$	Maximální ohybový moment
M_{rx}	$[N \cdot mm]$	Reakční moment k ose x
M_{ry}	$[N \cdot mm]$	Reakční moment k ose y
M_{rz}	$[N \cdot mm]$	Reakční moment k ose z
M_x	$[N \cdot mm]$	Moment k ose x
M_z	$[N \cdot mm]$	Moment k ose z
m	$[kg]$	Hmotnost
m_n	$[-]$	Normálový modul
n_1	$[ot \cdot min^{-1}]$	Vstupní otáčky
n_2	$[ot \cdot min^{-1}]$	Výstupní otáčky
p	$[MPa]$	Tlak v otláčení
p_D	$[MPa]$	Dovolený tlak v otláčení
p'_D	$[MPa]$	Redukovaný dovolený tlak v otláčení
p_N	$[N \cdot m^{-2}]$	Jmenovitý tlak větru
p_S	$[N \cdot m^{-2}]$	Dovolený tlak větru
P_1	$[W]$	Vstupní výkon
q	$[-]$	Součinitel průměru šneku
q_o	$[N \cdot mm^{-1}]$	Hodnota spojitého zatížení



Q	$[N]$	Síla nahrazující spojité zatížení
R_a	$[N]$	Reakce v bodě A
R_b	$[N]$	Reakce v bodě B
S_w	$[N \cdot mm^{-2}]$	Porovnávací napětí
s_1	$[mm]$	Deformace pružiny při min. zatížení
s_2	$[mm]$	Deformace pružiny při max. zatížení
T	$[N]$	Posouvající síla
W_o	$[mm^3]$	Průřezový modul v ohybu
z	$[-]$	Počet zubů
α	$[^\circ]$	Úhlový rozměr
α_n	$[^\circ]$	Úhel profilu
$\alpha_{\tau\perp}$	$[-]$	Součinitel anizotropie - kolmý
$\alpha_{\tau\parallel}$	$[-]$	Součinitel anizotropie - rovnoběžný
β	$[^\circ]$	Úhlový rozměr
β_t	$[-]$	Součinitel tloušťky svaru
δ	$[^\circ]$	Úhlový rozměr
ϵ	$[^\circ]$	Úhlový rozměr
η	$[-]$	Účinnost
γ	$[^\circ]$	Úhlový rozměr
γ_s	$[^\circ]$	Úhel stoupání
κ	$[^\circ]$	Úhlový rozměr
ω	$[rad \cdot s^{-1}]$	Úhlová rychlost
ψ	$[^\circ]$	Úhlový rozměr
ψ_{kz}	$[-]$	Součinitel korekce zubů
ρ_z	$[^\circ]$	Třecí úhel
σ_D	$[N \cdot mm^{-2}]$	Dovolené napětí
σ_e	$[N \cdot mm^{-2}]$	Mez kluzu
σ_o	$[N \cdot mm^{-2}]$	Ohybové napětí
σ_p	$[N \cdot mm^{-2}]$	Mez pevnosti
τ_D	$[N \cdot mm^{-2}]$	Dovolené napětí ve stříhu
τ_s	$[N \cdot mm^{-2}]$	Napětí ve stříhu
τ_{\parallel}	$[N \cdot mm^{-2}]$	Rovnoběžné napětí ve svaru
τ_{\perp}	$[N \cdot mm^{-2}]$	Kolmé napětí ve svaru

1 Úvod

Venkovní stínící prvky hrají klíčovou roli při optimalizaci prostředí teras, zahrad a venkovních prostorů vůbec. Správná volba stínící techniky není spjata pouze s venkovním stíněním. Jejich správné použití může vést také ke zlepšení tepelného komfortu vnitřních prostor a optimalizaci celkové energetické náročnosti budov zejména v letních měsících.

V této bakalářské práci se zabývám návrhem kazetové markýzy. Markýzy obecně jsou hojně využívaným prvkem pro stínění nejen teras. Svou konstrukcí umožňují efektivní stínění rozsáhlých ploch při zachování minimálního prostoru využitého pro jejich instalaci.

V první části rešerše této práce se zabývám popisem nejčastěji používaných stínících prvků, které jsou v dnešní době na trhu dostupné. V části druhé se zaměřuji zejména na markýzy samotné.

Konstrukční část práce je věnována návrhu kazetové markýzy dle zvolených parametrů. Návrhy dílčích prvků jsou podloženy návrhovými a pevnostními výpočty.

V poslední části jsem provedl rozvahu výrobních nákladů navrženého řešení, která poskytuje přehled výdajů spojených s výrobou a montáží markýzy.

2 Teoretická část

2.1 Rozdělení stínících prvků

Základním rozdělením stínících prvků, respektive slunečních clon, je rozdělení na pevné a pohyblivé clony. Dále lze sluneční clony rozdělit podle různých hledisek:

Dle umístění na:

- interiérové,
- meziokenní,
- exteriérové.

Exteriérové (venkovní) prvky lze dále rozdělit podle umístění vzhledem k budově na samostatně stojící a fasádní. [1]

Dle směru ve vztahu k okennímu otvoru na:

- horizontální,
- vertikální,
- roštové.

Dle pohonu:

- ruční,
- elektrické (motorové).

Elektrické pohony se dělí podle druhu ovládání na individuální (každý prvek má svůj vlastní ovládací spínač), centrální (jednotlivé spínače, jsou napojeny na společnou ovládací sběrnici), dálkové (spínač každého prvku je vybaven přijímačem dálkového ovládání) a inteligentní (řízení je zajištěno centrálním systémem, podle zadaných parametrů a výstupů z čidel). [1],[2]

2.2 Venkovní stínící prvky

2.2.1 Pergoly

Pergoly jsou venkovní stínící prvky, jejichž historie sahá až do 2. století před naším letopočtem, kdy tyto stavby byly využívány jako podpěry pro vinnou révu či okrasné popínavé květiny. [3]

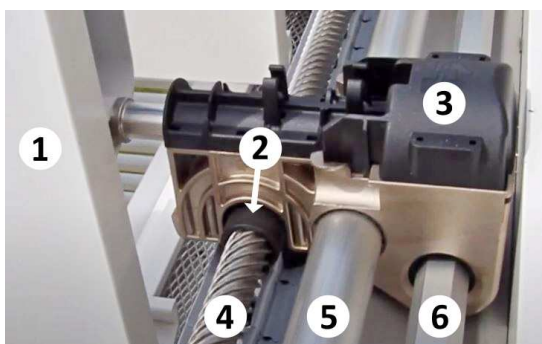
Pergoly se staví jako samostatně stojící nebo připojené k domu. Konstrukce pergol se skládá z volně stojících sloupků, které jsou pospojovány. Tradičním konstrukčním materiálem je dřevo. Pro vytvoření moderního vzhledu, zajištění delší životnosti a nenáročné údržby se volí hliníkové profily. Celá konstrukce bývá dále zastřešena krytinou různých materiálů (PVC, polykarbonát a další). Místo střešní krytiny lze také využít elektricky ovládané lamely. [4][5]



Obr. 1 – Samostatná pergola [6]

Obr. 2 – Pergola připojená k domu [7]

Na obrázku 3 je vyobrazen mechanismus S-drive firmy Renson, který slouží k pohonu a natáčení střešních lamel pergoly. Pohybový šroub vysouvá a zasouvá lamely po celé délce střechy. Jakmile jsou lamely v požadované pozici, lze je naklápět pomocí šestihřanného hřídele. [8]



Obr. 3 – Mechanismus S-Drive [8]

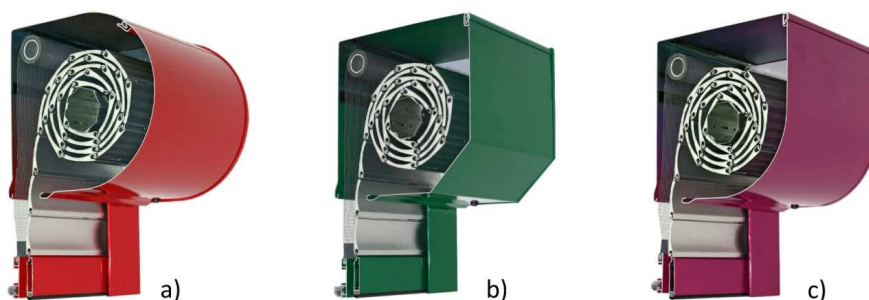
1 – Lamela; 2 – Matice; 3 – Šnekový převod; 4 – Vodící šroub; 5 – Lineární vedení;
6 – Natáčecí hřídel

2.2.2 Venkovní rolety

Venkovní rolety jsou stínící prvky, jejichž konstrukce se skládá ze tří základních částí: pancíře, schránky a postranních vodících lišt. Pancíř je soubor jednotlivě pospojovaných lamel. Lamely jsou z každé strany vedeny ve vodících lištách, které zajišťují pouze vertikální pohyb. V případě vytažení rolety se pancíř svine do schránky, která tak tvoří ochranu proti okolnímu prostředí. [1]

Rolety pro venkovní použití se rozdělují podle umístění schránky na předokenní a nadokenní. Předokenní se dále dělí podle zabudování schránky vzhledem k opláštování budovy na přiznané a podomítkové. [1][2]

Rolety předokenní s přiznanou neboli viditelnou schránkou jsou vhodné pro dodatečnou montáž na fasádu budovy. Schránka rolety se umísťuje nad okenní rám a má tvar čtvrtkruhu, půlkruhu, či je konstruována s úkosem pod úhlem od 20° do 90°. Vodící lišty jsou montovány na rám okna nebo na fasádu budovy. [2],[9]



Obr. 4 – Schránky přiznaných rolet [9]

a) - Půlkruhová schránka; b) - Schránka s úkosem; c) - Čtvrtkruhová schránka

Konstrukce podomítkových rolet je velice podobná roletám předokenním. Liší se však umístěním schránky. Ta se v tomto případě vkládá do okenního překladu a z venkovní strany je překryta termoizolací a vrstvou fasády. Schránka je tedy zabudovaná vně stěny a není přímo viditelná. Jediným viditelným prvkem jsou vodící lišty, které se umísťují na rám okna nebo fasádu. [10],[2]



Obr. 5 – Přiznaná roleta [2]

Obr. 6 – Podomínková roleta [2]

V novostavbách a při výměně starých oken za nová se využívá nadokenních rolet. U tohoto typu rolet je schránka zabudována přímo nad okenní rám a jako celek spolu s oknem je vložena do stavebního otvoru budovy. Díky tomuto řešení lze docílit jednotného vzhledu fasády a konstrukce rolety tak nenarušuje celkový vizuál budovy. [2], [11],[1]



Obr. 7 – Nadokenní roleta [12]

Všechny typy rolet lze ovládat ručně (popruhem, šňůrou nebo klikou), tak i motoricky. Motorické ovládání je více praktické, protože odstraňuje fyzickou námahu, jelikož konstrukce bývá poměrně robustní. Dále umožňuje centrální řízení více rolet najednou a plnou automatizaci ovládání. [2]

Rolety nejen že poskytují možnost zastínění interiéru, ale jsou také velice dobrým izolačním prvkem a příznivě tak ovlivňují energetickou náročnost budovy. Podle

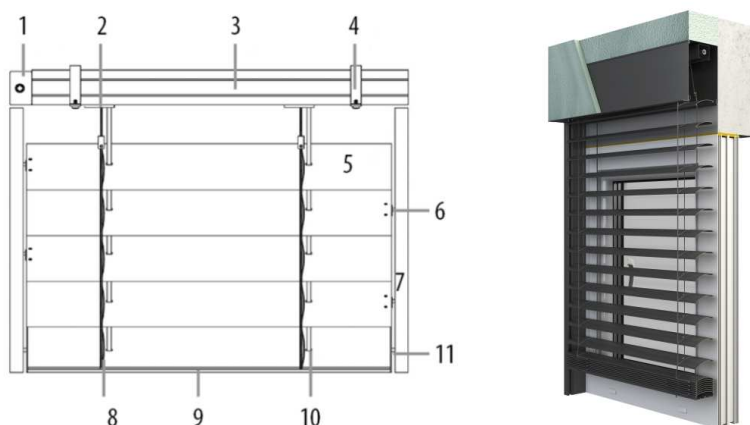
normy DIN 4108 je hodnota redukčního součinitele F_c pro rolety 0,3. Tento součinitel vyjadřuje míru, do jaké prvek sníží přenos tepla z budovy. Díky roletám lze tedy udržet až 70 procent tepla unikajícího skrz okna budovy. [2]

2.2.3 Venkovní žaluzie

Venkovní žaluzie patří mezi nejpoužívanější prvky venkovního stínění. Svoji konstrukcí jsou podobné roletám, a i stejně je lze rozdělit podle umístění schránky na přiznané a podomítkové. Lamely se vyrábí z hliníku ve třech různých tvarech: C, S a Z. Čím více je lamela lomená, tím lepších izolačních a stínících vlastností žaluzie dosahuje, jelikož lamely na sebe lépe dosedají. Lamely se ukládají do žebříčku, který zajišťuje jejich natáčení. Ze stran pak mohou být uloženy ve vodících lištách. Zvedání a spuštění zajišťují textilní pásky, které jsou připevněny k navíječi. [13],[2]

Nespornou výhodou venkovních žaluzií oproti roletám je možnost regulace. Díky možnosti naklápění a vysouvání tak lze velice jednoduše regulovat množství světla, které proniká do interiéru.[13]

Stejně jako rolety i žaluzie dosahují velice dobrých izolačních schopností. Redukční součinitel venkovních žaluzií dosahuje podle normy DIN 4108 až hodnoty 0,2. [2]



Obr. 8 – Venkovní žaluzie [2],[14]

- 1 - Převodovka; 2 - Navíječ; 3 - Horní profil; 4 - Držák horního profilu; 5 - Lamela;
- 6 - Vodící trn; 7 - Vodící lišta; 8 - Žebříček; 9 - Dolní profil; 10 - Páska;
- 11 - Krytka dolního profilu

2.2.4 Slunolamy

Jak již z názvu vypovídá, slunolam je zařízení sloužící k lámání (odklonění) slunečních paprsků. Slunolam tedy redukuje přímé sluneční světlo, které proniká do interiéru. Tímto nedochází k nadměrnému přehřívání místností, ve kterých díky nepřímému záření zůstává stále dostatek světla. [15] [2]

Základem konstrukce slunolamu jsou statické nebo pohyblivé lamely, které odklání sluneční paprsky. Tvar a velikost slunolamu závisí na konkrétním konstrukčním řešení. Lze je však rozdělit do dvou základních skupin podle umístění vzhledem k budově na: horizontální a vertikální. Typ slunolamu se nejčastěji volí podle světové orientace. Na stranu jižní se například volí horizontální konstrukce slunolamu. Toto rozložení se vyplatí obzvláště v letních měsících, kdy se slunce pohybuje vysoko na obloze. [15],[2]



Obr. 9 – Horizontální slunolam [16]



Obr. 10 – Vertikální slunolam [17]

V kapitole 2.1.1 jsem zmínil způsob zastřešení pergol pomocí naklápěcích lamel. V tomto případě se jedná o speciální horizontální slunolam. Díky tomuto řešení lze regulovat nejen míru osvětlení, ale i proudění vzduchu pergolou. V případě nepříznivého počasí lze i díky konstrukci lamel střechu zcela uzavřít. Vzhledem k množství funkcí, které slunolam nabízí se využívá i název bioklimatický systém. [15]

2.2.5 Markýzy

Markýzy patří mezi stínící prvky, které se využívají pro stínění teras, balkonů, zimních zahrad nebo výloh obchodů. Vzhledem k malému zástavbovému prostoru je markýzy vhodné použít právě pro terasy, jelikož umožňují zastínění velkých ploch bez použití sloupků či jiných podpůrných konstrukcí. [18]

Jelikož se jedná o hlavní téma této práce, tak se budu markýzám detailněji věnovat v následujících kapitolách teoretické části.

2.3 Rozdělení markýz

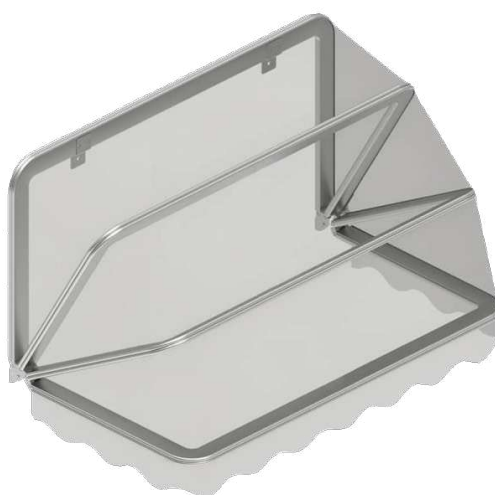
Markýzy lze rozdělit dle různých hledisek. Mezi nejčastější patří dělení podle typu konstrukce a ochrany látky. Podle konstrukce se markýzy dělí na košové, kloubové, vertikální a markýzy pro zimní zahrady. Kloubové markýzy pak lze dále rozdělit podle provedení ramen na sklopné a výsuvné. [19]

Jestliže látka navinutá na hřídeli není chráněna proti okolnímu prostředí, jedná se o markýzu otevřenou. Dalším typem jsou markýzy polokazetové, které mají svinutou látku chráněnou v kazetě. Ramena v tomto provedení jsou však upevněna na profilu pod kazetou a chráněna proti okolnímu prostředí nejsou. Posledním typem jsou markýzy kazetové, u kterých jsou chráněna v kazetě i ramena. [19],[2]

2.3.1 Košové markýzy

Košové markýzy, též nazývané korbové markýzy, se od ostatních druhů markýz liší svojí konstrukcí, která je tvořena hliníkovými profily různých tvarů. Tyto profily tvoří nosný rám, takzvaný koš, přes který je natažena krycí látka. Rámová konstrukce se navrhuje jako pevná, a tudíž nevyžaduje žádný druh pohonu. Pro krytí se nejčastěji volí látky z vrstveného PVC nebo akrylové látky s povrchovou úpravou proti dešti a UV záření. [20],[21]

Tento druh markýz se využívá především pro zakrytí výloh, vstupů do budov či předzahrádek restaurací. [20],[21]



Obr. 11 – Košová markýza [22]

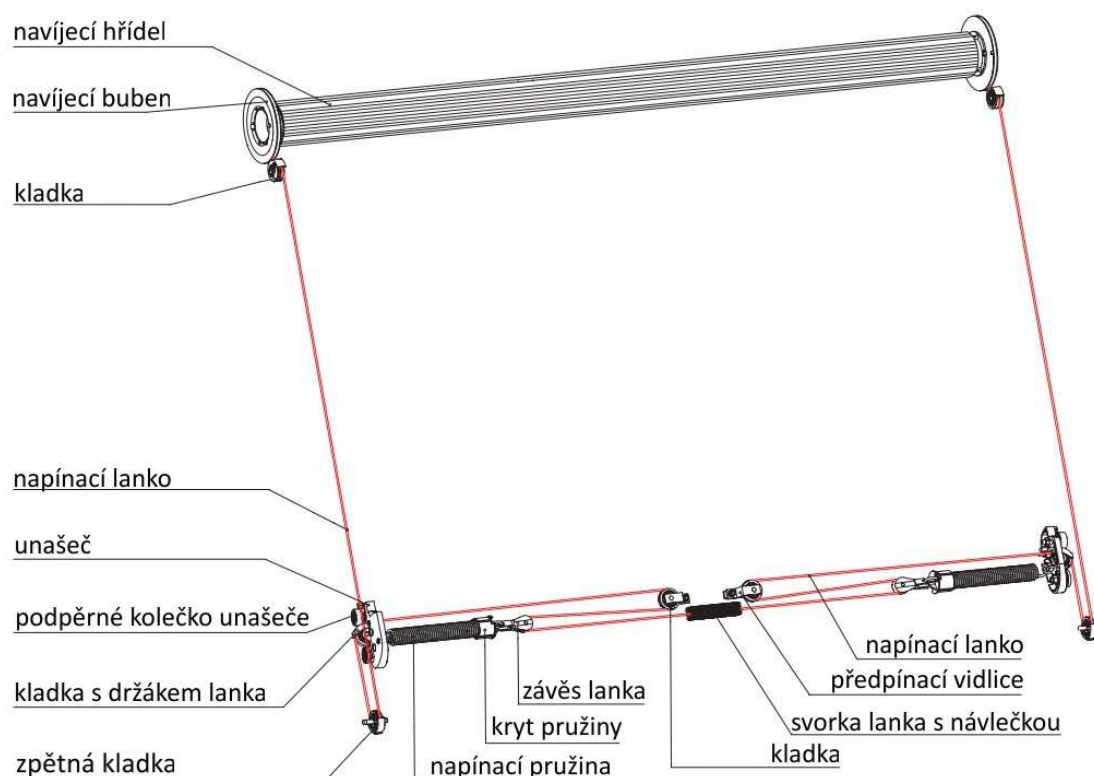
2.3.2 Markýzy pro zimní zahrady

Markýzy je vhodné využít i pro stínění zimních zahrad. Markýzy pro zimní zahrady je možné umístit pod zasklenou střechu, kde jsou chráněny, popřípadě i přímo na střechu zimní zahrady. Umístění na střechu sice vystaví markýzu venkovnímu prostředí, nicméně zejména v letních dnech pak markýza mnohem lépe zamezuje zahřívání prostoru zahrady, jelikož sluneční paprsky jsou odkloněny ještě před průchodem přes zasklenou střechu. [23],[24]



