

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS KATEDRA

TVIRTINU

Katedros vedėjas
doc. Z. Ramonas

2007 06

„KELTUVO MODELIAVIMAS IR TYRIMAS“

„MODERNISATION AND ANALYSIS OF A LIFT“
Mechanikos inžinerijos magistro darbas

Vadovas

_____ Doc. A.Povilionis

2007 06

Autorius

_____ MM - 5 gr. stud. L. Razdobrejavas

2007 06

Recenzentas

_____ Prof.Dr.Habil. A. Bargelis

2007 06

ŠIAULIAI, 2007

TURINYS

Įvadas	3
1. Kėlimo įrenginių ir mašinų apžvalga	4
1.1 Aukštikelčiai	4
1.2 Neriboto ilgio lyno kėlimo ir traukos įrenginiai	8
1.3 Svirtiniai suktuvai	9
1.4 Riboto lyno ilgio kėlimo įrenginiai	10
1.5 Keltuvai	12
1.6 Sraigto-veržlės pavaros pritaikymo nauda	15
2. Projektiniai skaičiavimai	17
2.1 Sraigto veikiančių jėgų skaičiavimai	19
2.2 Sraigto projektiniai skaičiavimai	20
3. Variklio ir reduktorio parinkimas	25
3.1 Reikalingų parametrų nustatymas	25
3.2 Elektros variklio parinkimas	27
3.3 Reduktoriaus parinkimas	28
4. Keltuvo konstrukcinių elementų stiprumo tyrimas	29
4.1 Svirties stipruminė analizė su CosmosWorks programa	30
4.2 Kiti preso konstrukciniai elementai	33
4.3 Judesių modeliavimas	34
Išvados	36
Santrauka	37
Summary	38
Literatūra	39

Ivadas

Mechaniniai keltuvai yra didelis patogumas statybos darbuose, techniniame transporto priemonių aptarnavime ir yra vieni populiariausių įrenginių motociklų, automobilių ar autobusų pakėlimui, transportavimui ir laikymui (taisymui, remontui bei priežiūrai).

Keltuvai, naudojami statybos darbuose būna įvairių tipų. Vienas iš žirklinių keltuvu privalumas yra tas, kad jų naudojimui nereikia specialiai jiems paruošto pagrindo. Žirkliniai keltuvai naudojami ne tik kaip kėlimo įrenginiai bet ir kaip išlyginamosios aikštelės. Todėl jie dažnai naudojami ne tik statybose, bet ir transporto priemonių aptarnavimui.

Šiandieną modernūs mechaniniai keltuvai yra sukonstruoti taip, kad užtikrintų patogų ir greitą priėjimą prie visų transporto priemonių mazgų ir detalių. Mechaniniai keltuvai leidžia daugumą darbų atlikti greitai, patogiai ir saugiai. Naujesnių modelių keltuvai užtikrina daugiau saugumo keliamų reikalavimų, kurių nebuvo senesnių modelių keltuvuose. Patobulintos savybės, tokios kaip daugiapozicinis aukščio reguliavimas (galima sustabdyti bet kuriame kėlimo aukštyje) ir nesudėtingas valdymas, leidžia vartotojui lengvai keisti pakėlimo aukštį.

Darbo tikslas

Suprojektuoti žirklinį keltuvą ir pritaikyti sraigto-veržlės pavara.

Darbo uždaviniai

1. Parinkti keltuvo konstrukciją.
2. Sumodeliuoti keltuvo trimatį modelį.
3. Pritaikyti sraigto-veržlės pavara.
4. Atlikti projektinius skaičiavimus.
5. Atlikti detalių stipruminę analizę.

1.KĖLIMO ĮRENGINIŲ IR MAŠINŲ APŽVALGA

Kėlimo mašina — tai periodiškai veikiantis kėlimo įrenginys su judančiu kroviniu griebtuvu. Ja kroviniai (kartais ir žmonės) keliami iš vienos vietos į kitą ir dažniausiai nedideliu atstumu.

- Priklauso:
 - Aukštikelčiai (“domkratai”)
 - Keltuvai,
 - Skrysčiai,
 - Būgniniai suktuvai,
 - Svirtiniai suktuvai,
 - Rankinės talės,
 - Sieniniai kranai,
 - Pernešamieji kranai.