Obr. 12 – Markýza zimní zahrady umístěná na střeše [25]

Látka markýzy je společně s čelním profilem vedena ve vodících lištách. Napínací mechanismus látky je uložen v čelním profilu. Je tvořen sestavou jedné nebo dvou tažných pružin, kladek a lanka. Během odvíjení látky se napínací lanko navíjí na buben a přes systém kladek stahuje čelní profil. Požadovaný tah na látku pro napnutí je pak vyvozen předepnutými pružinami (Obr.13). Pohon markýzy je řešen zejména pomocí motoru uvnitř hřídele. [23],[24]

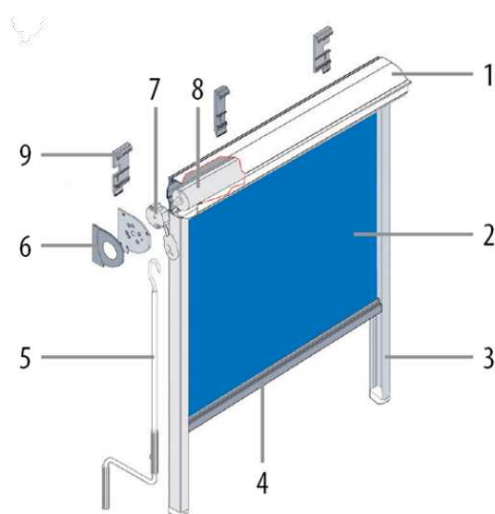


Obr. 13 – Schéma napínacího mechanismu markýzy pro zimní zahrady [23]

2.3.3 Vertikální markýzy

Vertikální markýzy se využívají nejen pro stínění oken, kde mimo jiné dotváří i celkový vzhled budovy, ale i jako clony pergol, balkonů nebo teras kde mohou sloužit jako ochrana před větrem a deštěm. [26],[2]

Na obrázku 14 je zobrazeno schéma vertikální markýzy. U této konstrukce je látka, která se odvíjí z hřídele vedena v bočních lištách. Dalšími způsoby vedení je například vedení pomocí lanka, tyče nebo pomocí speciálního ZIP systému, kde je mezera mezi látkou a profilem plně uzavřená. Napínání látky je zajištěno pomocí gravitace nebo využitím pružinového mechanismu na bázi protitahu. U tohoto typu markýzy lze využít ruční i motorový pohon. [26],[2]



Obr. 14 – Schéma vertikální markýzy [2]

1 - Kazeta; 2 - látka; 3 - vodící lišta; 4 - spodní profil; 5 - klika; 6 - boční kryt; 7 - Převodovka; 8 - Hřídel; 9 - Montážní konzola

2.3.4 Kloubové markýzy

Mezi nejpoužívanější druh markýz patří markýzy kloubové. Jak jsem již zmínil v úvodu kapitoly, kloubové markýzy lze rozdělit na dva typy: sklopné a výsuvné. [19]

Sklopné markýzy

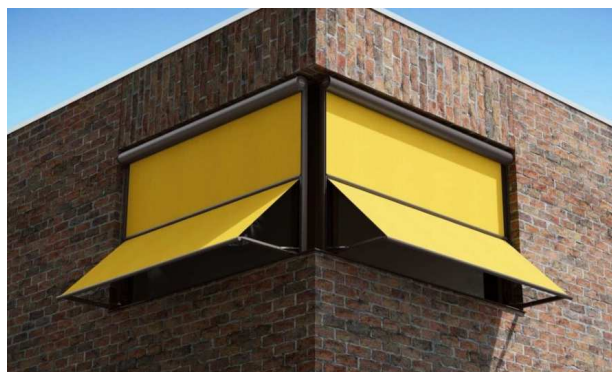
Sklopné markýzy se využívají v místech, kde je potřeba zastínit menší prostor, nebo není možné nainstalovat markýzu výsuvnou z důvodu malé nosnosti v místě montáže. Hojně se využívají například pro stínění balkonů, jelikož nabízí jednoduchou konstrukci s menší hmotností. Konstrukce se skládá z navíjecí hřídele a dvou sklopných ramen, která jsou od sestavy s hřídelí oddělena a montována samostatně. Tímto je dosaženo mnohem lepšího rozložení váhy oproti markýzám výsuvným, jelikož celková váha je rozdělena na hřídel a ramena. Montáž ramen se provádí do stěny budovy. V případě balkonů je možné využít speciálních úchytů a ramena připevnit na zábradlí balkonu. Ramena jsou v místě vetknutí kloubově uložena a jejich pohybem dochází ke sklápění a napnutí látky. V závislosti na provedení jsou ramena schopna otáčení v rozmezí 0-180°. Aby bylo zajištěno dostatečné napnutí látky a zamezilo se zpětnému sklopení ramen vlivem větru jsou ramena vybavena pružinovým mechanismem (například využití spirálové pružiny v kloubu ramena). [27],[28],[19]

Součástí některých modelů sklopných markýz může být i dělicí hřídel. Ta je upevněna ve vodících lištách, které jsou v úrovni sklopných ramen a slouží k udržení látky ve svislém směru. Díky tomu je možné úroveň stínění plně regulovat. [2]

Sklopné markýzy se vyrábí v otevřeném a kazetovém provedení. U otevřeného provedení je vhodné navíjecí hřídel montovat v místě kde bude alespoň částečně kryta proti povětrnostním podmínkám, aby nedocházelo k poškození látky. [19]



Obr. 15 – Sklopná markýza [27]



Obr. 16 – Markýza s dělicí hřídelí [29]

Výsuvné markýzy

Výsuvné markýzy se od sklopných liší v konstrukci a umístění napínacích ramen. Zatímco u sklopných markýz jsou ramena montována samostatně, u výsuvných jsou součástí konstrukce společně s navíjecí hřídelí. Markýza se tak k budově montuje jako celek. Ramena mohou být připevněna na nosném profilu (markýzy s nosným profilem) nebo integrována do postranních nosných chytů (markýzy bez nosného profilu). Konstrukce s nosným profilem zajišťuje větší tuhost markýzy a je tak vhodné ji využít zejména u markýz větších rozměrů. Výhodou této konstrukce je také možnost připevnění středové vzpěry navíjecí hřídele, která zajišťuje rovnoměrné napnutí látky ve středu markýzy. Nevýhodou markýz s nosným profilem oproti markýzám bez nosného profilu je jejich větší hmotnost a vyšší pořizovací cena. [19],[2]



Obr. 17 – S nosným profilem [30]



Obr. 18 – Bez nosného profilu [30]

Napínání látky je zajištěno pomocí pružinového mechanismu, který je integrován uvnitř ramen (Obr.19). Ramena se skládají ze dvou částí, které jsou uprostřed spojeny čepem. Tahu je docíleno pomocí jedné nebo dvou tažných pružin. Ty jsou upevněny v první části ramene. Pružiny jsou s druhou částí spojeny pomocí ocelových lanek, Flyerova řetězu, článkového řetězu nebo bionické šlachy (speciálně navržená kevlarová páska od firmy Markilux). Tímto spojením pružina udržuje obě části ramena v přímé poloze. Jakmile dojde k ohýbání v kloubu, pružina se natáhne a vytvoří požadovaný tlak. Výsledná síla je z ramen přenášena na přední profil, ve kterém je připevněna látka. [31],[32]



Obr. 19 – Napínací mechanismus ramen [33]



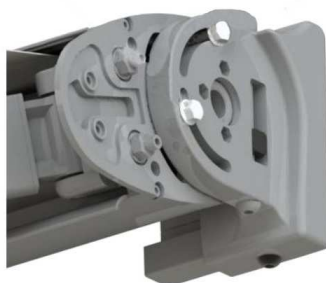
Obr. 20 – Druhy spojení částí ramen [31],[34],[35]

a) - Ocelová lanka; b) - Článkové řetězy; c) - Bionická šlacha; d) - Flyerův řetěz

Pro dosažení odolnosti proti dešti je třeba markýzu osadit látkou, která toto umožní a dodržet minimální spád 14°. Samotné naklápění markýzy se provádí třemi způsoby. Nastavením sklonu ramen změnou polohy distančních šroubů nebo pomocí kliky a převodových mechanismů v místech, kde jsou ramena přimontována k nosné konstrukci. V tomto případě nemusí uživatel složitě šplhat k markýze, ale sklon lze změnit pohodlně ze země. Sklon je nicméně nutný v obou případech změnit na každém ramenu zvlášť. Třetím způsobem je v případě kazetových markýz naklonění celé kazety markýzy pomocí fixačních šroubů, které se nachází v krajních podpěrách. [2],[36]



Obr. 21 – Sklápění pomocí převodu [37]



Obr. 22 – Sklápění kazetové markýzy [36]



Obr. 23 – Sklápění pomocí dorazů [38]

Odolnost markýzy proti větru je dána celkovou konstrukcí. Podle normy ČSN EN 13561 zabývající se funkčností a bezpečnostními požadavky na vnější clony lze odolnost proti větru rozdělit do šesti tříd na základě plošného zatížení (Tab.1). [39]

Tab. 1 – Třídy odolnosti proti zatížení větrem [39]

Třídy	0	1	2	3	4	5	6
Jmenovitý tlak větru $p_N [N \cdot m^{-2}]$	< 40	40	70	110	170	270	400
Dovolený tlak větru $p_s [N \cdot m^{-2}]$	< 48	48	84	132	204	324	480

Pro kloubové markýzy je určena maximální třída ochrany 2. Třídy 4 až 6 jsou určeny pro konstrukce, kdy je látka pevně vedena v bočních lištách (například markýzy pro zimní zahrady). Při zatížení větrem o jmenovitém tlaku p_N nesmí dojít k deformaci ani poškození, které by ovlivnilo ovládání markýzy. Dovolený tlak p_N představuje maximální přípustné zatížení větrem, kdy nesmí poškození clony ohrozit osoby v jejím blízkém okolí. [39]

2.4 Pohony markýz

Pro markýzy a všechny stínící prvky, které mají zabudovanou navíjecí hřídel, je možné využít dvou typů pohonů: ruční a motorové. [2]

2.4.1 Ruční pohon

Ruční pohon markýz se skládá z převodu s klikovým ovládáním. Odnímatelná klika se zasouvá ze spodní strany markýzy do oka, které je přímo nebo pomocí kloubové spojky napojeno na převod. Použití kloubové spojky dovolí vyosení kliky a uživatel nemusí při rolování stát přímo pod markýzou. Jelikož je potřeba docílit převodu do pravého úhlu, využívá se nejčastěji šnekového soukolí. Výhodou tohoto převodu je dosažení velkého převodového poměru a obsluha tak nemusí vynaložit velké množství síly pro manipulaci s látkou markýzy. Dle katalogů výrobců se šnekové převody vyrábí s převodovými poměry v rozmezí od 3:1 do 17:1. Pro menší markýzy lze také využít převodu s kuželovými koly. Tyto převody se vyrábí s maximálním převodovým poměrem 5:1. Přenos pohybu z převodovky na hřídel se provádí pomocí tvarové spojky. [40]



Obr. 24 – Šneková převodovka [41]



Obr. 25 – Kuželová převodovka [40]



Obr. 26 – Tvarová spojka ručního pohonu [40]

Normou ČSN EN 13561 je doporučeno využití maximálního převodového poměru 10:1. Tato norma dále stanovuje i maximální nutnou sílu, kterou je potřeba vynaložit pro ruční ovládání markýzy. Jednotlivé hodnoty jsou rozděleny do čtyř tříd, které jsou uvedeny v tabulce 2. [39]

Tab. 2 – Třídy ovládacích sil [39]

Ovládání klikovou rukojetí	$F = \{F_{CP}, F_{CN}\}$ (N)			
	Třída 1	Třída 2	Třída 3	Třída 4
	{90, 30}	{60, 15}	{30, 30}	{15, 15}

Kde F_{CP} je maximální hodnota síly, která je potřeba k odblokování ramen v plně roztažené poloze a F_{CN} maximální hodnota ovládací síly, která je potřebná ke zbývajícímu zatažení nebo vytažení látky. [39]

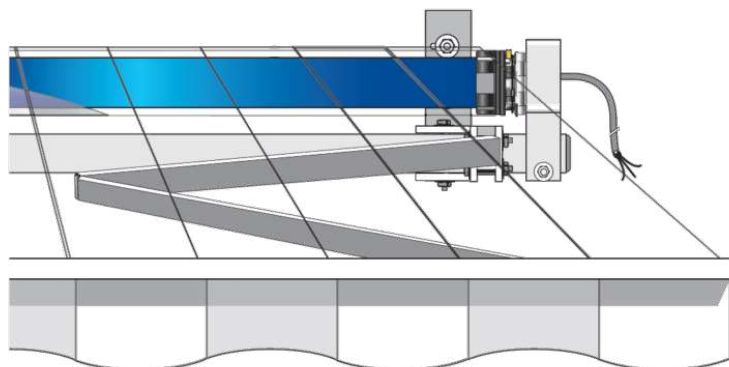
2.4.2 Motorový pohon

Pro markýzy větších konstrukcí, nebo zajištění pohodlí uživatele je vhodné použít motorový pohon. Markýzy využívají pro tento účel speciálně navržený druh motoru, trubkový motor. [2]



Obr. 27 – Trubkový motor [42]

Trubkový motor se vkládá z jedné strany přímo do navíjecí hřídele. Hřídel je na motoru usazena pomocí adaptéru, který je kluzně uložen na nejbližší straně, kde je motor připevněn k nosnému rámu nebo podpěře (Obr.28). Moment z motoru na hřídel je přenášen pomocí tvarové spojky, která je upevněna na výstupním čepu. Spojka se k čepu zajišťuje pomocí spony a k hřídeli pomocí šroubů nebo nýtů. [43],[44]



Obr. 28 – Umístění trubkového motoru [42]

Pro rozpoznání koncových poloh využívají motory mechanické nebo elektronické spínače, které fungují na principu počítání otáček, nebo najetí na překážku. Způsob vypnutí najetím na překážku je požadován zejména u kazetových markýz, aby došlo k plnému dovření kazety. [2],[44]

Ovládání motoru je možné provést dvěma způsoby. Prvním způsobem je ovládání pomocí kabelového spínače, který je spojen s motorem. Tento druh spínače je vždy nástěnný a umožňuje pouze základní ovládání markýzy (rozvinutí, svinutí, popřípadě zastavení markýzy v libovolné poloze). Druhým způsobem je ovládání pomocí elektronických řídicích systémů, které kromě bezdrátového ovládání umožňuje i připojení různých senzorů, a tím markýzu kompletně automatizovat. Pro případy výpadku elektrického proudu nebo poškození elektroinstalace jsou některé druhy motorů vybaveny i nouzovým ovládáním pomocí kliky. [42],[2],[44]

Použití motorového pohonu je také vhodné pro šetrné zacházení s látkou a zajištění jejího správného napnutí. Motory vyšších řad jsou pro tento účel vybaveny různými funkcemi jako je například napínací impuls, kdy dojde po otevření markýzy ke krátkodobé změně orientace otáček, což vede k dopnutí látky a zamezení vytvoření kapsy. Popřípadě funkcí uvolnění látky, která se uplatňuje u kazetových markýz, kdy motor po dovření kazety látku na hřídeli mírně povolí. [42]

2.5 Senzorové vybavení markýz

Pro zajištění plné samostatnosti a ochrany markýzy proti venkovním vlivům je vhodné markýzu opatřit senzory. Mezi základní používané senzory patří: otřesový, větrný, sluneční a dešťový senzor.

2.5.1 Otřesový senzor

Otřesový senzor slouží jako prvek aktivní ochrany markýzy. Umisťuje se přímo na konstrukci markýzy (přední profil). Senzor snímá pomocí akcelerometru pohyby ve všech třech směrech a v případě, že zaznamená otřes, který překročí povolenou hodnotu, vyšle signál řídicí jednotce motoru a markýza se zatáhne. [45],[46]



Obr. 29 – Otřesový senzor [45]

2.5.2 Větrný senzor

Větrný senzor slouží k vyhodnocování rychlosti větru. Stejně jako otřesový senzor funguje jako ochranný prvek. Jestliže dojde k překročení prahové hodnoty rychlosti po určitý časový interval, senzor vyšle signál pro uzavření markýzy. Větrný senzor je vhodné využívat společně se senzorem otřesovým, jelikož nedokáže včas reagovat na silný nárazový vítr. Aby senzor mohl správně vyhodnocovat, kdy je nutné markýzu uzavřít je potřeba ho umístit do místa, ve kterém převládají podobné povětrnostní podmínky jako v místě kde se nachází markýza a je zaručeno volné proudění vzduchu. [45],[46]



Obr. 30 – Větrný senzor [45]

2.5.3 Sluneční senzor

Sluneční senzor funguje na stejném principu jako předešlé senzory. Pokud dojde k překročení nastavené hodnoty, senzor vyšle signál pro vysunutí nebo zasunutí markýzy. Tento typ senzoru je vhodné využít nejen pro automatické vysouvání a zasouvání markýzy během dne. Pokud se totiž markýza nachází v místech, kde je schopna zastínit i okna budovy, lze ji v letních slunečních dnech jednoduše využít pro snížení teploty interiéru, ve kterém nedojde k rychlému přehřátí. [45],[46]



Obr. 31 – Sluneční senzor [45]

2.6 Druhy markýzových látek

Výběr správného typu stínící látky je jedním z nejdůležitějších aspektů během navrhování markýzy, jelikož je spjatý s celkovou odolností markýzy a její funkcí. Stínící látku definuje několik vlastností: odolnost proti UV záření, stálobarevnost, vodoodpudivost či voděodolnost, pevnost v tahu a v neposlední řadě odolnost proti vzniku hniloby a plísním vlivem venkovního prostředí. Voděodolnosti, popřípadě vodotěsnosti, lze docílit třemi způsoby. Impregnací, kombinací dvou různých materiálů, popřípadě zatřením látky speciálním tmelem. [47],[48]

Pevnost markýzové látky se stanovuje na základě normy EN ISO 1421 pro textilie potažené pryží nebo plasty. Pro ostatní druhy látek se využívá norma EN ISO 13934-1. [39]

Materiály, ze kterého jsou látky vyráběny, se rozdělují na přírodní a syntetické. [49],[50]

2.6.1 Látky z přírodních materiálů

Mezi přírodní patří látky vyráběné z bavlny. Tento tradiční materiál se v dnešní době i přes své výhody, mezi které patří nízká náročnost výroby, pevnost a v případě chemického ošetření i dlouhá životnost, příliš nevyužívá, jelikož vyžaduje složitější údržbu oproti syntetickým materiálům a je náchylný na degradaci z důvodu tvorby plísní a hniloby. [49],[50]

2.6.2 Látky ze syntetických materiálů

Mezi nejpoužívanější syntetické materiály pro výrobu látek patří akryl a polyester, nebo jejich kombinace. Častá je i kombinace materiálů s PVC či vinilem ve formě potahu, díky kterému se stane látka plně vodotěsná. Akrylové látky vykazují oproti polyesterovým lepší stálobarevnost a využívají se v případech kdy bude markýza intenzivně využívána. Polyesterové látky je vhodné využít pro markýzy větších rozměrů, jelikož nabízí větší tuhost a disponují takzvaným “paměťovým efektem”, díky kterému si zachovávají tvarovou stálost. [51],[49]

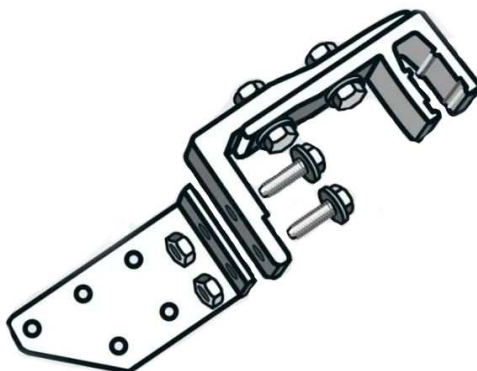
Tab. 3 – Porovnání voděodolnosti a vodotěsnosti látek [47]

Bavlna	Akryl	Polyester	Vinil - Polyester
Pouze stínění	Voděodolný	voděodolný	Vodotěsný

2.7 Montáž výsuvných markýz

2.7.1 Montáž do střešních krokví

Pro montáž do střešních krokví se využívají především markýzy s nosným profilem, jelikož díky profilu lze variabilně zvolit vzdálenost mezi kotvícími body. Nosná sestava se skládá z krokevního držáku, stropního držáku a nástěnné konzole. Během montáže se nejprve smontuje zmíněná sestava pomocí šroubů a matic. Poté se zvolí krokve co nejbližší ke krajům markýzy, předvrtají se díry pro nosné závitové šrouby, které musí být větší než šrouby samotné a jednotlivé sestavy se přimontují ke krokvím. Šrouby se nechávají povolné, aby bylo možné se sestavou lehce hýbat během upevňování markýzy. Markýza se do konzol usazuje přes zmíněný nosný profil. Jakmile je správně usazena a vystředěna, do drážek konzol se před nosný profil vloží zajišťovací jezdce a vše se zajistí šrouby. V posledním kroku se dotáhnou nosné šrouby v krokvích. V případě větších markýz se do středu nosného profilu dodatečně připevní ještě jedna nosná sestava. [52]



Obr. 32 – Nosná sestava montáže do střešních krokví [52]

2.7.2 Montáž do zdi

K montáži markýz do železobetonových zdí a překladů se využívají vysokožátěžové kotvy. Při montáži markýzy s nosným profilem se nejprve nasadí nosné konzoly na profil a vyrovnají se do požadovaných pozic. Poté se jejich vzdálenost přenesou na rovnací lať, podle které se zakreslí pozice děr na stěně. Pro vrtání děr se volí vrták o stejném průměru jako je závitová část kotvy. Minimální hloubka děr je 105 mm. Po vyvrtání děr se zatlučou kotvy, které musí dostatečně vyčnívat. Na vyčnívající konce se přiloží nosné konzoly a utáhnou se pomocí matic. Samotná montáž markýzy do konzol je stejná jako u montáže do střešních krokví. [53]

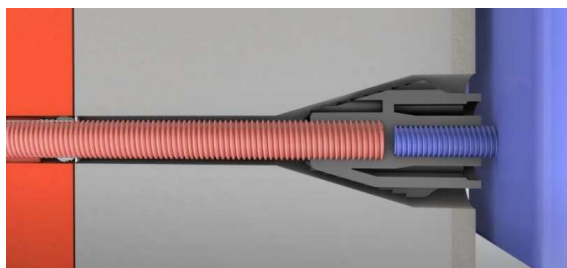
V případě montáže markýzy bez nosného profilu není třeba zprvu odměřovat vzdálenosti pro umístění konzol, jelikož tato vzdálenost je dána šířkou samotné markýzy.



Obr. 33 – Vysokozátěžová kotva [54]

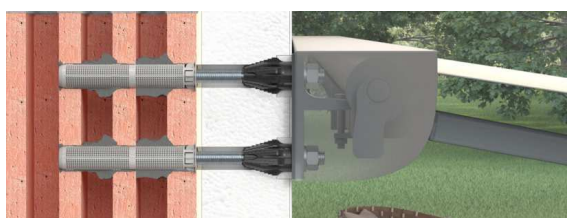
2.7.3 Systém TherMax

TherMax je speciální systém montáže navržený firmou Fischer. Slouží k upevnění prvků nejen do betonové struktury, ale v kombinaci s injektážními maltami je vhodný také pro aplikaci do děrovaného zdiva či pórobetonu. Tento systém disponuje také přerušením tepelného mostu pomocí plastového kuželu, který odděluje kotevní prvek od kotvy ve zdivu. TherMax je tak vhodné využít v případě montáže do zateplené fasády. [55]



Obr. 34 – Přerušení tepelného mostu montáže TherMax [56]

Postup montáže u markýzy je podobný jako v předchozí kapitole 2.6.2. Odlišuje se pouze zapaštěním kotvy při použití injektáže, kdy je nejprve do předvrtané díry vloženo kotevní sítko, které se vyplní injektáží. Poté se do díry zavede kotevní tyč tak, aby vnější izolační kužel vyčníval o 1 mm. Po ztuhnutí injektáže se mezera mezi kuželem a zbytkem stěny utěsí pomocí tmelu. Následuje přišroubování konzol a nasazení markýzy. [55]



Obr. 35 – Montáž TherMax [55]

3 Konstrukční část

V této části práce se věnuji návrhu stínícího prvku, jehož účelem je zastínění terasy přiléhající k rodinnému domu. Aby byla zajištěna dlouhá životnost a co nejmenší zástavbový prostor zvolil jsem stínění pomocí kazetové markýzy.

Na konstrukci markýzy byly stanoveny tyto vstupní požadavky:

- Rozměr zastínění: 4 x 2,7 m.
- Pohon: motorický.
- Možnost sklápění markýzy.
- Kotvící výška: 2,4 m.
- Struktura materiálu v místě kotvení: zateplená fasáda, železobeton.
- Odolnost proti slabému dešti.
- Odolnost proti větru dle vhodně zvolené třídy.

3.1 Základní rozměrové parametry markýzy

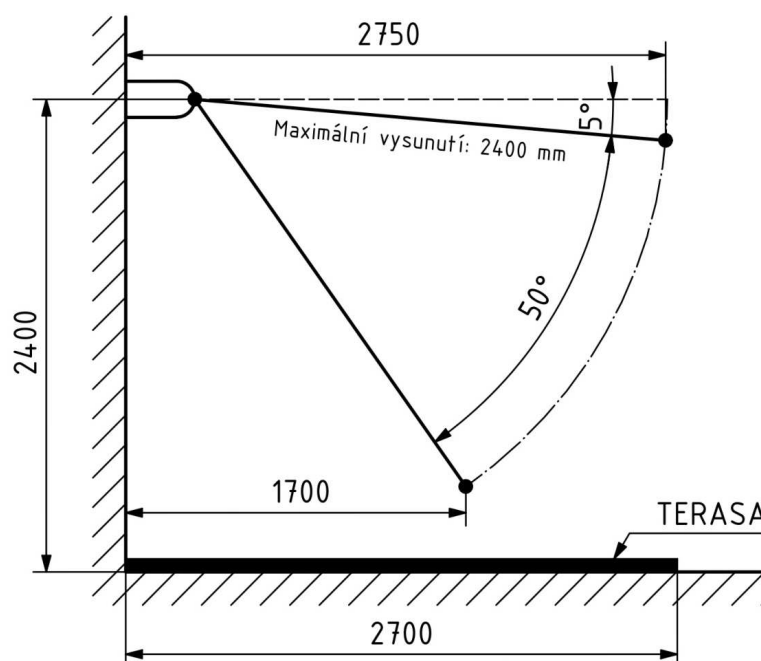
Abych vyhověl rozměrovým požadavkům, zvolil jsem pro markýzu následující rozměrové parametry.

3.1.1 Šířka a délka vysunutí

Šířku a délku vysunutí markýzy jsem zvolil na základě vstupního požadavku na rozměr zastíňované plochy. Jelikož samotná konstrukce markýzy bude v zasunutém stavu vyčnívat přibližně o 350 mm, pro dosažení požadovaného zastínění bude dostatečné vysunutí o maximální hodnotě 2400 mm, viz obrázek 36. Šířka markýzy, respektive látky bude rovna šířce zastíňovaného prostoru.

3.1.2 Úhel sklopení

Markýzu bude možné polohovat v rozmezí 5-50°. Tyto hodnoty jsem zvolil tak, aby bylo možné markýzu ovládat v co největším možném rozsahu, který dovoluje daný prostor. Jak je vidět na obrázku 36, při maximálním sklopení je vzdálenost mezi přední hranou markýzy a domem 1,7 m. Větší úhel sklopení tedy nemá význam volit i vzhledem k malému prostoru pod markýzou při plném sklopení.



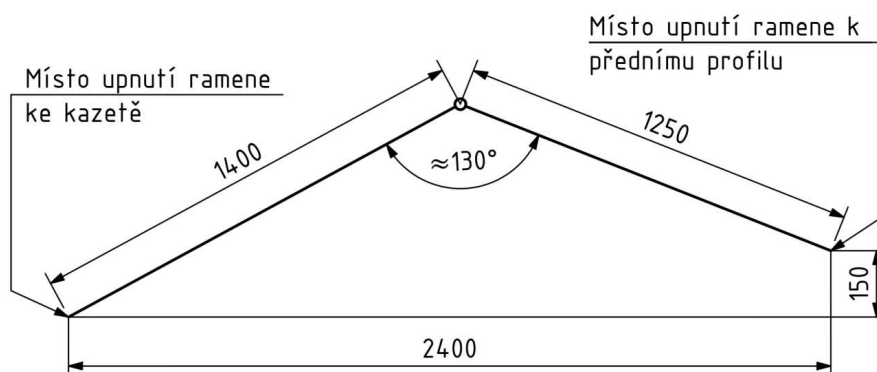
Obr. 36 – Základní parametry markýzy

3.1.3 Rozměry ramen

Aby bylo možné dosáhnout požadované délky vysunutí, je potřeba vhodně zvolit geometrii napínacích ramen. Napínací rameno je rozděleno na dvě části. Pro správné navrzení délek jednotlivých částí je potřeba brát v úvahu následující poznatky:

- Jednotlivé části ramene se nesmí dostat do vzájemně rovnoběžné polohy, aby nedošlo k jejich zablokování při zasouvání markýzy.
- Délka první části musí být zvolena tak, aby při zasunutí ramen nedošlo v kazetě k jejich kolizi.
- Upnutí ramen k přednímu profilu není vhodné provádět na kraji profilu, aby bylo možné ramena vzájemně seřídít posuvem v drážce předního profilu.

Abych splnil všechny tyto požadavky, zvolil jsem délku první části ramen 1400 mm a druhé části 1250 mm. Ramena jsou dále připevněna k přednímu profilu ve vzdálenosti 150 mm od kraje. Takto zvolená geometrie dále zajistí, že při plném vysunutí nedojde k zablokování ramen, jelikož úhel, který mezi sebou svírají jednotlivé části odpovídá přibližně 130 stupňům.



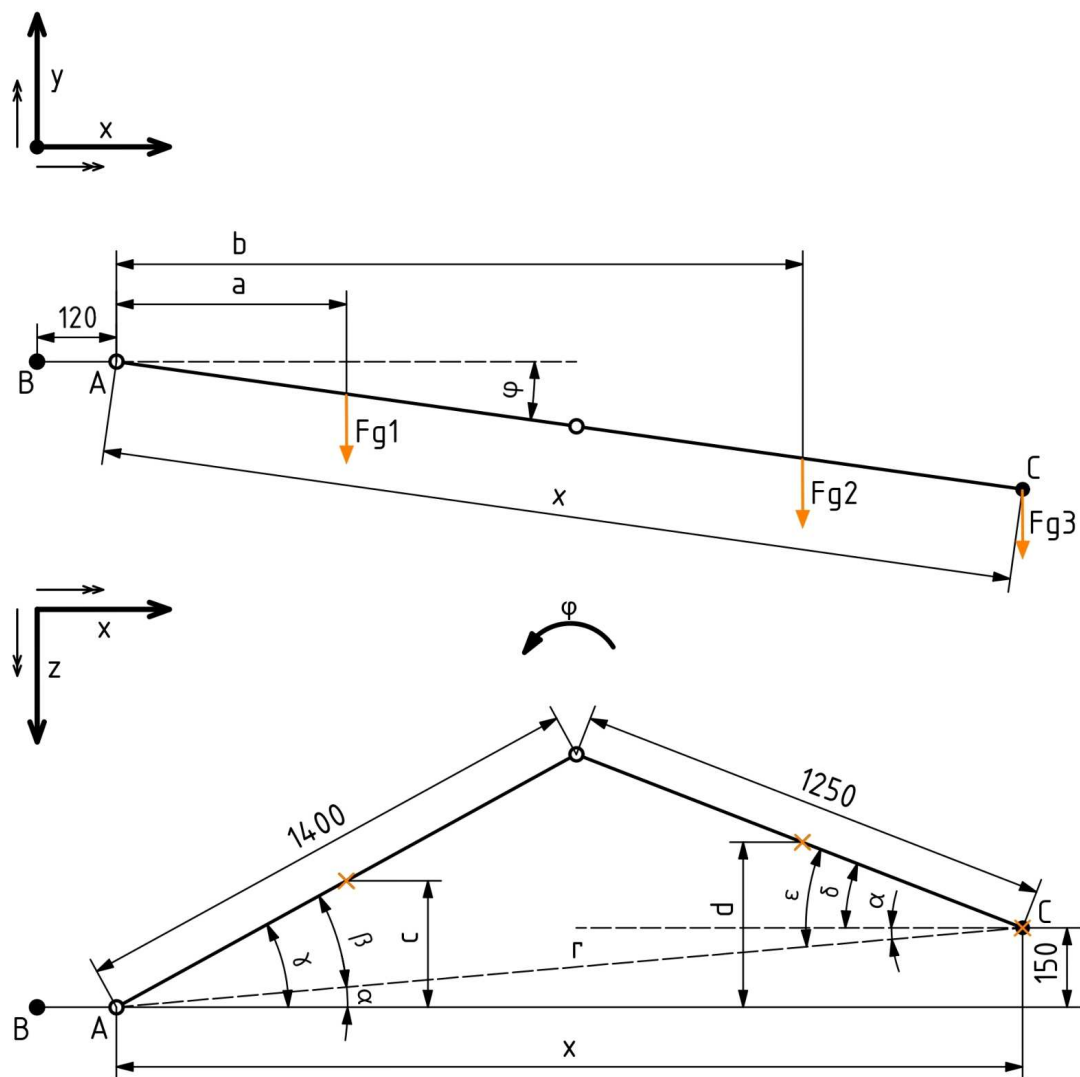
Obr. 37 – Geometrie ramen

3.2 Silová a momentová analýza

Před začátkem navrhování jednotlivých konstrukčních uzlů je třeba znát reakční účinky, které v konstrukci vznikají vlivem působení sil. Proto jsem nejprve provedl analýzu zatížení na základě stanovené geometrie v předchozí kapitole. Jelikož je konstrukce markýzy symetrická, zatížení jsem vyšetřoval pouze na její polovině. Analýzu jsem rozdělil na dvě části. Čistě statickou, kdy na konstrukci působí jen tíhové síly jednotlivých komponent a statickou s působením větru.

V obou analýzách jsem vycházel z obrázku 38, na kterém je zobrazeno schéma ramene markýzy. Obrázek je rozdělen do dvou pohledů. V horní části je zobrazen boční pohled a v dolní části pohled horní, který je pro lepší názornost natočen o úhel sklopení φ . Na rameno působí celkem tři síly. Síly F_{g1} a F_{g2} jsou tíhové síly jednotlivých částí ramene. Síla F_{g3} je poloviční tíhová síla od předního profilu. Jelikož se veškeré zatížení přenáší do nosné konstrukce přes ramena markýzy, v druhé části analýzy jsem navýšil sílu F_{g3} o sílu, kterou vyvolá působení větru.

Na obrázku 38 jsou dále zobrazeny dva důležité body A a B, ke kterým budu počítat reakce. Bod A představuje místo, kde je rameno připevněné ke kazetě. Bod B pak představuje střed kazety. V tomto středu je i umístěn globální souřadný systém, jehož kladné směry sil a momentů jsou v obrázku také zahrnuty. V bodě C je rameno uchyceno k přednímu profilu.



Obr. 38 – Schéma mechanismu pro výpočet reakcí

3.2.1 Statická analýza

Pro výpočet reakčních účinků je nutné nejdříve určit z geometrie mechanismu vzdálenosti a, b, c, d a úhly γ a δ . Všechny tyto proměnné jsem určil v závislosti na dvou parametrech. Délce vysunutí x a úhlu sklopení markýzy φ .

Pro úhly γ a δ platí:

$$\gamma = \alpha + \beta \quad (1)$$

$$\delta = \varepsilon - \alpha \quad (2)$$

Úhel α se jednoduše určí pomocí funkce arkus tangens. Úhly β a ε pak pomocí kosinové věty.

$$\alpha = \arctan\left(\frac{150}{x}\right) \quad (3)$$

$$\beta = \arccos\left(\frac{1400^2 + r^2 - 1250^2}{2 \cdot 1400 \cdot r}\right) \quad (4)$$

$$\varepsilon = \arccos\left(\frac{1250^2 + r^2 - 1400^2}{2 \cdot 1250 \cdot r}\right) \quad (5)$$

Pro rameno r , které jsem použil ve výpočtu úhlů β a ε platí vyjádření pomocí pythagorovy věty.

$$r = \sqrt{150^2 + x^2} \quad (6)$$

Při znalosti úhlů γ a δ lze bez problémů vyjádřit potřebné vzdálenosti a, b, c, d .

$$a = \frac{1400}{2} \cdot \cos\gamma \cdot \cos\varphi \quad (7)$$

$$b = \left(1400 \cdot \cos\gamma + \frac{1250}{2} \cdot \cos\delta\right) \cdot \cos\varphi \quad (8)$$

$$c = \frac{1400}{2} \cdot \sin\gamma \quad (9)$$

$$d = 150 + \frac{1250}{2} \cdot \sin\delta \quad (10)$$

Reakce v bodě A

Reakce v bodě A lze vyjádřit pomocí následujících statických rovnic. Z obrázku 38 je patrné, že reakční síly F_{rx} a F_{rz} jsou nulové, jelikož v těchto směrech není mechanismus zatěžován žádnými silami. Z tohoto také vyplývá, že i reakční moment M_{ry} je nulový.

$$x : F_{rx} = 0 \quad (11)$$

$$y : F_{ry} = F_{g1} + F_{g2} + F_{g3} \quad (12)$$

$$z : F_{rz} = 0 \quad (13)$$

$$M_{Ax} : M_{rx} = F_{g1} \cdot c + F_{g2} \cdot d + F_{g3} \cdot 150 \quad (14)$$

$$M_{Ay} : M_{ry} = 0 \quad (15)$$

$$M_{Az} : M_{rz} = F_{g1} \cdot a + F_{g2} \cdot b + F_{g3} \cdot x \cdot \cos\varphi \quad (16)$$

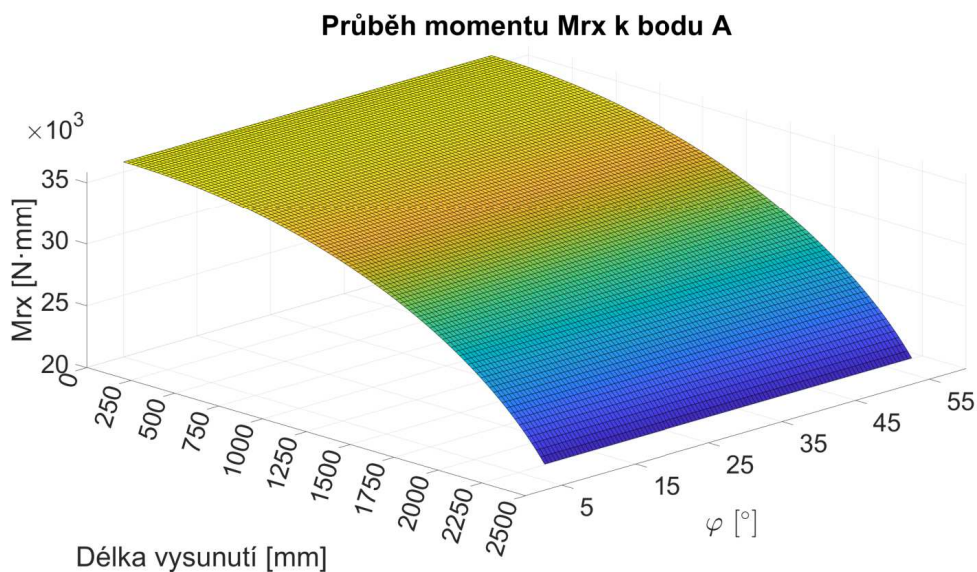
Hodnoty reakčních momentů M_{ry} a M_{rz} závisí na daném sklopení a vysunutí markýzy. Proto jsem jejich hodnoty vyčíslil pomocí výpočetního programu Matlab ve formě grafu. Reakční sílu F_{ry} lze vypočítat prostým dosazením. Hodnoty tíhových sil jsem určil na základě odečtení hmotností z CAD modelu.