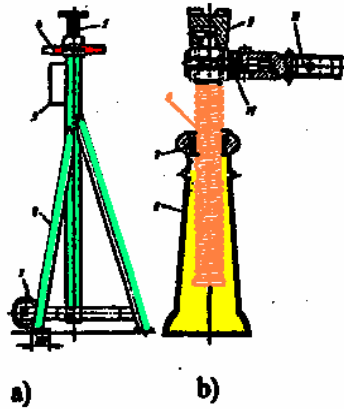
1.1 AUKŠTIKELČIAI

- Gali būti perkeliemieji arba perstumiamieji,
- Gali pakelti krovinį į 1500 mm aukštį, iki 500 t.
- Pagal konstrukciją jie yra skirstomi:
 - Sraigtiniai,
 - Krumpļiastiebiniai,
 - Stūmokliniai,
 - Svirtiniai .
- Pagal pavaros tipą:
 - Rankinės pavaros,
 - Mašininės pavaros (elektrinė, hidraulinė, pneumatinė).

SRAIGTINIAI AUKŠTIKELČIAI

- Tai savistabdžiai įrenginiai.
- Naudojamos trys schemas:
 - Sraigtas slankioja,
 - Veržlė sukasi,
 - Sraigtas sukasi ir slankioja,

- Sraigtas sukasi, o veržlė slankioja.



Sraigtiniai aukštikėliai:
 1 - ratas, 2 - pagrindas, 3,10 - rankenos, 4,7 - veržlės, 5,8 - sraigtai,
 6 - korpusas, 9 - atraminė galvutė,
 11 - reketo-streiktės mechanizmas

1.1 pav. Sraigtiniai aukštikėliai

Aukštikėlio rankenos sukimo momentas

$$T = (G_{kr} d_2) / 2 [(\tan(\varphi + \beta) + f_{d \text{ vid}}) / 2]$$

G_{kr} - aukštikėlio apkrova,

d_2 - vidutinis sriegio skersmuo,

φ -trinties kampas,

β -sraigtinės linijos kilimo kampas,

f -trinties koeficientas

Krupliastiebiniai aukštikėliai

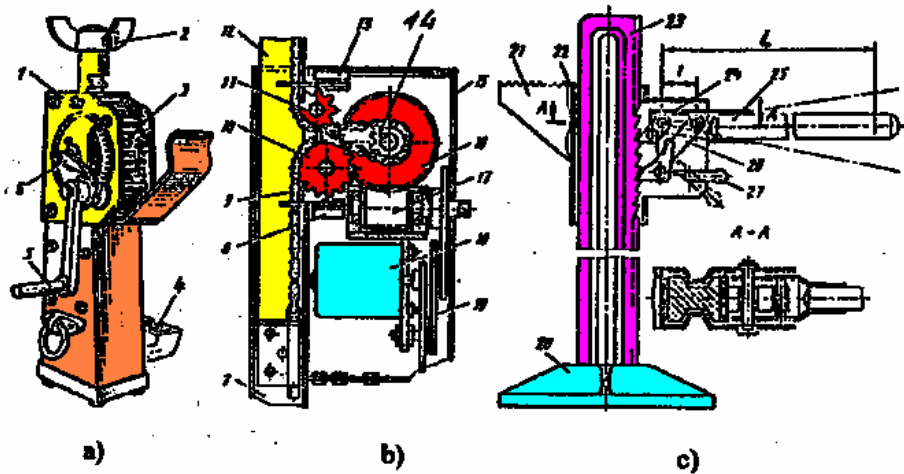
- Iki 10 t keliamumo,
- Naudojami pagalbinėms operacijoms krovinių pakrovimo, iškrovimo, remonto darbams.
- Aukštikėlio ilgosios svirties peties jėga

$$L = \frac{(G_{kr} \cdot l)}{F \eta}$$

l - trumposios svirties peties ilgis,

F - rankenai leistina jėga,

η -aukštikėlio naudingumo koeficientas



Krumpliasiebiniai aukštikėliai:

- 1, 15 - korpusai, 2 - galvutė, 3 - krumpliaratinė pavara,
 4, 21 - letena, 5, 25 - rankenos, 6 - reketo strektės mechanizmas,
 7 - stovas, 8, 13 - galiniai išjungikliai, 9 - grandinė,
 10, 11, 14 - žvaigždutės, 12 - iškišamoji sekcija, 16 - sliedžiai,
 17 - sliedžiai, 18 - velenas, 19 - pavary sistema, 20 - atrama,
 22 - apkaba, 23 - krumpliasiebis, 24, 26 - strektės, 27 - fiksatorius

1.2 pav. Krumpliasiebiniai aukštikėliai

Hidrauliniai aukštikėliai

- Hidraulinis skystis tiekiamas rankiniu arba mašininu siurbliu,
- Švelnus darbas,
- Tiksliai sustabdomi.
- Dvi modifikacijos:
 - Siurblys ir darbo skysčio bakas su hidrocilindru sudaro vientisą bloką,
 - Siurblys ir blokas yra atskiri agregatai.

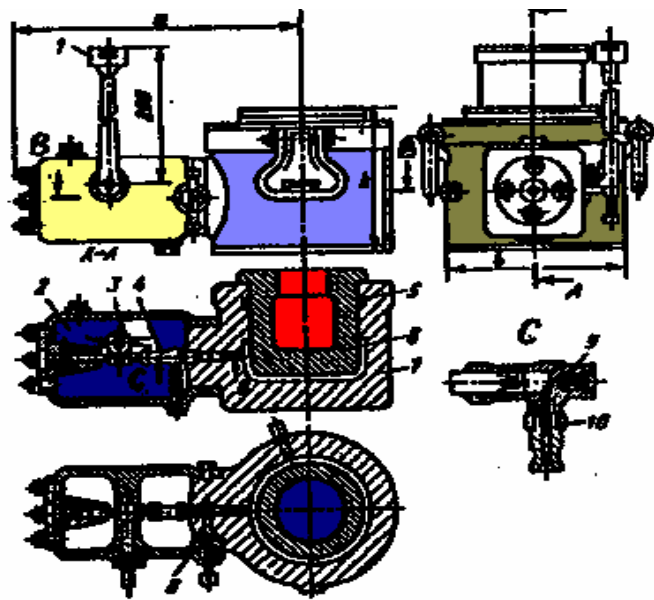
Aukštikėlio rankenos ilgis:

$$L = \frac{\left(G_{kr} \cdot \frac{d}{D} \cdot l \right)}{F \eta}$$

G_{kr} - krovinio svoris,

D, d - siurblio plunžerio ir hidrocilindro skersmenys,

l - slankiklio ilgis.

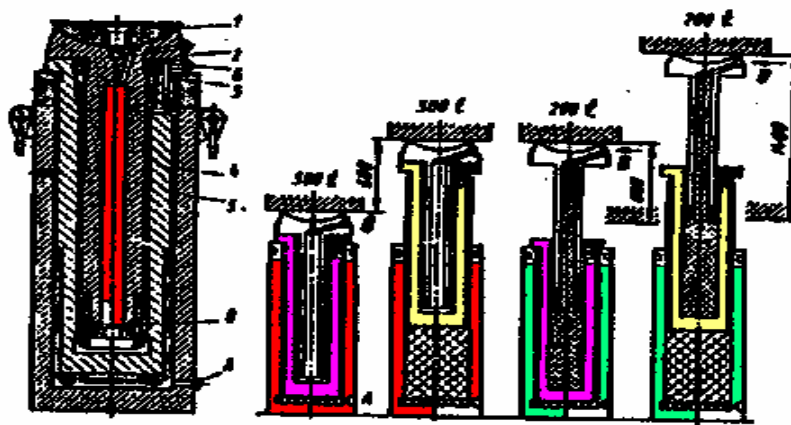


Hidrauliniai aukštikėliai:

- 1 - rankena, 2 - darbo skysčio bakas, 3 - velenėlis, 4 - siurblys,
 5 - sandarinimo žiedai, 6 - plunžeris, 7 - korpusas-cilindras,
 8 - ventilis, 9, 10 - vožtuvai

1.3 pav. Hidrauliniai aukštikėliai

Teleskopiniai aukštikėliai



a)

b)