Tab. 4 – Tíhové síly

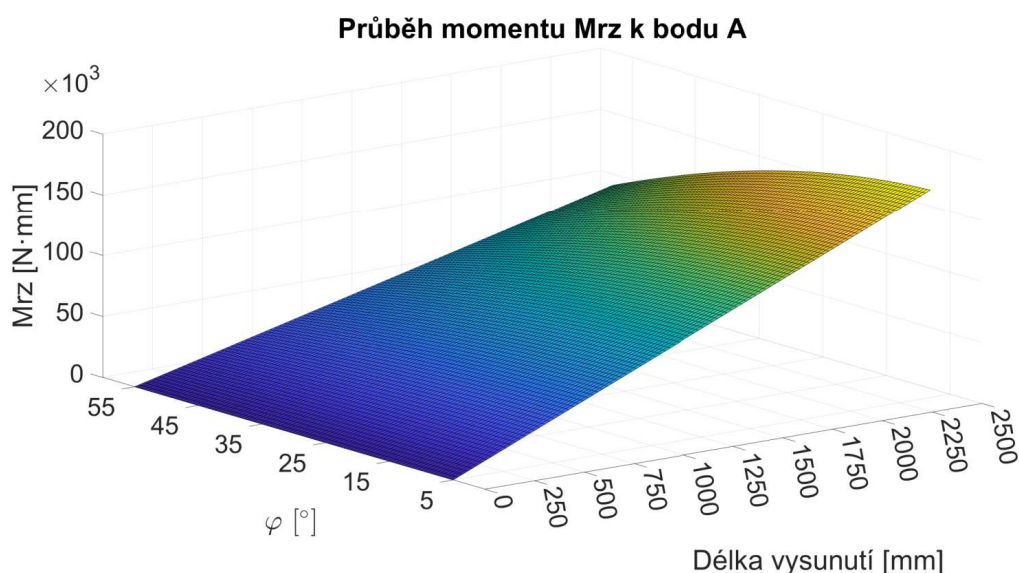
i	m_i [kg]	F_{gi} [N]	Materiál
1	2	20	EN AW-6060 T66
2	1,8	18	EN AW-6060 T66
3	5,25	52,5	EN AW-6060 T66, ABS

Dosazení hodnot z Tab. 4 do rovnice 12:

$$F_{ry} = 20 + 18 + 52,5 = 90,5 \text{ N}$$



Obr. 39 – Průběh momentu M_{rx} k bodu A



Obr. 40 – Průběh momentu M_{rz} k bodu A

Z grafů na obrázcích 39 a 40 je možné na první pohled vidět extrémy obou momentů. Moment M_{rx} dosahuje největší hodnoty při plném zasunutí markýzy. Je také zřejmé, že moment M_{rx} nezávisí na sklopení markýzy, jelikož se během sklápění markýzy nemění vzdálenosti působišť sil (vzdálenosti c a d z obrázku 38) od osy x . Jeho maximální hodnotu lze tedy určit v kterémkoliv bodě, pro který platí, že $x = 0$, respektive se blíží nule. Moment M_{rz} má největší hodnotu při plném vysunutí a nejmenším úhlu sklopení markýzy, tedy v bodě [2400; 5]. Je zřejmé, vzhledem k dominanci momentu M_{rz} , že v této konfiguraci je markýza nejvíce namáhána, proto jsem všechny návrhové a kontrolní výpočty vztáhl k tomuto stavu.

Maximální hodnoty momentů jsem získal vyčíslením rovnic 14 a 16 v požadovaných bodech.

$$M_{rx} = 21,3 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$M_{rz} = 170,7 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Reakce v bodě B

Reakce v bodě B jsem získal stejným způsobem pomocí rovnic 11 až 16 jako v případě výpočtu k bodu A. Jediná změna, která nastala byla v rovnici 16, kde se délkový rozměr $a, b, x \cdot \cos \varphi$ navýšily o hodnotu 120 mm.

$$M_{Bz} : \quad M_{rz} = F_{g1}(a + 120) + F_{g2}(b + 120) + F_{g3}(x \cdot \cos \varphi + 120) \quad (17)$$

Hodnoty reakcí v bodě B tedy jsou:

$$F_{ry} = 90,5 \text{ N}$$

$$M_{rx} = 21,3 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$M_{rz} = 181,5 \text{ N} \cdot \text{m}$$

3.2.2 Statická analýza s působením větru

Limitní hodnoty zatížení vnějších clon větrem vychází z normy ČSN EN 13561. V tabulce 1 v řešeršní části jsou uvedeny všechny druhy tříd. Jak jsem již zmínil, pro kloubové markýzy je maximálně přípustná třída 2. Abych mohl vhodně třídu zvolit, provedl jsem porovnání zatížení markýzy pro hodnoty jmenovitého tlaku první a druhé třídy. Zatížení jsem vyhodnocoval při nejméně vhodné situaci, tedy při plném vysunutí markýzy a nejmenším sklopení markýzy, kdy se síla od působení větru nejvíce promítne na nárůstu reakčních momentů.

Třída 1		Třída 2
$p_N = 40 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$		$p_N = 70 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$

Plocha látky při plném vysunutí

$$S_l = \text{plné vysunutí} \cdot \text{šířka látky} = 2,4 \cdot 4 = 9,6 \text{ m}^2 \quad (18)$$

$$F_v^1 = p_N \cdot S_l = 40 \cdot 9,6 = 384 \text{ N} \quad (19) \quad | \quad F_v^2 = p_N \cdot S_l = 70 \cdot 9,6 = 672 \text{ N} \quad (20)$$

Působíště síly větru F_v jsem umístil do těžiště plochy, kterou tvoří vysunutá látka. Dále jsem uvažoval, že se síla rovnoměrně rozloží mezi přední profil a hřidel, na kterou se látka navíjí. Na předním profilu se dále síla rozdělí do obou ramen. Výsledné navýšení síly F_{g3} tedy odpovídá čtvrtině síly větru.

$$F_{celk}^1 = F_{g3} + \frac{F_v^1}{4} \quad (21)$$

$$F_{celk}^1 = 52,5 + \frac{384}{4} = 148,5 \text{ N}$$

$$F_{celk}^2 = F_{g3} + \frac{F_v^2}{4} \quad (22)$$

$$F_{celk}^2 = 52,2 + \frac{672}{4} = 220,5 \text{ N}$$

Po nahrazení síly F_{g3} za celkovou sílu v rovnicích 11 až 16 vyjdou reakce k bodům A a B následovně:

Bod A

$$F_{ry} = 186,5 \text{ N}$$

$$M_{rx} = 35,7 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$M_{rz} = 400,2 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Bod B

$$F_{ry} = 186,5 \text{ N}$$

$$M_{rx} = 35,7 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$M_{rz} = 422,6 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Bod A

$$F_{ry} = 258,5 \text{ N}$$

$$M_{rx} = 47,3 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$M_{rz} = 572,3 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Bod B

$$F_{ry} = 258,5 \text{ N}$$

$$M_{rx} = 47,3 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$M_{rz} = 603,4 \text{ N} \cdot \text{m}$$

3.2.3 Stanovení bezpečnosti pro návrhové výpočty

Abych zajistil, že návrhové a kontrolní výpočty budou vyhovovat i v případě kdy bude konstrukce zatížena větrem, zohlednil jsem toto působení oproti čistě statickému pomocí bezpečnostního koeficientu k_D . Tento koeficient jsem určil porovnáním momentů M_{rz} v bodě B, které vyšly v první a druhé části analýzy. Moment M_{rz} jsem zvolil, jelikož se jedná o moment, který se nejvíc podílí na zatížení konstrukce.

Síla F_{ry} dosahuje i při zohlednění zatížení větrem maximální hodnoty 258,5 N, což je v porovnání s reakčními momenty, zanedbatelná hodnota. Proto jsem zatížení silou F_{ry} ve výpočtech zanedbal.

Pro určení bezpečnosti jsem zvolil třídu zatížení větrem 1, jelikož ve třídě 2 dochází k mnohem většímu navýšení reakčních momentů. Finální vyhodnocení třídy odolnosti proti zatížení větrem se vyhodnocuje zkouškami v souladu s normou EN 1932.

$$k_D = \frac{M_{rz}^v}{M_{rz}^S} = \frac{422,6}{181,5} = 2,33 \rightarrow 2,5 \quad (23)$$

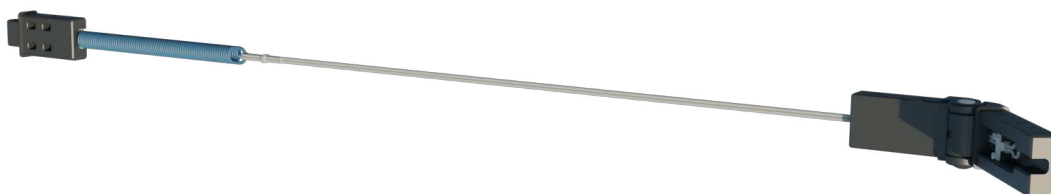
Díky takto zvolené bezpečnosti, bude konstrukce dimenzovaná i pro případ, kdy bude markýza vystavena slabému dešti, jelikož zatížení větrem je mnohem rizikovější. Pro představu, pokud by se na látce markýzy v případě plného vysunutí vytvořila souvislá vrstva vody o tloušťce jednoho milimetru, celková tíha vody by odpovídala přibližně 96 N.

3.3 Návrh napínacích ramen

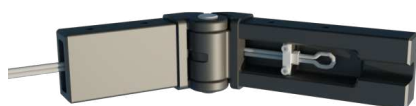
V návrhu ramen jsem vycházel z geometrie, kterou jsem stanovil na obrázku 37. Pro konstrukci jsem zvolil hliníkový extrudovaný jelek o rozměrech 65x35x3 mm.

Napínání je zajištěno pomocí tažné pružiny, která je připevněna k uzavírací koncovce v první části ramene. Pomocí ocelové lanka je pružina spojena přes kloub s druhou částí ramene. Pružina je montována předpružená, a tak má tendenci udržovat obě části ramen v přímé poloze. Mechanismus je zobrazen na obrázku 41.

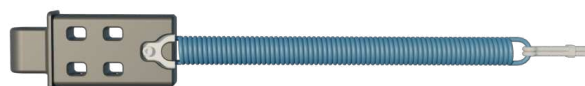
Zajištění jeklů ke kloubovým koncovkám a postranním koncovkám jsem provedl pomocí trhacích nýtů. Koncovky, které tvoří kloub, jsou spojeny čepem, který je zajištěn proti axiálnímu posuvu pojistným kroužkem.



Obr. 41 – Napínací mechanismus



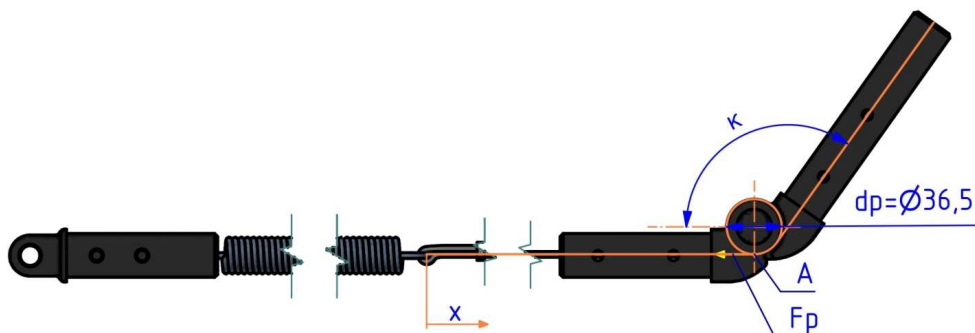
Obr. 42 – Zajištění lanka



Obr. 43 – Zajištění pružiny

3.3.1 Návrh pružiny

Aby byla látka dostatečně napínána, je třeba v kloubu ramene vyvodit minimální moment 9400 Nmm. Na základě znalosti tohoto momentu a geometrie, která je zobrazena na obrázku 44 jsem určil základní parametry pro výpočet pružiny. [32]



Obr. 44 – Schéma pro výpočet pružiny

Při plném vysunutí je úhel κ roven přibližně 130° . V tomto stavu je pružina nejméně zatížena a působí silou F_1 . Síla F_p v bodě A na obrázku 44 je přímo úměrná síle v pružině. Sílu F_1 jsem určil z podmínky minimálního momentu v kloubu ramene.

$$F_1 = \frac{2 \cdot M_{nap}}{d_p} = \frac{2 \cdot 9400}{36,5} = 515 \text{ N} \rightarrow \text{VOLÍM } 530 \text{ N} \quad (24)$$

Zdvih pružiny odpovídá navinutí lanka na kloub, při natočení druhé části ramen o 130° .

$$H_p = \kappa \cdot \frac{\pi}{180} \cdot \frac{d_p}{2} = 130 \cdot \frac{\pi}{180} \cdot \frac{36,5}{2} = 41,4 \text{ mm} \quad (25)$$

Aby se pružina vešla do jeklu, volil jsem maximální vnější průměr $D_e = 27 \text{ mm}$.

Zbylé potřebné hodnoty pro výpočet, maximální pracovní zatížení F_8 a délka plně zatížené pružiny L_8 , mohou být zvoleny libovolně, jelikož nejsou ničím limitované.

Tab. 5 – Vstupní parametry pružiny

Maximální pracovní zatížení F_8	620 N
Minimální pracovní zatížení F_1	530 N
Délka plně zatížené pružiny L_8	400 mm
Zdvih pružiny H_p	41,4 mm

Pro návrh pružiny jsem využil software MitCalc. Celý výpočet je možné zhlédnout v příloze 3 této práce. Hlavní vypočtené parametry pružiny jsou v tabulce 6.

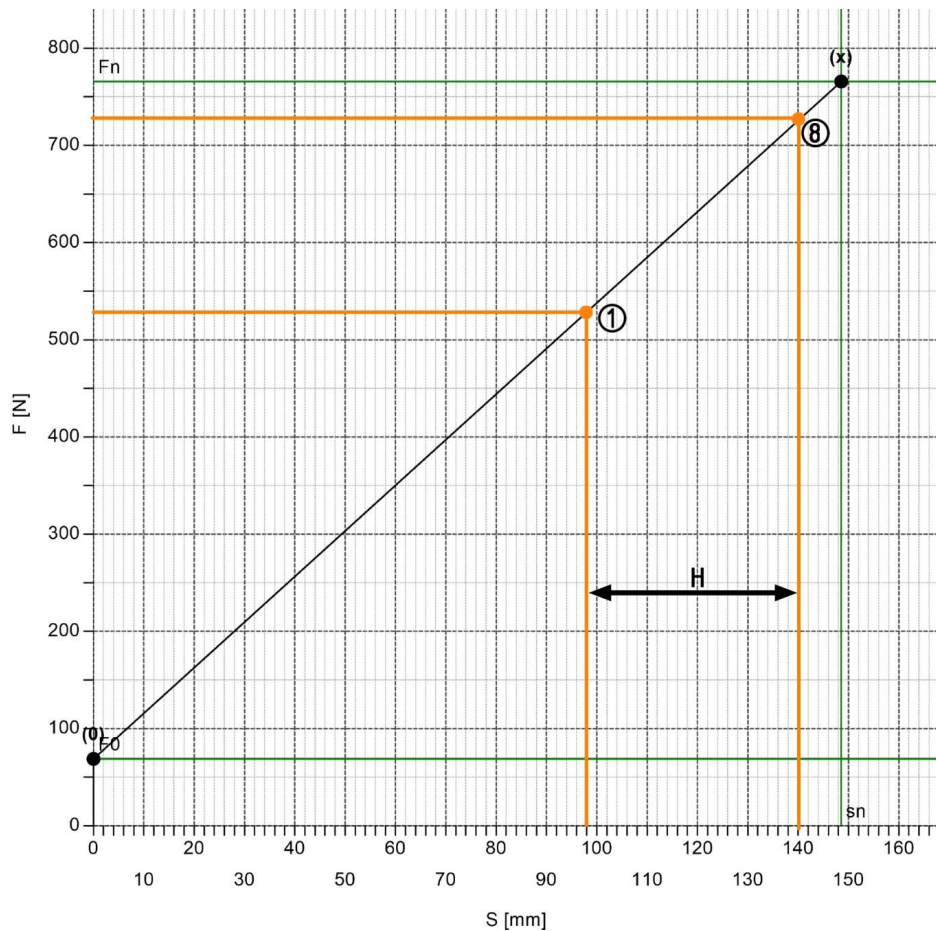
Tab. 6 – Vypočtené parametry pružiny

Minimální pracovní zatížení F_1	519,4 N
Maximální pracovní zatížení F_8	713 N
Mezní zatížení F_9	824,2 N
Délka nezatížené pružiny L_0	295,4 mm
Délka pružiny při minimálním zatížení L_1	359 mm
Délka plně zatížené pružiny L_8	400 mm
Tuhost pružiny c_p	4,72 N · mm ⁻¹
Vnější průměr pružiny D_e	26,1 mm
Průměr drátu	4,25 mm
Deformaci při minimálním zatížení s_1	63,6 mm
Deformaci při maximálním zatížení s_8	104,6 mm

Na základě vypočtených parametrů jsem zvolil komerčně vyráběnou pružinu Z-208I od firmy Gutekunst Federn s následujícími parametry a charakteristikou na obrázku 45. V charakteristice jsem také zobrazil pracovní oblast pružiny.

Tab. 7 – Parametry pružiny Z-208I [57]

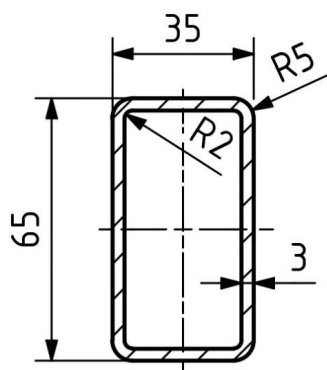
Minimální pracovní zatížení F_1	530 N
Maximální pracovní zatížení F_8	730 N
Mezní zatížení F_9	765,7 N
Délka nezatížené pružiny L_0	309 mm
Délka pružiny při minimálním zatížení L_1	407 mm
Délka plně zatížené pružiny L_8	449 mm
Tuhost pružiny c_p	4,69 N · mm ⁻¹
Vnější průměr pružiny D_e	24 mm
Průměr drátu	4 mm
Deformace při minimálním zatížení s_1	98 mm
Deformace při maximálním zatížení s_8	139,4 mm



Obr. 45 – Charakteristika pružiny Z-208I [58]

3.3.2 Pevnostní kontrola ramene

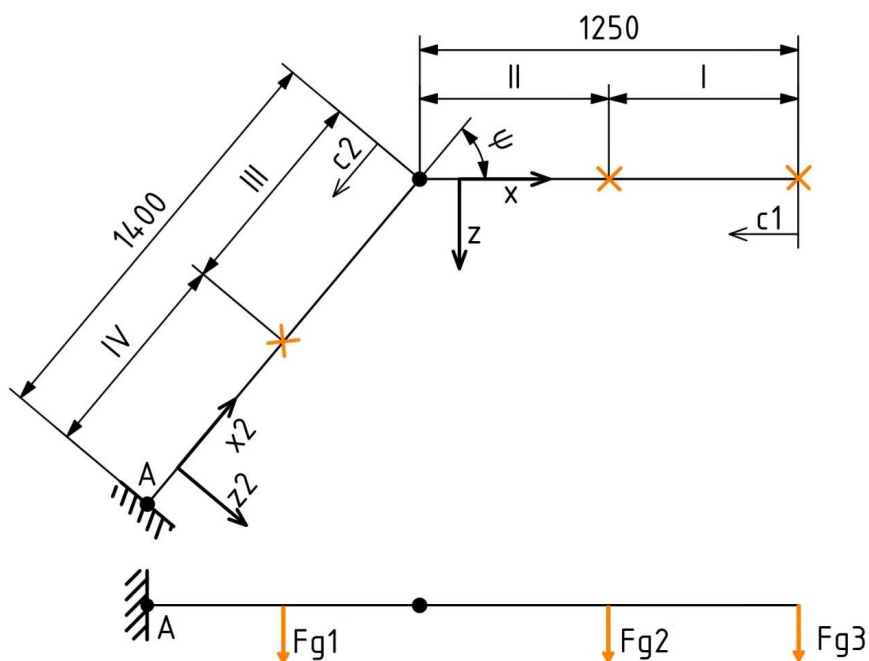
Pevnostní kontrolu ramene, respektive jeklů, ze který se rameno skládá jsem provedl pomocí nahrazení křivým prutem. Jekly jsou vyrobené z extrudovaného hliníku EN AW-6060 T66.



Obr. 46 – Geometrie jeklu

Tab. 8 – Materiálové vlastnosti [59]

EN AW-6060 T66	
σ_p	215 [N · mm ⁻²]
σ_e	160 [N · mm ⁻²]



Obr. 47 – Schéma prutu

Z geometrie na obrázku 38 pro úhel ψ platí:

$$\psi = \delta + \gamma \quad (26)$$

Pro jednotlivé oblasti prutu I až IV platí následující rovnice:

Oblast I, $c_1 \in \langle 0; 625 \rangle$:

$$M_z = M_o = -F_{g1} \cdot c_1 \quad (27)$$

Oblast II, $c_1 \in \langle 625; 1250 \rangle$:

$$M_z = M_o = -F_{g3} \cdot c_1 - F_{g2} \cdot (c_1 - 625) \quad (28)$$

Oblast III, $c_2 \in \langle 0; 700 \rangle$:

$$M_z = M_o = -F_{g3} \cdot (c_2 + 1250 \cdot \cos \psi) - F_{g2} \cdot (c_2 + 625 \cdot \cos \psi) \quad (29)$$

$$M_x = M_k = F_{g3} \cdot 1250 \cdot \sin \psi + F_{g2} \cdot 625 \cdot \sin \psi \quad (30)$$

Oblast IV, $c_2 \in \langle 700; 1400 \rangle$:

$$M_z = M_o = -F_{g3} \cdot (c_2 + 1250 \cdot \cos \psi) - F_{g2} \cdot (c_2 + 625 \cdot \cos \psi) - F_{g1} \cdot (c_2 - 700) \quad (31)$$

Moment M_x je ve čtvrté oblasti shodný s momentem M_x třetí oblasti.

Je zřejmé, že nejvíce namáhané místo je bod vetknutí A. Jelikož jsem výpočet provedl v konfiguraci, kdy je markýza sklopená o 5° , uvažoval jsem síly působící na prut stejné jako síly tíhové. Změna velikostí sil je pro takto malý úhel zanedbatelná.

Vyčíslením rovnic 1 až 6 a dosazením do rovnice 26 lze dopočítat úhel ψ . Pro tuto konfiguraci nabývá hodnoty $49,8^\circ$.

Dosazením hodnot do rovnic 30 a 31 jsem vypočítal hodnoty maximálních momentů.

Dále jsem v pevnostním výpočtu uvažoval kladnou hodnotu ohybového momentu, jelikož znaménko určuje pouze zda je dolní vlákno natahováno či tlačeno.

$$M_{omax} = -52,5 \cdot (1400 + 1250 \cdot \cos(49,8^\circ)) - 18 \cdot (1400 + 625 \cdot \cos(49,8^\circ)) - 20 \cdot (1400 - 700) = -162,4 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$M_{kmax} = 52,5 \cdot 1250 \cdot \sin(49,8^\circ) + 18 \cdot 625 \cdot \sin(49,8^\circ) = 58,7 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

Protože je krouticí moment třikrát menší než ohybový, namáhání krutem jsem zanedbal. I vzhledem k vypočtené finální bezpečnosti je toto zanedbání možné.

Průřezový modul v ohybu:

$$W_o = \frac{B \cdot H^3 - b \cdot h^3}{6 \cdot H} = \frac{35 \cdot 65^3 - 29 \cdot 59^3}{6 \cdot 65} = 9374 \text{ mm}^3 \quad (32)$$

Kde B a H jsou vnější rozměry jeklu a b a h rozměry díry jeklu.

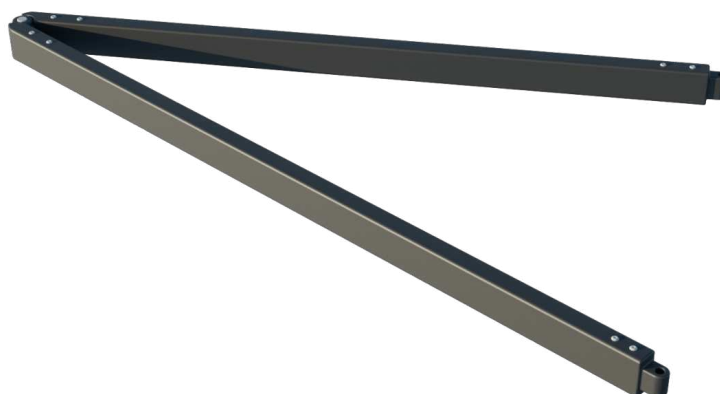
Maximální napětí:

$$\sigma_o = \frac{M_{omax}}{W_o} = \frac{162,4 \cdot 10^3}{9374} = 17,3 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-2} \quad (33)$$

Bezpečnost:

$$k = \frac{\sigma_e}{\sigma_o} = \frac{160}{17,3} = 9,25 > 2,5 \quad (34)$$

Výsledná bezpečnost vyšla téměř čtyřnásobná oproti požadované. Pevnostní kontrola ramene vyhovuje. Na obrázku 48 je možné si prohlédnout celou konstrukci napínacího ramena.



Obr. 48 – Napínací rameno

V přední části je rameno připojeno k přednímu profilu. Spojení jsem navrhl pomocí čepu a připojovací destičky, která je k přednímu profilu připevněná přes přitlačnou destičku, která je v drážce profilu a dvou šroubů s podložkami.



Obr. 49 – Připojení ramena k přednímu profilu

Abych co nejvíce snížil náklady na výrobu, navrhl jsem přední profil jako kombinaci kupovaného hliníkového extrudovaného profilu a vyráběného plastového opláštění. Látka je v profilu upevněna v přední části. Aby se v předním profilu během deště nezadržovala voda, je ve spodní části opatřen sérií děr.



Obr. 50 – Přední profil



Obr. 51 – Připevnění látky



Obr. 52 – Odtokové díry

3.4 Návrh spojení ramen s kazetou

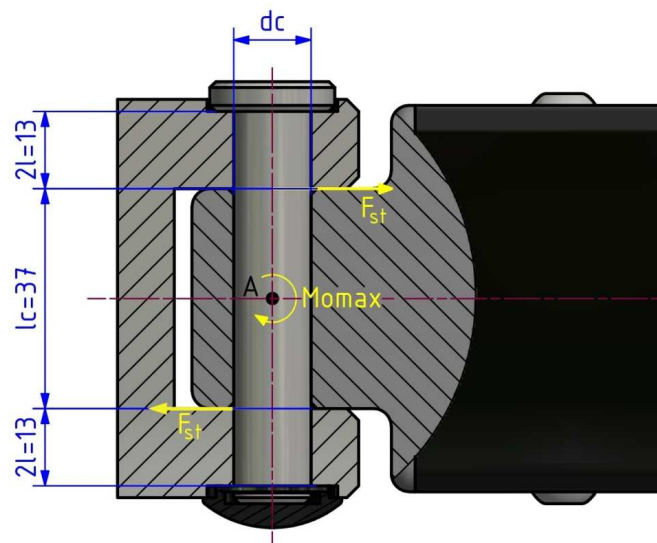
Pro spojení ramen s kazetou jsem, stejně jako v případě spojení s předním profilem a spojení kloubu, zvolil spojení čepem. Jelikož se jedná o jednu z nejméně zatěžovaných částí celé markýzy, provedl jsem pro čep pevnostní výpočty.

Materiál čepu jsem zvolil legovanou ocel 14 220.

Tab. 9 – Materiálové vlastnosti [60]

ČSN 14 220	
σ_p	785 [N · mm ⁻²]
σ_e	590 [N · mm ⁻²]

3.4.1 Průměr čepu



Obr. 53 – Schéma pro výpočet čepu

Při výpočtu čepu jsem vycházel ze schématu na obrázku 53. Bod A se shoduje s bodem A, ke kterému jsem v úvodu prováděl silovou a momentovou analýzu. V tomto bodě působí momenty M_{rx} a M_{rz} . Na čep z principu akce a reakce působí momenty stejně velké, opačně orientované. Protože je namáhaný průřez kruhový, maximální moment, který na čep působí jsem určil geometrickým součtem obou momentů.

$$M_{omax} = \sqrt{M_{rz}^2 + M_{rx}^2} = \sqrt{170,7^2 + 21,3^2} = 172 \text{ N} \cdot \text{m} \rightarrow 172 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot \text{mm} \quad (35)$$

Návrh průměru z pevnostní podmínky stříhu

Pevnostní podmínka stříhu:

$$\tau_s = \frac{F_{st}}{S} \leq \tau_D \quad (36)$$

Dovolené napětí ve stříhu:

$$\tau_D = \frac{\sigma_e}{k_D \cdot 2} = \frac{590}{2,5 \cdot 2} = 118 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-2} \quad (37)$$

Střižná síla:

$$F_{st} = \frac{2 \cdot M_{omax}}{l_c} \quad (38)$$

Výpočet průměru:

$$\tau_s = \frac{2 \cdot M_{omax}}{l_c \cdot 2 \cdot \frac{\pi \cdot d_c^2}{4}} \leq \tau_D \rightarrow d_c \geq \sqrt{\frac{4 \cdot M_{omax}}{l_c \cdot \pi \cdot \tau_D}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 172 \cdot 10^3}{37 \cdot \pi \cdot 118}} = 7,1 \text{ mm} \quad (39)$$

Návrh průměru z pevnostní podmínky pro otláčení

Pro spojovanou součást, držák ramen, jsem zvolil materiál 11 500. Průměr čepu jsem navrhl z otláčení v místě kontaktu s packami držáku.

Tab. 10 – Dovolené tlaky p_D pro čepová spojení [61]

Materiál spojované součásti	Šedá litina	Ocel na odlitky	11 343	11 500
p_D [MPa]	60 až 80	70 až 90	100	120

Síla v otláčení:

$$F_{ot} = \frac{M_{omax}}{l + \frac{l_c}{2}} = \frac{172 \cdot 10^3}{6,5 + \frac{37}{2}} = 6880 \text{ N} \quad (40)$$

Pevnostní podmínka pro otláčení:

$$p = \frac{F_{ot}}{S} \leq p'_D \quad (41)$$

Dovolený tlak v otláčení:

$$p'_D = \frac{p_D}{k_D} = \frac{120}{2,5} = 48 \text{ MPa} \quad (42)$$

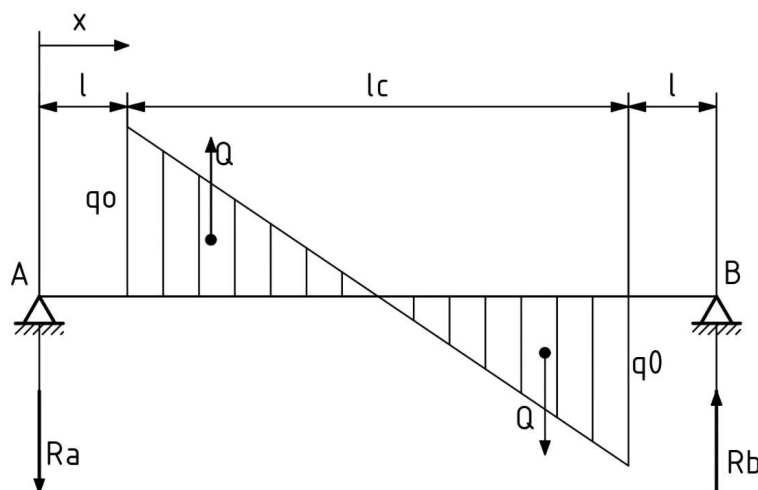
Výpočet průměru:

$$p = \frac{F_{ot}}{2l \cdot d_c} \leq p'_D \rightarrow d_c \geq \frac{F_{ot}}{2l \cdot p'_D} = \frac{6880}{13 \cdot 48} = 11,1 \text{ mm} \quad (43)$$

Do konstrukce a kontroly čepu na ohyb jsem na základě návrhu průměru z podmínky pro otláčení zvolil průměr čepu 13 mm.

3.4.2 Kontrola na ohyb

Kontrolu na ohyb jsem provedl pomocí modelu nosníku na obrázku 54. Velikost q_0 spojitého zatížení jsem zvolil tak, aby výsledná síla v těžišti byla stejně velká jako střížná síla F_{st} .



Obr. 54 – Výpočtový nosník

Stanovení q_0 :

$$F_{st} = Q = \frac{1}{2} \cdot \frac{l_c}{2} \cdot q_0 \rightarrow q_0 = \frac{4 \cdot Q}{l_c} \quad (44)$$

$$Q = \frac{2 \cdot M_{omax}}{l_c} = \frac{2 \cdot 172 \cdot 10^3}{37} = 9297 \text{ N} \quad (45)$$

$$q_0 = \frac{4 \cdot 9297}{37} = 1005 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-1}$$

Výpočet reakcí:

$$x : \quad -R_a + Q - Q + R_b \rightarrow R_a = R_b \quad (46)$$

$$M_A : \quad R_b \cdot (l_c + 2 \cdot l) - Q \cdot \left(l + \frac{l_c}{2} + \frac{2}{3} \cdot \frac{l_c}{2} \right) + Q \cdot \left(l + \frac{1}{3} \cdot \frac{l_c}{2} \right) \quad (47)$$

$$\rightarrow R_b = \frac{2 \cdot Q \cdot l_c}{3 \cdot l_c + 6 \cdot l} = \frac{2 \cdot 9297 \cdot 37}{3 \cdot 37 + 6 \cdot 6,5} = 4586 \text{ N}$$

Protože se jedná o poměrně složité zatížení na řešení metodou řezu, použil jsem pro určení maximálního ohybového momentu Schwedlerovy věty. Pro řešení zleva ve tvaru:

$$\frac{dT(x)}{dx} = -q(x) \quad (48) \qquad \frac{dM_o(x)}{dx} = T(x) \quad (49)$$

Oblast I, $x \in \langle 0; l \rangle$:

$$q(x)^I = 0 \quad (50)$$

$$\frac{dT(x)^I}{dx} = 0 \xrightarrow{\text{integrace}} T(x)^I = C_1 \quad (51)$$

$$\frac{dM_o(x)^I}{dx} = C_1 \xrightarrow{\text{integrace}} M_o(x)^I = C_1 \cdot x + C_2 \quad (52)$$

Oblast II, $x \in \langle l; l + l_c/2 \rangle$:

$$q(x)^{II} = - \left[q_o - \frac{2 \cdot q_o}{l_c} \cdot (x - l) \right] \quad (53)$$

$$\frac{dT(x)^{II}}{dx} = q_o - \frac{2 \cdot q_o}{l_c} \cdot (x - l) \quad (54)$$

$$\xrightarrow{\text{integrace}} T(x)^{II} = -\frac{2 \cdot q_o}{l_c} \cdot \left(\frac{x^2}{2} - l \cdot x \right) + q_o \cdot x + C_3$$

$$\frac{dM_o(x)^{II}}{dx} = -\frac{2 \cdot q_o}{l_c} \cdot \left(\frac{x^2}{2} - l \cdot x \right) + q_o \cdot x + C_3 \quad (55)$$

$$\xrightarrow{\text{integrace}} M_o(x)^{II} = -\frac{2 \cdot q_o}{l_c} \cdot \left(\frac{x^3}{6} - l \cdot \frac{x^2}{2} \right) + q_o \cdot \frac{x^2}{2} + C_3 \cdot x + C_4$$

Jelikož je nosník převráceně symetrický, řešení na dvou oblastech je pro určení maximálního momentu dostatečné.

Integrační konstanty C_1 až C_4 se určí z okrajových podmínek:

$$T_{(0)}^I = -R_a \quad (56)$$

$$M_o(0)^I = 0 \quad (57)$$

$$T(l)^I = T(l)^{II} \quad (58)$$

$$M_o(l)^I = M_o(l)^{II} \quad (59)$$

Integrační konstanty:

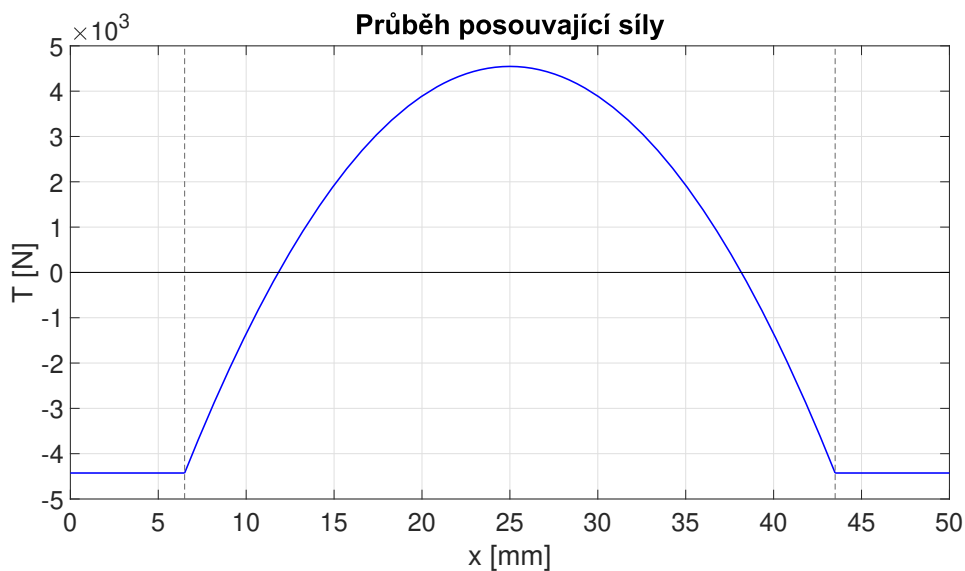
$$C_1 = -R_a \quad (60)$$

$$C_2 = 0 \quad (61)$$

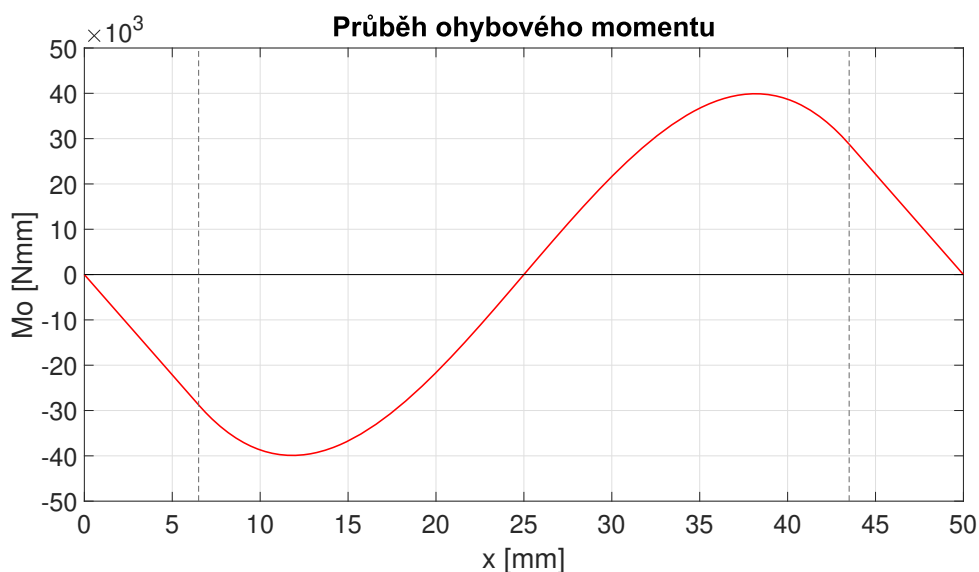
$$C_3 = -R_a - \frac{2 \cdot q_o \cdot l^2}{2 \cdot l_c} - q_o \cdot l \quad (62)$$

$$C_4 = -R_a \cdot l - \frac{2 \cdot q_o \cdot l^3}{3 \cdot l_c} - \frac{q_o \cdot l^2}{2} + C_3 \cdot l \quad (63)$$

Na obrázcích 55 a 56 je zobrazen průběh posouvající síly a momentu po celém nosníku.



Obr. 55 – Průběh posouvající síly



Obr. 56 – Průběh ohybového momentu

Pro maximální ohybový moment platí, že nastává v místech, kde se posouvající síla rovná nule. Z grafu na obrázku 55 je zřejmé, že posouvající síla je nulová na druhé oblasti. Položením rovnice 54 nule, jsem určil souřadnice nulové posouvající síly.

$$T(x)^{II} = 0 \rightarrow x_1 = 11,83 \text{ mm} \quad \text{a} \quad x_2 = 38,17 \text{ mm}$$

Dosazením souřadnice x_1 do rovnice 55 jsem vypočítal maximální ohybový moment.

$$M_{omax} = 41,35 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot \text{mm} \quad (64)$$

Dovolené napětí:

$$\sigma_D = \frac{\sigma_e}{k_D} = \frac{590}{2,5} = 236 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-2} \quad (65)$$

Napětí v ohybu:

$$\sigma_o = \frac{M_{omax}}{W_o} = \frac{M_{omax}}{\frac{\pi \cdot d_c^3}{32}} = \frac{41,35 \cdot 10^3}{\frac{\pi \cdot 13^3}{32}} = 191,7 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-2} \leq 236 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-2} \quad (66)$$

Kontrola na ohyb vyhovuje.

3.5 Návrh sklápěcího mechanismu

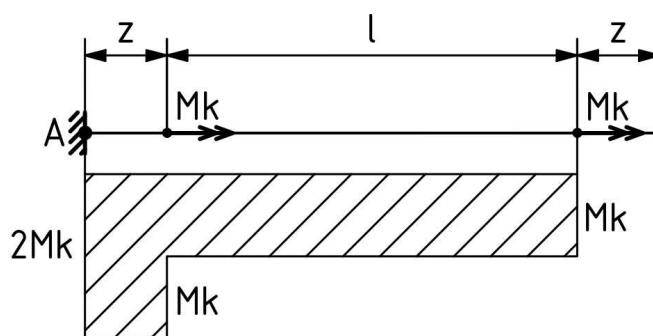
V rešeršní části jsem zmínil, že sklápění kazetových markýz je řešeno pomocí fixačních šroubů. Jelikož toto řešení nedovoluje nastavení sklonu pohodlně ze země a je vhodné ho provádět ve dvou lidech, navrhl jsem vlastní mechanismus pro sklápění.