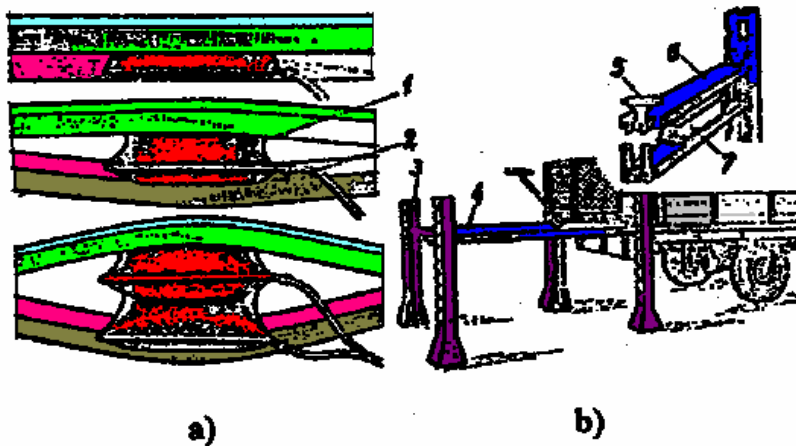
Teleskopiniai aukštikėliai:

- 1 - atrama, 2, 4 - plunžeris, 3 - veržlė, 5 - korpusas, 6 - stūmoklis

1.4 pav. Teleskopiniai aukštikėliai

Pneumatiniai aukštikėliai

- Sudaro sintetinės medžiagos kameros,
- Naudojami kojiniai siurbliai arba aukšto slėgio balionas,
- Naudojami stacionariuose keltuvuose



Pneumatiniai kameriniai aukštikėliai:
1, 7 - kameros, 2 - vamzdynas, 3 - stovai, 4 - platforma,
5 - sklendės, 6 - skersinės

1.5pav. pneumatiniai aukštikėliai

1.2 NERIBOTO ILGIO LYNŲ KĖLIMO IR TRAUKOS ĮRENGINIAI

Tokiuose įrenginiuose nėra būgno, ant kurio vyniojamas lynas. Jų masė žymiai didesnė už būgninio tipo priemonės. Joms priskiriami:

- Skryščiai,
- Svirtiniai bei su persivyniojančiais lynais suktuvai,
- Smailės.

SKRYŠČIAI

Įrenginiai, skirti kroviniams kelti ir horizontaliai perstumti.



Skryščiai :
1 - skridinių komplektas, 2 - nejudama dalis, 3, 12 - lynas,
4 - stabdiklis, 5, 11 - ritinėliai, 6 - skridinys, 7 - spyruoklės,
8 - rektas, 9 - strektės, 10 - ašys, 13 - apkaba

1.6Pav.Skryščiai

Traukos lyno galo jėga

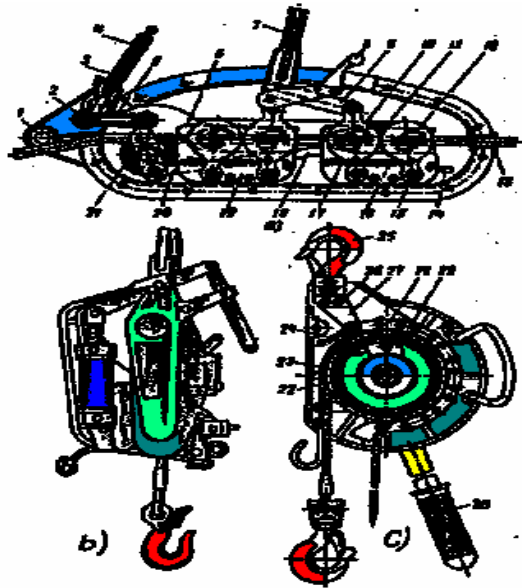
$$F_{\max} = (G(1 - \eta)) / (1 - \eta)$$

G- krovinio ir judamos skryščių dalies svoris,

η - skryščių naudingumo koeficientas

1.3.SVIRTINIAI SUKTUVAI

- Yra žingsninio tipo mechanizmas, pro kurį pratempiamas neriboto ilgio lynas,
- Maža suktuvų masė,
- Gali būti hidraulinis svirtinis suktuvas.