Navržený mechanismus pro sklápění se skládá ze šnekového převodu na jedné straně a brzdy na straně druhé. Pomocí šnekového převodu je možné kazetu libovolně sklápět. Šnekový převod jsem navrhl jako samosvorný, aby nedocházelo k samovolnému sklápění markýzy. Brzda slouží k rovnoměrnému rozložení namáhání do podpěr, viz další kapitola.

3.5.1 Návrh brzdy

Aby bylo zřejmé použití brzdy, vypracoval jsem jednoduchou analýzu zatížení. Momenty, které jsou na obrázcích 57 a 58 jsou momenty, které se přenášejí na kazetu přes ramena a jejich hodnota je rovna momentu M_{rz} v bodě B.

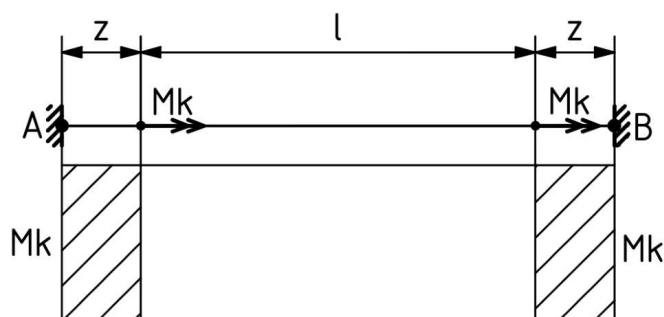
Varianta bez brzdy:



Obr. 57 – Maximální M_k bez brzdy

Použitím metody řezu zleva lze jednoduše určit maximální kroutící moment. Ten bude v tomto případě v bodě vetknutí A.

$$M_{kmax} = 2M_k \quad (67)$$

Varianta s brzdou:


Obr. 58 – Maximální M_k s brzdou

Použitím brzdy na pravé straně, je možné použít model podle obrázku 58. Je zřejmé, že tento model je jednou staticky neurčitý. Proto je třeba provést pro určení maximálního kroučícího momentu nahrazení staticky určitým modelem za použití deformační podmínky. V tomto případě je nejjednodušší provést uvolnění bodu B a použít deformační podmínku podle rovnice 68.

$$d_p : \varphi_{AB} \stackrel{!}{=} 0 \quad (68)$$

Kroučící momenty v jednotlivých částí:

$$I : M_K^I = -M_{rB} \quad (69)$$

$$II : M_K^{II} = M_k - M_{rB} \quad (70)$$

$$III : M_K^{III} = 2 \cdot M_k - M_{rB} \quad (71)$$

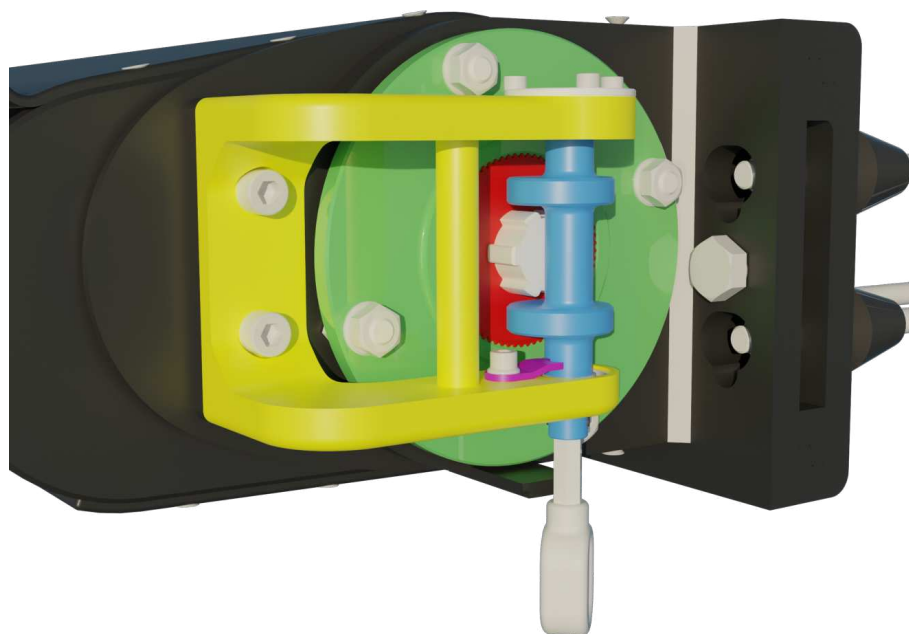
Maximální kroučící moment se určí pomocí Mohrova integrálu. Výsledná rovnice má tvar:

$$\varphi_{AB} = \frac{-M_{rB} \cdot z}{G \cdot J_p} + \frac{(M_k - M_{rB}) \cdot l}{G \cdot J_p} + \frac{(2 \cdot M_k - M_{rB}) \cdot z}{G \cdot J_p} = 0 \quad (72)$$

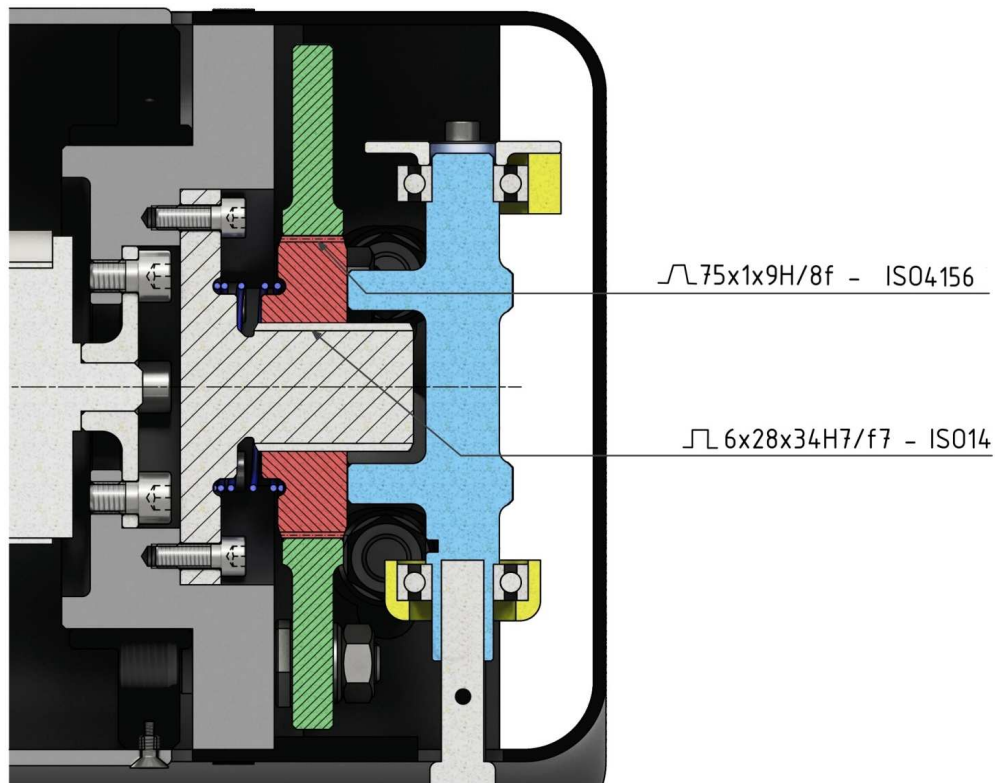
$$\rightarrow M_{rB} = M_k = M_{kmax}$$

Z analýzy je zřejmé, že díky použití brzdy není kazeta téměř vůbec namáhána a momenty z ramen se přenášejí každý do jedné z podpěr.

U návrhu brzdy jsem se rozhodoval mezi dvěma typy, tvarovou a třecí brzdou. Vzhledem k poměrně velkému momentu, který může být při maximálním zatížení přenášen brzdou, jsem zvolil brzdu tvarovou. Aby bylo možné markýzu sklápět s co nejjemnějším krokem, zvolil jsem pro spojení evolventní drážkování s malým modulem.



Obr. 59 – Brzda - vnější pohled



Obr. 60 – Brzda - řez

Brzda se skládá ze spojovacího kola (zelená), které je připojeno k boku kazety pomocí čtyř vodících šroubů. K podpěře je přišroubovaná hřídel s rovnobokým drážkováním (světle šedá). Přenos zatížení z hřídele do podpěry je řešeno šrouby a samotným tvarem desky, se kterou je hřídel v jednom kuse - šestihran. Na hřídeli se pohybuje brzdící kolo (červená), které je pružinou přitlačováno na ovládací vačku (světle modrá). Brzda se ovládá otočením vačky. Aby nedocházelo k samovolnému otáčení vačky vlivem přitlačné síly, navrhl jsem krajní dorazy v takové pozici, aby se vačka případně otáčela do směru, ve kterém se nachází doraz. Doraz je znázorněn fialovou barvou na obrázku 59. Evolventní drážkování je vyráběno s vůlí, abych zajistil bezproblémové dosednutí drážek.

3.5.2 Kontrola evolventního drážkování

Pro spojení jsem zvolil evolventní drážkování 75x1x9H - ISO 4156-30° s počtem zubů 74. Tento počet zubů zaručí, že krok pro sklopení bude přibližně 5°. Pevnostní kontrolu jsem provedl pomocí softwaru MitCalc. Výpočty jsou zobrazeny na obrázcích 61 a 62. Jelikož se brzdící kolo v zatížení nepohybuje, zvolil jsem výpočet jako pevný spoj.

1.0 Společné vstupní údaje			
1.1	Jednotky výpočtu	SI Units (N, mm, kW...)	
1.2	Přenášený výkon	P	1,01 [kW]
1.3	Otáčky hřídele	n	53,0 [/min]
1.4	Krouticí moment	T	181,62 [Nm]
1.5 Způsob zatížení, provozní parametry			
1.6	Charakter pohonu		Lehké rázy
1.7	Typ zatížení		Lehké rázy
1.8	Charakter provozu		Jednosměrný
1.9	Počet rozběhů v tisících		10
1.10	Požadovaná životnost spoje		10000 [h]
1.11 Provedení spoje, předběžný návrh průměru hřídele			
1.12	Provedení spoje		Pevný spoj
1.13	Vnitřní průměr dutého hřídele	d_i	0,000 [mm]
1.14	Požadovaná bezpečnost	S_F	2,50
1.15	Minimální průměr hřídele	d_{min}	22,2 [mm]
1.16	Materiál hřídele (min. pevnost v tahu) [tvrdost]		
1.17			C...Legovaná ocel (700) [HB 300-350 HRC 33-38]
1.18	Minimální pevnost v tahu	R_{min}	700 [MPa]
1.19	Dovolený tlak	p_D	200 [MPa]
1.20	Dovolené napětí v krutu	τ_D	275 [MPa]
1.21	Materiál náboje (min. pevnost v tahu) [tvrdost]		
1.22			A...Konstrukční ocel (350) [HB 150-200]
1.23	Minimální pevnost v tahu	R_{min}	350 [MPa]
1.24	Dovolený tlak	p_D	90 [MPa]
1.26 Provozní koeficienty			
1.27	Koeficient provedení spoje	K_d	1,0
1.28	Koeficient využití spoje	K_s	1,3
1.29	Koeficient životnosti	K_f	1,0
1.30	Koeficient opotřebení	K_w	1,4

Obr. 61 – Vstupní parametry pro kontrolu evolventního drážkování

D - Evolventní drážkování																					
8.0 Parametry spoje, návrh rozměrů																					
8.1 Parametry spoje																					
8.2	Drážkování		G ... ISO 4156 - 30°, Zaoblená drážka, Středění na boky																		
8.3	Koeficient rozložení zatížení	K_k	0,55																		
8.4	Celkový provozní koeficient	K_S	1,30																		
8.5 Automatický návrh spoje																					
8.6	Filtr pro návrh drážkování		Modul 0,75																		
8.7	Výsledky návrhu třídít dle		Vnější průměr																		
8.8	Maximální délka náboje	L_{max}	30,000 [mm]																		
8.9	Start návrhu		Automatický návrh																		
8.10			<table border="1"> <thead> <tr> <th>ID.</th> <th>m/P</th> <th>n</th> <th>D_o</th> <th>D_{re}</th> <th>L_{min}</th> <th>L</th> <th>S_T</th> <th>S_p</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.</td> <td>0,75</td> <td>45</td> <td>34,5</td> <td>32,4</td> <td>51,4</td> <td>54,0</td> <td>13,22</td> <td>1,79</td> </tr> </tbody> </table>	ID.	m/P	n	D_o	D_{re}	L_{min}	L	S_T	S_p	1.	0,75	45	34,5	32,4	51,4	54,0	13,22	1,79
ID.	m/P	n	D_o	D_{re}	L_{min}	L	S_T	S_p													
1.	0,75	45	34,5	32,4	51,4	54,0	13,22	1,79													
8.11 Rozměry spoje																					
8.12	Min. průměr hřídele	D_{remin}	22,2 [mm]																		
8.13	Drážkování		75,0 - 1 x 74																		
8.14	Modul / Počet zubů	m / n	1 / 74 [mm]																		
8.15	Rozečný / základní průměr	D / D_b	74 / 64,09 [mm]																		
8.16	Jmenovitý průměr / posunutí	D_d / xm																			
8.17	Průměry vnějšího drážkování	D_o / D_{re}	75 / 72,2 [mm]																		
8.18	Průměry vnitřního drážkování	D_i / D_{ri}	73,03 / 75,8 [mm]																		
8.19	Tloušťka zubu / šířka drážky	t_v / s_v	1,57 / 1,57 [mm]																		
8.20	Obvod. rozeč / tvarová vůle	p / c_f	3,14 / 0,1 [mm]																		
8.21	Min. funkční délka drážkování	L_{min}	4,5 [mm]																		
8.22	Zvolená délka drážkování	L	13,000 14 [mm]																		
9.0 Pevnostní kontroly spoje																					
9.1 Kontrola hřídele na krut																					
9.2	Dovolené napětí v krutu	τ_D	275 [MPa]																		
9.3	Srovnávací napětí	τ	3,2 [MPa]																		
9.4	Bezpečnost		86,07																		
9.5 Kontrola otláčení na bocích drážkování																					
9.6	Dovolený tlak	p_D	90 [MPa]																		
9.7	Srovnávací tlak	p	12,2 [MPa]																		
9.8	Bezpečnost		7,35																		

Obr. 62 – Parametry a pevnostní kontrola evolventního drážkování

Z výpočtu vyplývá, že drážkování pevnostně vyhovuje. Bezpečnosti se nachází v posledním řádku 9.4 obrázku 62.

3.5.3 Návrh rovnobokého drážkování

Pro rovnoboké drážkování hřídele jsem navrhl délku drážkování z podmínky pro otláčení ve tvaru:










$$p = \frac{F}{S' \cdot l} \leq p'_D \quad (73)$$

Kde:

$$S' = h_z \cdot z \cdot \psi_{kz} \quad (74)$$

Součinitel korekce zubů ψ_{kz} jsem zvolil 0,75. Drážkování jsem zvolil 6x28x34 - ISO14. Dovolený tlak p_D jsem určil z tabulky 11 pro spojení nepohyblivé a netvrzený povrch 110 MPa.

Tab. 11 – Dovolené tlaky p_D pro drážkování [62]

	provozní režim	povrch	
		netvrzený	tvrzený
spojení nepohyblivé		35 ÷ 50	40 ÷ 80
		50 ÷ 80	80 ÷ 130
		80 ÷ 120	130 ÷ 200
spojení pohyblivé bez zatížení		10 ÷ 15	15 ÷ 30
		15 ÷ 25	30 ÷ 50
		25 ÷ 40	50 ÷ 70
spojení pohyblivé pod zatížením			3 ÷ 7
			7 ÷ 15
			15 ÷ 30

Dovolené napětí v otláčení:

$$p'_D = \frac{p_D}{k_D} = \frac{110}{2,5} = 44 \text{ MPa} \quad (75)$$

Z rovnic 73 a 74 vyplývá:

$$l \geq \frac{F}{h_z \cdot z \cdot \psi_{kz} \cdot p'_D} = \frac{11710}{3 \cdot 6 \cdot 0,75 \cdot 44} = 19,7 \text{ mm} \rightarrow 20 \text{ mm} \quad (76)$$

3.5.4 Návrh šnekového převodu

Před samotným návrhem převodu jsem určil vstupní parametry.

$$M_1 = F_1 \cdot r = 30 \cdot 0,15 = 4,5 \text{ N} \cdot \text{mm} \quad (77)$$

$$n_1 = 30 \text{ ot} \cdot \text{min}^{-1} \quad (78)$$

$$P_1 = M_1 \cdot \omega = M_1 \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot n_1}{60} = 4,5 \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot 30}{60} = 14,1 \text{ W} \quad (79)$$

Síla F_1 vychází z tabulky 2 pro třídu 3. Rameno r závisí na konstrukci ovládací kliky. Vyosení rukojeti u běžně prodávaných klik se pohybuje v rozmezí 15 cm až 20 cm. [40]

Otáčky n_1 jsem zvolil tak, aby ovládání bylo pohodlné. Jak jsem již zmínil, převod jsem navrhl jako samosvorný, proto jsem uvažoval maximální možnou účinnost 50 procent. Dále jsem předpokládal, že sklápění markýzy bude probíhat bez vnějšího zatěžování. Pro moment M_2 tedy platí, že je roven momentu M_{rz} k bodu B.

Minimální převodový poměr při plném vysunutí markýzy:

$$i = \frac{M_2}{M_1 \cdot \eta} = \frac{181,5}{4,5 \cdot 0,5} = 80,5 \rightarrow 81 \quad (80)$$

Minimální převodový poměr v zataženém stavu:

$$i = \frac{M_2}{M_1 \cdot \eta} = \frac{22,4}{4,5 \cdot 0,5} = 10 \quad (81)$$

Aby bylo možné sklápět markýzu v plně vysunutém stavu za dodržení zvolené ovládací síly, byl by potřeba převodový poměr 81, což vzhledem k zástavbovým rozměrům převodu, nelze dodržet. Proto sklápění markýzy bude nutné provádět v zasunutém stavu. Tento fakt také zaručí, že evolventní drážky brzdy budou do sebe lépe zapadat, jelikož nebude po odbrzdění docházet ke zkroucení kazety. Moment M_2 odpovídá momentu M_{rz} v zataženém stavu. Z rovnice 81 vychází minimální převodový poměr.

Volba převodového poměru:

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{5}{0,14} = 35,7 \rightarrow 36 \quad (82)$$

Finální převodový poměr jsem nakonec zvolil tak, aby maximálního sklopení bylo docíleno pěti otáčkami klikou. Otáčky n_2 jsem získal ze základě znalosti maximálního úhlu sklopení (50°), tedy jako následující poměr:

$$n_2 = \frac{50^\circ}{360^\circ} = 0,14 \text{ ot/plné sklopení} \quad (83)$$

Návrh šnekového převodu jsem provedl pomocí softwaru MitCalc. Vstupní parametry pro výpočet jsem shrnul v tabulce 12.

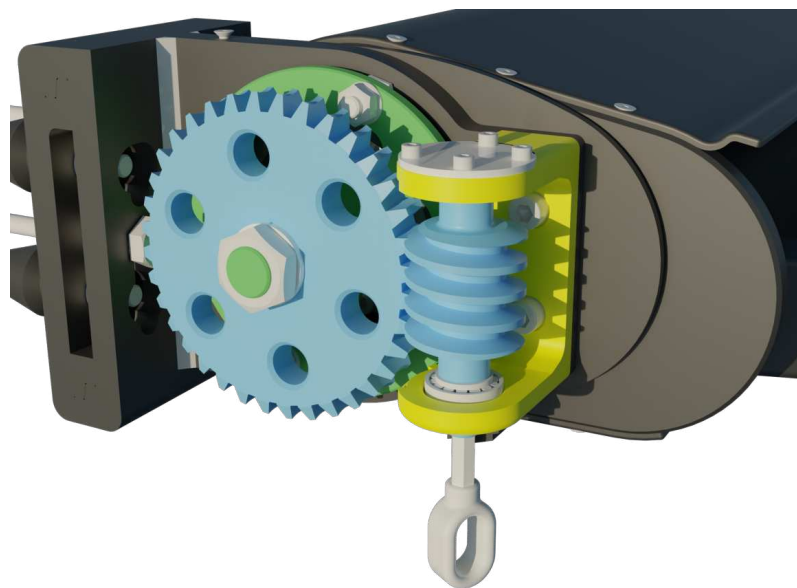
Tab. 12 – Vstupní parametry výpočtu šnekového převodu

Vstupní výkon P_1	14 W
Vstupní otáčky n_1	30 ot · min ⁻¹
Převodový poměr i	36
Materiál šneku	Konstrukční ocel
Materiál kola	Cínový bronz
Typ šneku	Obecný
Úhel profilu α_n	20°
Součinitel průměru šneku q	11,2
Modul ozubení m_n	4
Požadovaná osová vzdálenost a_o	95 mm

Bezpečnosti ozubení a účinnost jsem vypsals v tabulce 13. Detailní výpočet je možné zhlédnout v příloze 4. Vypočtená účinnost šneku je menší než 50 procent soukolí je tedy samosvorné.

Tab. 13 – Výstupní parametry šnekového převodu

Bezpečnost proti opotřebení	99
Bezpečnost proti pittingu	5,21
Bezpečnost proti nedovolenému průhybu	63,85
Bezpečnost proti opotřebení	14,58
Úhel stoupání γ_s	5,11°
Třecí úhel ρ_z	5,35°
Účinnost η	48,5%

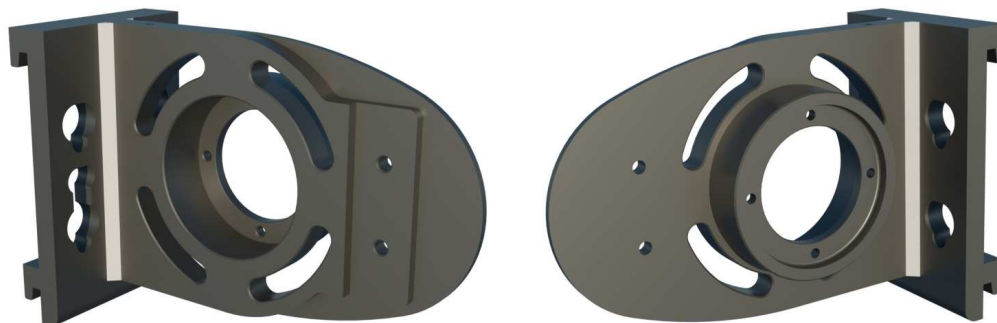


Obr. 63 – Šnekový převod

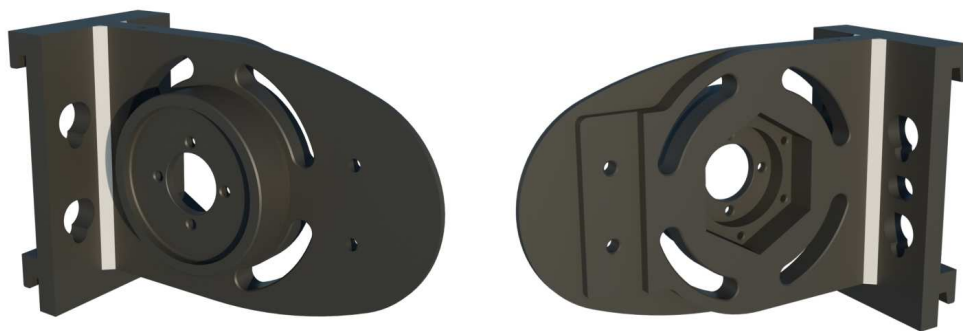
Na obrázku 63 je zobrazen šnekový převod. Šnekové kolo je spojeno s kazetou stejně jako brzda a to pomocí spojovacího kola (zelená) a vodících šroubů. Šnekové kolo je na spojovacím zajištěno nord-lock podložkou a maticí. Šnek je v domku (žlutá) uložen pomocí kuželíkových ložisek. Přenos momentu mezi šnekovým kolem a spojovacím kolem jsem navrhl pomocí tvarového spoje.

3.6 Návrh podpěr

Podpěry jsem navrhl ze dvou částí, které jsou k sobě svařeny. První část je nosná deska. Pomocí nosných desek se markýza usazuje na nosné konzole. Druhá část slouží k uložení kazety, připevnění dalších prvků jako je domek šneku či domek vačky a v neposlední řadě k upevnění navíjecí hřídele. Podpěry jsou vyobrazeny na obrázcích 64 a 65.



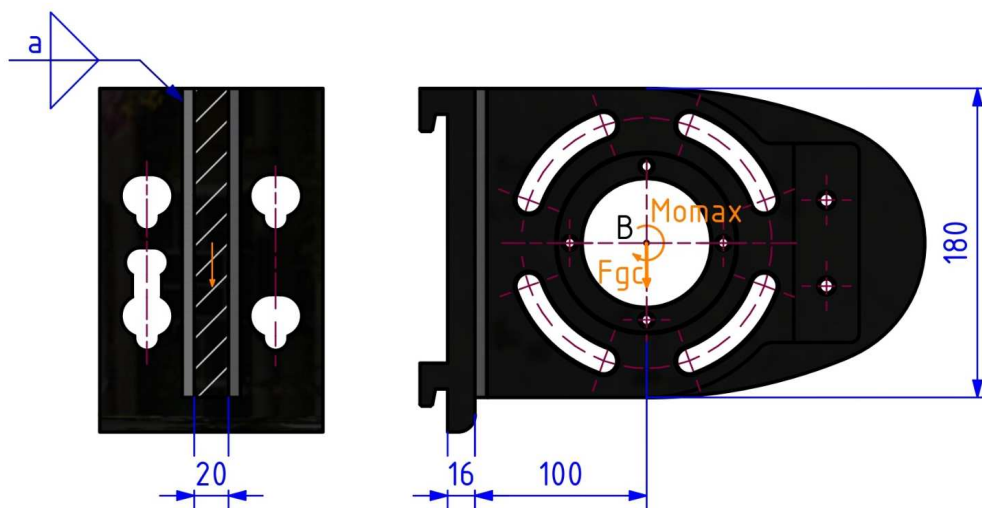
Obr. 64 – Podpěra levá



Obr. 65 – Podpěra pravá

3.6.1 Návrh svarového spoje

U podpěr jsem provedl návrh svarového spoje. Ve výpočtu jsem vycházel ze schématu na obrázku 66. Maximální moment je roven momentu M_{rz} v bodě B. Síla F_{gc} je tíhová síla. Tuto sílu jsem určil z celkové hmotnosti markýzy. Každá z podpěr bude přenášet polovinu celkové tíhové síly. Celkovou hmotnost markýzy jsem odečetl z CAD modelu a je rovna přibližně 105 kilogramům. Materiál pro obě části jsem zvolil ocel 11 375.



Obr. 66 – Schéma pro výpočet svaru

Základní pevnostní podmínka:

$$S_w = \sqrt{\left(\frac{\tau_{\perp}}{\alpha_{\tau_{\perp}}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{\parallel}}{\alpha_{\tau_{\parallel}}}\right)^2} \leq \beta_t \cdot \sigma_D \quad (84)$$

Tab. 14 – Minimální tloušťky koutových svarů [62]

a_s [mm]		a_{\min} při σ_p [N · mm ⁻²]	
přes	do	370 a 420	520
5	10	3	4
10	20	4	5,5
20	30	5,5	7

Tab. 15 – Materiálové vlastnosti [60]

ČSN 11 375	
σ_p	320 [N · mm ⁻²]
σ_e	235 [N · mm ⁻²]

Minimální tloušťku svaru jsem určil na základě tabulky 14 - 4 mm.

1) Ohyb

$$W_o = 2 \cdot \frac{1}{6} \cdot a_s \cdot h^2 = 2 \cdot \frac{1}{6} \cdot 4 \cdot 180^2 = 43200 \text{ mm}^3 \quad (85)$$

$$\tau_o = \tau_{\perp} = \frac{M_{o\max}}{W_o} = \frac{M_{rz} + F_{gc} \cdot l}{W_o} = \frac{181,5 \cdot 10^3 + 525 \cdot 100}{43200} = 5,4 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-2} \quad (86)$$

2) Smyk

$$\tau_s = \tau_{\parallel} = \frac{F_{gm}}{2 \cdot a_s \cdot h} = \frac{525}{2 \cdot 4 \cdot 180} = 0,4 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-2} \quad (87)$$

Součinitele anizotropie jsem určil na základě tabulky 16. Součinitel β_t má pouze zlepšující charakter. Jelikož dílčí napětí vyšla malá, tento součinitel zanedbám. [62]

Tab. 16 – Součinitele anizotropie pro tupé a koutové svary [60]

Druh svaru	Druh namáhání	Převodní součinitel	Převodní součinitel		
			α_{\perp}	α_{τ}	$\alpha_{\tau\perp}$
Tupé svary	tlak	1,0			
	tah	0,85	0,90	1,0	
	smyk	1,0			
Koutové svary	čelní	0,75	0,9	1,0	
	boční	0,65	0,80	0,90	

Porovnávací napětí:

$$S_w = \sqrt{\left(\frac{5,4}{0,9}\right)^2 + \left(\frac{0,4}{0,8}\right)^2} = 6 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-2}$$

$$k = \frac{\sigma_e}{S_w} = \frac{235}{6} = 39,2 \quad (88)$$

Bezpečnost svaru vyšla více než dostatečná.

3.7 Zbylé konstrukční detaily

3.7.1 Navíjecí hřídel

Vzhledem k vnitřnímu prostoru kazety jsem zvolil průměr navíjecí hřídele 78 mm. Takto zvolený průměr dále zajistí, že látka při plném vysunutí, kdy je nejvíce prověšená, nebude kolidovat s napínacími rameny.



Obr. 67 – Navíjecí hřídel

3.7.2 Motor markýzy

Motor markýzy jsem zvolil od výrobce Cherubiny na základě parametrů markýzy. Vybraný motor, Ocen RX disponuje automatickým vypnutím při nárazu na překážku, což je pro použití u kazetových markýz nutné. Disponuje možností manuálního ovládní při výpadku proudu či poškození motoru. Napojení na ovládací senzory je také možné.

Motor se k podpěrám připevňuje pomocí univerzální přípojky. Díky tomu je pro markýzu možné použít prakticky i jakýkoliv jiný motor, který bude kompatibilní s navíjecí hřídelí. [63]



Obr. 68 – Ocean RX [63]

3.7.3 Látka

Abych vyhověl odolnosti proti slabému dešti zvolil jsem, i vzhledem k rozměrům markýzy, látku od prodejce Orytex - 100% polyester s voděodolným zátěrem.

3.7.4 Kazeta

Kazeta se skládá celkem ze tří částí, dvou bočnic a krytu. Bočnice slouží k uložení kazety na podpěry. Jak je vidět na obrázku 69, v bočnicích jsou vyvrtané díry pro zašroubování vodících šroubů, pomocí kterých je kazeta spojena se šnekovým převodem a brzdou. Z vnitřní strany je vyfrézována drážka pro upevnění držáku ramen.

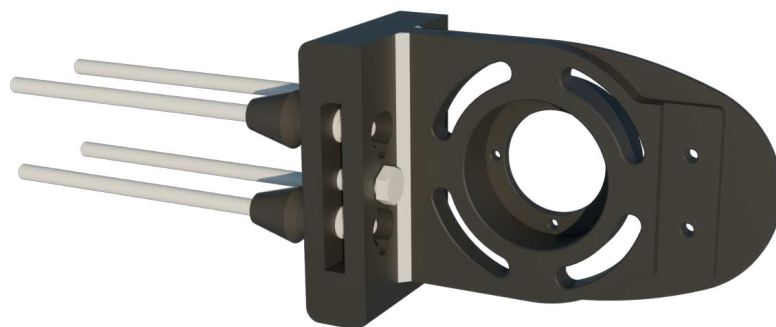


Obr. 69 – Kazeta

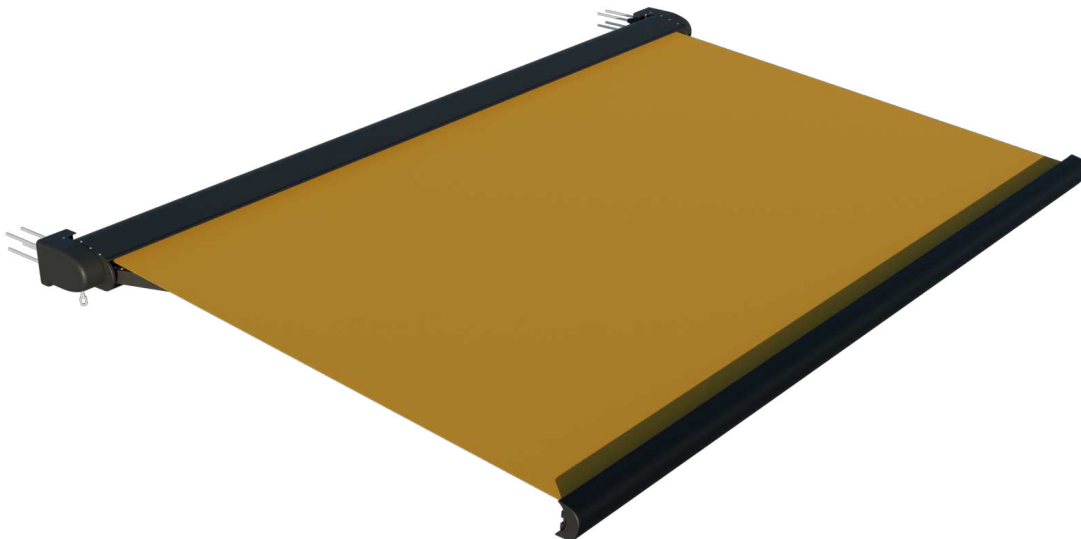
3.7.5 Montáž markýzy k budově

Na základě vstupních požadavků má být markýza montována do zateplené fasády s podkladem z železobetonu. Pro zajištění dostatečného kotvení jsem zvolil systém TherMax, o kterém jsem se zmiňoval na konci rešeršní části. Konzole jsou k domu připevněny pomocí osmi TherMax kotev. Konzoly jsem navrhl tak, aby byla splněna minimální vzdálenost mezi jednotlivými kotvami stanovená výrobcem. Konzoly mají na sobě dvě drážky. Po upevnění konzol, se markýza jednoduše do těchto drážek posadí a zajistí dvěma šrouby.

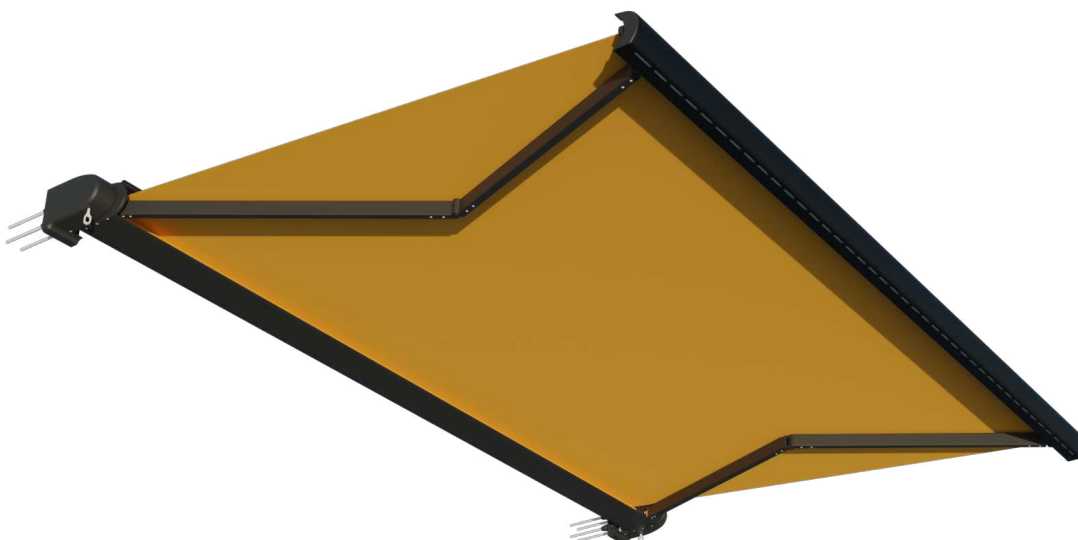
Markýzu je samozřejmě možné ukotvit i do jiných materiálů, pokud se použije adekvátní systém kotvení.



Obr. 70 – Systém TherMax, konzole a podpěra zajištěná šroubem



Obr. 71 – Markýza - horní pohled



Obr. 72 – Markýza - dolní pohled

4 Rozvaha výrobních nákladů

V rámci této práce jsem také vypracoval nákladovou rozvahu navrženého konstrukčního řešení kazetové markýzy. Rozvahu jsem prováděl pro výrobu jednoho kusu, deseti kusů a tisíc kusů. V rozvaze jsem rozdělil součásti na tři druhy, vyráběné (V), kupované s následnou úpravou (KU) a kupované (K).

Cenu vyráběných součástí jsem určil za pomoci webového nástroje pro tvorbu okamžitých nabídek od firmy Xometry. Tento nástroj po nahrání CAD modelu součásti v požadovaném formátu a nastavení základních požadavků (materiál součásti, technologie výroby, povrchové úpravy a další) dokáže odhadnout přibližnou cenu výroby součásti. [64]

Ceny kupovaných součástí jsem určil na základě cen jednotlivých prodejců.

V rozvaze jsem uvažoval také cenu montáže, kterou jsem určil podle následujících parametrů:

- předpokládaná doba montáže: 1,5 hodiny,
- hodinová mzda pracovníka: 350 Kč,
- režijní náklady na kus: 250 Kč.

V tabulkách 17 až 19 jsem uvedl výsledky rozvahy pro daný počet vyráběných kusů. Celkovou rozvahu je možné zhlédnout v příloze 2.

Tab. 17 – Shrnutí nákladové rozvahy - 1 ks

	Výroba 1 ks	
	Výroba	Nákup
		101 756,2 Kč
Celkové náklady	121 551,6 Kč	
Náklady na kus	121 551,6 Kč	
Cena na kus včetně DPH [12%]	136 137,8 Kč	
Cena na kus včetně marže [30%]	176 979,1 Kč	

Tab. 18 – Shrnutí nákladové rozvahy - 10 ks

	Výroba 10 ks	
	Výroba	Nákup
		719 866,7 Kč
Celkové náklady	893 255,6 Kč	
Náklady na kus	89 325,6 Kč	
Cena na kus včetně DPH [12%]	100 044,6 Kč	
Cena na kus včetně marže [30%]	130 058,0 Kč	

Tab. 19 – Shrnutí nákladové rozvahy - 1000 ks

	Výroba 1000 ks	
	Výroba	Nákup
		24 856 512,5 Kč
Celkové náklady	38 834 458,5 Kč	
Náklady na kus	38 834,5 Kč	
Cena na kus včetně DPH [12%]	43 494,6 Kč	
Cena na kus včetně marže [30%]	56 543,0 Kč	

Tab. 20 – Porovnání kazetových markýz

Porovnání kazetových markýz				
Číslo	Výrobce/Prodejce	Název	Rozměr ŠxVýs.	Cena s DPH
1	Markilux	MX-3	3x2 m	68 800,0 Kč
2	MK Rolety	RT 02 MHZ	7x4 m (max)	od 67 200,0 Kč
3	Weinor	Cassita II	4x3 m	108 000,0 Kč
4	Hornbach	Postiano	4x3 m	28 590,0 Kč
5	Labona	Dakota	4x2,5 m	82 284,0 Kč
6	Sunsystem	Casabox	4x3 m	71 941,0 Kč
7	Navržené řešení (Série 1000 ks)		4x2,5 m	56 543,0 Kč

Na základě výsledků rozvahy jsem provedl v tabulce 18 porovnání navržené markýzy (pro sérii tisíc kusů) s komerčně dostupnými modely podobných rozměrů. Většina komerčních modelů v této kategorii je vybavena i dalším příslušenstvím ve formě senzorů, či led podsvícení. Tuto výbavu jsem v nákladové rozvaze neuvažoval.

Celkově z výsledků nákladové rozvahy a porovnání konstatuji:

- Kusová výroba navržené markýzy se z finančního hlediska nevyplatí.
- Sériová výroba navržené markýzy je potenciálně konkurence schopná s markýzami podobného typu.

5 Závěr

Cílem této práce bylo navrhnout kazetovou markýzu pro zajištění stínění terasy přiléhající k rodinnému domu.

V rešeršní části jsem se věnoval rozdělení venkovních stínících prvků s důrazem na markýzy. Prozkoumal jsem různé typy konstrukcí markýz, možnosti jejich ovládání, druhy používaných látek, sensorové vybavení a v neposlední řadě druhy montáží.

Nabyté poznatky jsem využil v konstrukční části práce, ve které jsem provedl návrh kazetové markýzy. Návrh jsem provedl na základě vstupních parametrů a výpočtů vybraných uzlů mechanismu.

V rámci výpočtů jsem nejprve provedl silovou a momentovou analýzu geometrie mechanismu, kterou jsou navrhli na základě vstupních parametrů. Díky hodnotám, které jsem v rámci této analýzy získal, jsem určil bezpečnostní koeficient, který zaručí, že i při zatížení markýzy větrem, či vodou, bude konstrukce pevnostně vyhovovat.

V rámci jednotlivých výpočtů jsem provedl návrh pružiny napínacího mechanismu, pevnostní kontrolu profilů ramen, návrh a kontrolu čepového spojení ramen s kazetou, návrh a kontrolu tvarové brzdy s evolventním drážkováním, návrh a kontrolu šnekového převodu, který je využíván pro sklápění markýzy a návrh podpěr, součástí kterého je výpočet svarového spoje.

Výstupem konstrukční části je také 3D CAD model markýzy zpracovaný pomocí softwaru Autodesk Inventor.