Svirtiniai suktuvai :
 1 - pirštas, 2, 15, 26 - ašys, 3, 7, 30 - rankenos, 4 - fiksatorius,
 5 - aša, 6, 11 - griebtuvai, 8 - atotampa, 9, 18, 20 - traukės,
 10, 12 - plokštelinės kilpos, 13 - įvorė, 14 - atrama,
 16, 24 - spyruoklės, 17 - strypai, 19 - žiaunos, 21 - pavalkėlis,
 22 - būgnas, 23 - strektės mechanizmas, 25 - kablys, 27 - svirtis,
 28 - grandinė, 29 - reketas

1.7pav. svirtiniai suktuvai

Suktuvai su persivyniojančiais lynais

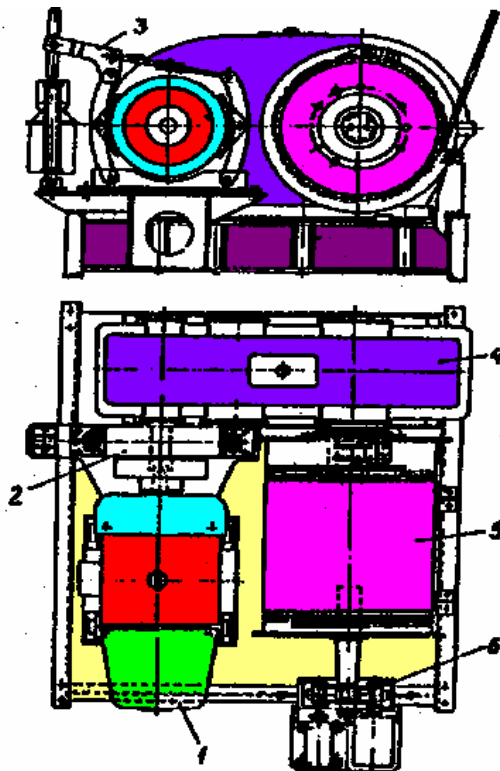
- Turi du kinematiškai standžiai sujungtus būgnus,
- Ant kiekvieno būgno paviršiaus yra keletą griovelių,
- Paeiliui į griovelius užvyniojamas neriboto ilgio lynas,
- Dažnai pavara elektrinė.

1.4RIBOTO ILGIO LYNŲ KĖLIMO ĮRENGINIAI

- Priklauso:
 - Suktuvai,
 - Talės,
 - Stacionariniai kranai,
 - Pernešami kranai,
 - Perkeliemieji kranai,
 - Manipulatoriai.

Suktuvai

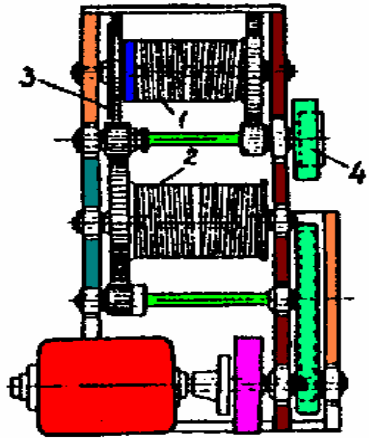
- Skirti kroviniui pakelti ir nuleisti, retai perslinkti horizontalia kryptimi,
- Turi rankinę arba mašininę pavara.
- Pagal traukos elementą:
 - Lyniniai,
 - Grandininiai,
 - Stacionariniai,
 - Sumontuoti ant vežimėlio.
- Pagal būgnų kiekį:
 - Vieno būgno,
 - Dviejų būgnų,
 - Daugiabūgniai.
- Pagal būgnų konstrukciją:
 - Lygiabūgniai,
 - Su grioveliu,
 - Su frikciniu būgnu.



a)

b)

Elektrinis lyninis suktuvas :
 1 - variklis, 2 - mova, 3 - stabdys,
 4 - reduktorius, 5 - būgnas 6 - guolis



Vieno variklio greiferinis suktuvai :
1, 2 - būgnai, 3 - mova, 4 - stabdys

b)