V poslední části práce jsem zpracoval nákladovou analýzu navržené markýzy za účelem zjištění nákladů spojených s výrobou a montáží. Analýzu jsem provedl pro kusovou a sériovou výrobu. Výsledky analýzy jsem využil pro porovnání s komerčně dostupnými modely markýz podobného typu. Výsledky této analýzy ukázaly, že navržené řešení by bylo schopno konkurovat markýzám podobného typu.

6 Bibliografie

- [1] ČUPROVÁ, Danuše; KLÍMOVÁ, Sylva. *Stínící technika*. 1. vyd. Brno: ERA, 2006. ISBN 80-7366-046-6.
- [2] KOLEKTIV, Štěpánka Lubinová a. *Stínění oken: žaluzie, rolety, markýzy a slunolamy*. Grada Publishing a.s., 2013. ISBN 9788024787428.
- [3] Historie pergol. *Hotovedomy.cz* [online]. 2017 [cit. 2024-02-05]. Dostupné z: <https://www.hotovedomy.cz/aktuality/308-historie-pergol/>.
- [4] Pergolu, nebo altán? Záleží hlavně na účelu. *NejŘemeslníci.cz* [online]. [Cit. 2024-02-05]. Dostupné z: <https://www.nejremeslnici.cz/blog/pergola-vs-altan/>.
- [5] Potřebujete pergolu, altán, nebo přístřešek? Vyznejte se v pojmech. *Atiko.cz* [online]. [Cit. 2024-02-05]. Dostupné z: <https://www.atiko.cz/clanky/detail/co-je-to-pergola-altan-nebo-pristresek-vyznejte-se-v-pojmech.htm>.
- [6] Samostatná pergol. *Renson-pergoly.cz* [online]. [Cit. 2024-02-01]. Dostupné z: https://www.renson-pergoly.cz/wp-content/uploads/2016/06/boshuisje_84159.jpg.
- [7] Pergola připojená k domu. *Realizacedrevostavby.cz* [online]. [Cit. 2024-02-01]. Dostupné z: <https://www.realizacedrevostavby.cz/wp-content/uploads/2017/01/zahradni-pergola-Klasik-250-470-2-1429886655.jpg>.
- [8] S-Drive. *Archishade, YouTube* [online]. [Cit. 2024-02-01]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=-VyxFXIDQOs>.
- [9] Předokenní přiznané rolety. *Alumax.cz* [online]. [Cit. 2024-02-05]. Dostupné z: <https://www.alumax.cz/rolety-predokenni-priznane/>.
- [10] Předokenní podomítkové rolety. *Alumax.cz* [online]. [Cit. 2024-02-05]. Dostupné z: <https://www.alumax.cz/rolety-predokenni-podomitkove/>.
- [11] Nadokenní rolety. *Alumax.cz* [online]. [Cit. 2024-02-05]. Dostupné z: <https://www.alumax.cz/rolety-nadokenni/>.
- [12] Nadokenní roleta. *Filplast.pl* [online]. [Cit. 2024-02-05]. Dostupné z: <https://filplast.pl/wp-content/uploads/2020/12/VekaVariant-baner-500x500.jpg>.

- [13] Venkovní žaluzie. *Svet-oken.cz* [online]. [Cit. 2024-02-10]. Dostupné z: <https://www.svet-oken.cz/cz/stinici-technika/venkovni-zaluzie.html>.
- [14] Venkovní žaluzie. *Ldstav.cz* [online]. [Cit. 2024-02-05]. Dostupné z: <https://www.ldstav.cz/media/image/venkovni-zaluzie.png>.
- [15] Jak funguje slunolam? *Hobbytec.cz* [online]. 2022 [cit. 2024-02-10]. Dostupné z: <https://www.hobbytec.cz/clanky/detail/jak-funguje-slunolam.htm>.
- [16] Horizontální slunolam. *Batima.cz* [online]. [Cit. 2024-02-10]. Dostupné z: <https://www.batima.cz/wp-content/themes/batima/img/shortcodes/gallery/slunolamy/batima-hlinikove-slunolamy-04.webp>.
- [17] Vertikální slunolam. *Starlux.cz* [online]. [Cit. 2024-02-10]. Dostupné z: <https://www.starlux.cz/wp-content/uploads/2021/10/slunolamy-6.jpg>.
- [18] GREŠOVÁ, Viktorie Viktorie. Markýzy – jak si vybrat vhodný typ stínění. *Confico.cz* [online]. [Cit. 2023-11-09]. Dostupné z: <https://www.confico.cz/markyzy>.
- [19] GREŠOVÁ, Viktorie Grešová. Typy markýz. *Confico.cz* [online]. [Cit. 2023-11-09]. Dostupné z: <https://www.confico.cz/typy-markyz>.
- [20] Košové a korbové markýzy. *Daverik.cz* [online]. [Cit. 2024-02-15]. Dostupné z: <https://www.daverik.cz/kosove-markyzy>.
- [21] Košové markýzy. *Monros.cz* [online]. [Cit. 2024-02-15]. Dostupné z: <https://www.monros.cz/sortiment/markyzy/kosove-markyzy/>.
- [22] Košová markýza. *Moraviapropag.cz* [online]. [Cit. 2024-02-15]. Dostupné z: https://cdn.myshoptet.com/usr/eshop.moraviapropag.cz/user/shop/big/422-5_tropical-7.jpg?6033bb7f.
- [23] WEINOR. *WGM Top - Product list*. Ossendorf, 2018. Dostupné z: <https://www.confico.cz/download/cs/wgm-top-produktovy-list.pdf>.
- [24] KARÁSEK, Viktor Karásek. Jak zastínit vaši zimní zahradu – Tipy a Triky. *Karasek.cz* [online]. 2023 [cit. 2024-02-15]. Dostupné z: <https://karasek.cz/jak-zastinit-vasi-zimni-zahradu-tipy-a-triky/>.
- [25] Markýza zimní zahrady. *Stineni.cz* [online]. [Cit. 2024-02-15]. Dostupné z: https://www.stineni.cz/produkty/obrazky/markyza_na-zimni-zahradu.png.

- [26] WEINOR. *VertiTex II - Product list*. Ossendorf, 2018. Dostupné z: <https://www.confico.cz/download/cs/vertitex-produktovy-list.pdf>.
- [27] Výklopné markýzy. *Arcointerier.cz* [online]. [Cit. 2024-02-15]. Dostupné z: <https://arcointerier.cz/produkt/vyklopne-markyzy>.
- [28] Markýzy sklopné. *Rolrols.sk* [online]. [Cit. 2024-02-15]. Dostupné z: <http://www.rolrols.sk/markyzy-sklopne>.
- [29] Sklopná markýza s dělicí hřídělí. *T-shade.cz* [online]. [Cit. 2024-02-15]. Dostupné z: <https://www.t-shade.cz/wp-content/uploads/2018/10/markilux-740-840-11-1024x576.jpg>.
- [30] Výsuvné markýzy. *KKdesign.cz* [online]. [Cit. 2023-11-09]. Dostupné z: <https://www.kkdesign.cz/sortiment/markyzy/terasove-markyzy/c-37/>.
- [31] How do Retractable Awnings Work? *Rocheawnings.com* [online]. [Cit. 2023-11-11]. Dostupné z: <https://www.rocheawnings.com/how-do-retractable-awnings-work/>.
- [32] PARAMASIVAM, Jithendra. *AWNING ARM FOLDING MECHANISM*. Halmstad, 2015. Dostupné z: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:934600/FULLTEXT02>. Bak. pr. Halmstad Univeristy.
- [33] Napínací mechanismus. *Custom-canvas.info* [online]. [Cit. 2023-11-11]. Dostupné z: <https://www.custom-canvas.info/perma/images/ibizaarm.jpg>.
- [34] Awning Elbow Wire rope. *Ebay.com* [online]. [Cit. 2023-11-12]. Dostupné z: <https://i.ebayimg.com/images/g/ZZwAAOSwRLZkS0wt/s-l1600.jpg>.
- [35] Awning Elbow Chain. *Intertradeincorporated.com* [online]. [Cit. 2023-11-12]. Dostupné z: <https://www.intertradeincorporated.com/wp-content/uploads/2017/01/Awning-Elbow-Chain-Generic.png>.
- [36] Celokazetová motorizovaná markýza - Instalační a uživatelská příručka. *Hornbach.cz* [online]. [Cit. 2023-11-12]. Dostupné z: <https://media.hornbach.cz/hb/installationmanual/as.52939162.pdf>.
- [37] Ovládání sklonu - mechanismus. *Globalawnings.com* [online]. [Cit. 2023-11-12]. Dostupné z: https://www.globalawnings.com.au/Australia_Pitch_Control_02.jpg.

- [38] Nastavení sklonu - distanční šrouby. *Sunguard.nz* [online]. [Cit. 2023-11-12]. Dostupné z: <https://sunguard.nz/wp-content/uploads/2018/10/ellipse-mobloc-2.jpg>.
- [39] ČSN EN 13561. *Vnější clony a markýzy - Funkční a bezpečnostní požadavky*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2015. Třídící znak: 746034.
- [40] GROUP, Cherubiny. *Manual Drive - Product Book*. 2024. Dostupné z: https://www.cherubini-group.com/files/uploads/cataloghi/pdf_2024/CHCatalogoMANUALE-2024_EN.pdf.
- [41] Šneková převodovka. *Awningsell.com* [online]. [Cit. 2024-02-16]. Dostupné z: <https://www.awningsell.com/uploads/202119937/manual-retractable-awning-gearbox55289668246.jpg>.
- [42] Pohony pro markýzy. *Atypy.cz* [online]. 2016 [cit. 2023-11-15]. Dostupné z: <https://www.atypy.cz/pohony-pro-markyzy/>.
- [43] Conrad - Návod k obsluze trubkového motoru. *Conrad.com* [online]. [Cit. 2023-11-15]. Dostupné z: <https://asset.conrad.com/media10/add/160267/c1/-/css/000646762ML01/upute-za-rukovanje-646762-superrollo-professional-rm20mm-sr20225-cjevasti-motor-60-mm-44-kg-20-nm.pdf>.
- [44] Návod k použití trubkového motoru. *Dmsalfa.cz* [online]. [Cit. 2023-11-09]. Dostupné z: <https://www.dmsalfa.cz/wp-content/uploads/2016/09/Univerzalni-navod-motoru-DM.pdf>.
- [45] Jaké čidlo vybrat pro ovládání markýzy. *Bohemiaflex-cs.cz* [online]. [Cit. 2023-11-09]. Dostupné z: <https://www.bohemiaflex-cs.cz/clanky-jake-cidlo-vybrat-pro-markyzu/>.
- [46] Sensors. *Retractableawnings.com* [online]. [Cit. 2024-02-17]. Dostupné z: <https://www.retractableawnings.com/motorization-a-controls/sensors/>.
- [47] GLOVER, Amy. Waterproof awnings vs. Water Resistant. *Retractableawningreviews.com* [online]. [Cit. 2023-11-09]. Dostupné z: <https://retractableawningsreviews.com/waterproof-awnings-vs-water-resistant-what-is-the-difference/>.

- [48] IVRSA.DE. *Guideline for assessment of manufactured awning cloth* [online]. 2018. [cit. 2024-02-18]. Dostupné z: https://ivrsa.de/wp-content/uploads/2018/03/ITRS_RL_Markisentuecher_Jan_18_EN.pdf.
- [49] What Are The Different Types Of Fabrics For Awning. *Awnings.com* [online]. [Cit. 2023-11-10]. Dostupné z: <https://www.awnings.com.sg/blog/different-types-of-fabrics-for-awning.html>.
- [50] Different Types of Fabrics Used in Awnings. *Nathtrading.com* [online]. 2022 [cit. 2023-11-10]. Dostupné z: <https://www.nathtrading.com/blog/different-types-of-fabric-used-in-awnings>.
- [51] WEINOR. *10 Tips on awning fabrics* [online]. [cit. 2024-02-18]. Dostupné z: https://www.weinor.com/dateien/Tuch/151130_10Tipps_Markisentuch_A4q_GB_117892_1506.pdf.
- [52] Jak namontovat markýzu na střešní krokve. *Hornbach.cz* [online]. [Cit. 2023-11-10]. Dostupné z: <https://www.hornbach.cz/navody/jak-namontovat-markyzu-na-stresni-krokve/>.
- [53] Jak namontovat markýzu na zeď. *Hornbach.cz* [online]. [Cit. 2023-11-10]. Dostupné z: <https://www.hornbach.cz/navody/jak-namontovat-markyzu-na-zed/>.
- [54] Vysokozátěžová kotva. *Hornbach.cz* [online]. [Cit. 2024-05-10]. Dostupné z: <https://media.hornbach.cz/hb/packshot/as.46343946.jpg?dvid=8>.
- [55] FISCHER. TherMax 16 - návod k montáži. *Fischer-cz.cz* [online]. [Cit. 2023-11-10]. Dostupné z: <https://www.fischer-cz.cz/cs-cz/products/upevneni-na-eti-cs-zateplenou-fasadu/thermax/thermax-12-a-16/thermax-16>.
- [56] Fischer Thermax - Markisen Montage. *MarkisenDE, YouTube* [online]. [Cit. 2024-02-19]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=LLmmlYe0Hrs>.
- [57] Pružina Z-208l. *Federnshop.com* [online]. [B.r.] [cit. 2024-05-11]. Dostupné z: https://www.federnshop.com/cz/v%c3%bdrobek/ta%c5%ben%c3%a9_pru%c5%beiny/z-208i.html.



- [58] Data sheet Extension spring: Z-208I. *Federnshop.com* [online]. [Cit. 2024-05-10]. Dostupné z: https://www.federnshop.com/cz/charakteristika-kovov%20a9-pru%20beiny/federnshop-charakteristika-kovov%20a9-pru%20beiny-ta%20ben%20a9-pru%20beiny_z-208i.pdf.
- [59] Slitina EN AW-6060. *NPS PROAL s.r.o* [online]. [Cit. 2024-04-09]. Dostupné z: <https://proal.cz/hlinik/slitiny-hliniku/en-aw-6060/>.
- [60] LEINVEBER, Jiří; VÁVRA, Pavel. *Strojnické tabulky: učebnice pro školy technického zaměření: učebnice pro školy technického zaměření*. Šesté vydání. Úvaly: Albra, 2017. Č. Book, Whole.
- [61] BOLEK, Alfred; KOCHMAN, Josef. *Části strojů*. 5. přeprac. vyd. Praha: SNTL, 1989. ISBN 80-03-00046-7.
- [62] ŠVEC, Vladimír. *Části a mechanismy strojů: spoje a části spojovací*. Vyd. 1. Praha: ČVUT, 1997. ISBN 80-01-01701-X.
- [63] GROUP, Cherubiny. *Electronic drive systems - Product Book*. 2024. Dostupné z: https://www.cherubini-group.com/files/uploads/cataloghi/pdf_2024/CHcatalogoMOTORI-2024_AP02_EN.pdf.
- [64] Stránky Xometry. *Xometry.eu* [online]. [B.r.] [cit. 2024-05-10]. Dostupné z: <https://xometry.eu/cs/>.

7 Seznam obrázků

Obr. 1 - Samostatná pergola [6]	6
Obr. 2 - Pergola připojená k domu [7]	6
Obr. 3 - Mechanismus S-Drive [8]	6
Obr. 4 - Schránky přiznaných rolet [9]	7
Obr. 5 - Přiznaná roleta [2]	8
Obr. 6 - Podomínková roleta [2]	8
Obr. 7 - Nadokenní roleta [12]	8
Obr. 8 - Venkovní žaluzie [2],[14]	9
Obr. 9 - Horizontální slunolam [16]	10
Obr. 10 - Vertikální slunolam [17]	10
Obr. 11 - Košová markýza [22]	11
Obr. 12 - Markýza zimní zahrady umístěná na střeše [25]	12
Obr. 13 - Schéma napínacího mechanismu markýzy pro zimní zahrady [23]	13
Obr. 14 - Schéma vertikální markýzy [2]	14
Obr. 15 - Sklopná markýza [27]	15
Obr. 16 - Markýza s dělicí hřídelí [29]	15
Obr. 17 - S nosným profilem [30]	15
Obr. 18 - Bez nosného profilu [30]	15
Obr. 19 - Napínací mechanismus ramen [33]	16
Obr. 20 - Druhy spojení částí ramen [31],[34],[35]	16
Obr. 21 - Sklápění pomocí převodu [37]	17
Obr. 22 - Sklápění kazetové markýzy [36]	17
Obr. 23 - Sklápění pomocí dorazů [38]	17
Obr. 24 - Šneková převodovka [41]	18
Obr. 25 - Kuželová převodovka [40]	18
Obr. 26 - Tvarová spojka ručního pohonu [40]	18
Obr. 27 - Trubkový motor [42]	19
Obr. 28 - Umístění trubkového motoru [42]	20
Obr. 29 - Otřesový senzor [45]	21
Obr. 30 - Větrný senzor [45]	22
Obr. 31 - Sluneční senzor [45]	22



Obr. 32 - Nosná sestava montáže do střešních krokví [52]	24
Obr. 33 - Vysokozátěžová kotva [54]	25
Obr. 34 - Přerušení tepelného mostu montáže TherMax [56]	25
Obr. 35 - Montáž TherMax [55]	25
Obr. 36 - Základní parametry markýzy	27
Obr. 37 - Geometrie ramen	28
Obr. 38 - Schéma mechanismu pro výpočet reakcí	29
Obr. 39 - Průběh momentu M_{rx} k bodu A	32
Obr. 40 - Průběh momentu M_{rz} k bodu A	32
Obr. 41 - Napínací mechanismus	35
Obr. 42 - Zajištění lanka	35
Obr. 43 - Zajištění pružiny	35
Obr. 44 - Schéma pro výpočet pružiny	36
Obr. 45 - Charakteristika pružiny Z-208l [58]	38
Obr. 46 - Geometrie jeklu	38
Obr. 47 - Schéma prutu	39
Obr. 48 - Napínací rameno	41
Obr. 49 - Připojení ramena k přednímu profilu	41
Obr. 50 - Přední profil	41
Obr. 51 - Připevnění látky	42
Obr. 52 - Odtokové díry	42
Obr. 53 - Schéma pro výpočet čepu	42
Obr. 54 - Výpočtový nosník	44
Obr. 55 - Průběh posouvající síly	46
Obr. 56 - Průběh ohybového momentu	47
Obr. 57 - Maximální M_k bez brzdy	48
Obr. 58 - Maximální M_k s brzdou	49
Obr. 59 - Brzda - vnější pohled	50
Obr. 60 - Brzda - řez	51
Obr. 61 - Vstupní parametry pro kontrolu evolventního drážkování	52
Obr. 62 - Parametry a pevnostní kontrola evolventního drážkování	52
Obr. 63 - Šnekový převod	56
Obr. 64 - Podpěra levá	56



Obr. 65 - Podpěra pravá.....	57
Obr. 66 - Schéma pro výpočet svaru.....	57
Obr. 67 - Navíjecí hřídel	59
Obr. 68 - Ocean RX [63]	60
Obr. 69 - Kazeta	60
Obr. 70 - Systém TherMax, konzole a podpěra zajištěná šroubem	61
Obr. 71 - Markýza - horní pohled.....	62
Obr. 72 - Markýza - dolní pohled	62

8 Seznam tabulek

Tab. 1 - Třídy odolnosti proti zatížení větrem [39]	17
Tab. 2 - Třídy ovládacích sil [39]	19
Tab. 3 - Porovnání voděodolnosti a vodotěsnosti látek [47]	23
Tab. 4 - Tíhové síly	31
Tab. 5 - Vstupní parametry pružiny	36
Tab. 6 - Vypočtené parametry pružiny.....	37
Tab. 7 - Parametry pružiny Z-208I [57]	37
Tab. 8 - Materiálové vlastnosti [59]	38
Tab. 9 - Materiálové vlastnosti [60]	42
Tab. 10 - Dovolené tlaky p_D pro čepová spojení [61]	43
Tab. 11 - Dovolené tlaky p_D pro drážkování [62]	53
Tab. 12 - Vstupní parametry výpočtu šnekového převodu	55
Tab. 13 - Výstupní parametry šnekového převodu	55
Tab. 14 - Minimální tloušťky koutových svarů [62]	58
Tab. 15 - Materiálové vlastnosti [60]	58
Tab. 16 - Součinitele anizotropie pro tupé a koutové svary [60]	58
Tab. 17 - Shrnutí nákladové rozvahy - 1 ks	64
Tab. 18 - Shrnutí nákladové rozvahy - 10 ks	64
Tab. 19 - Shrnutí nákladové rozvahy - 1000 ks.....	64
Tab. 20 - Porovnání kazetových markýz	65



9 Seznam příloh

1. 3D CAD model kazetové markýzy¹
2. Rozvaha výrobních nákladů¹
3. MitCalc - Výpočet pružiny¹
4. MitCalc - Výpočet šnekového převodu¹

¹Dostupné v elektronické verzi