1.8pav. suktuvai, a)elektrinis suktuvai, b)greiferinis suktuvai

Statinė elektros variklio galia

$$F = \frac{Gv}{\eta}$$

Statinis sukimo momentas

$$T_{st} = \frac{F_b D_b}{2\eta_b}$$

G- krovinio svoris,

v- krovinio kėlimo greitis,

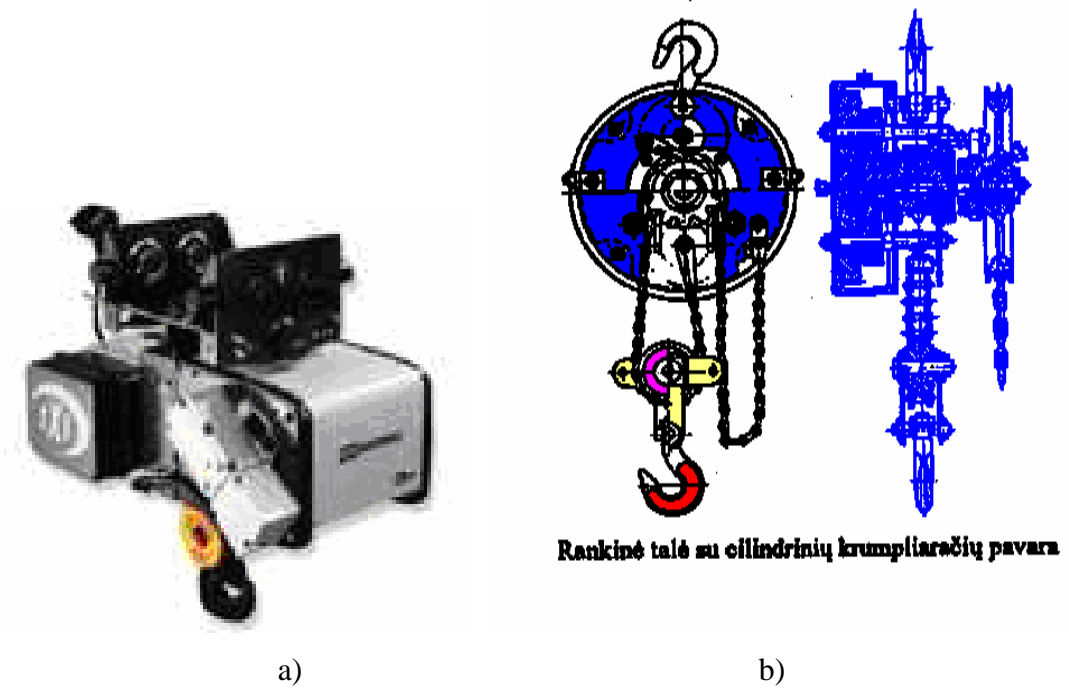
η - bendras mechanizmo naudingumo koeficientas,

F_b - ant būgno užbėgančio lyno įtempimo jėga,

D_b - būgno skersmuo

TALĖS (kompaktiški suktuvai)

- Kroviniams transportuoti tarp cechų ir jų viduje,
- Automatinėms bei srovinėms linijoms aptarnauti,
- Kroviniams sandėliuose transportuoti,
- Keliamumas iki 10 t.



1.9.pav. Talės a) elektrinė talė, b) rankinė (grandininė) talė

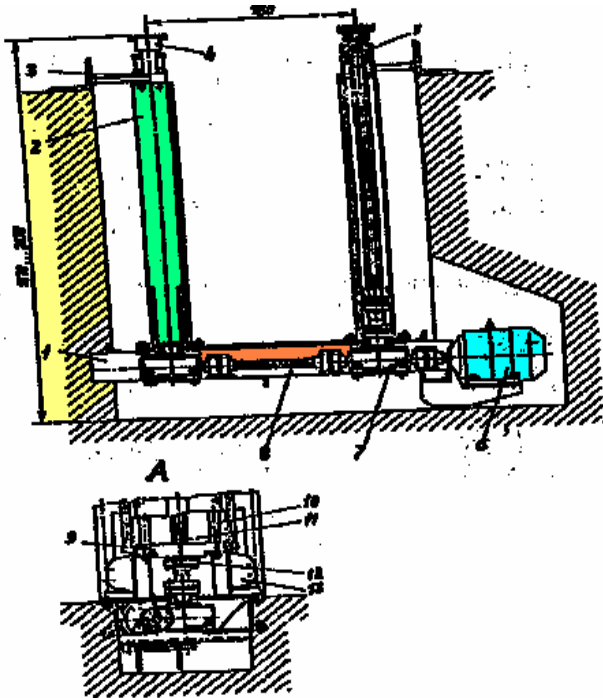
1.5.KELTUVAI

- Įrenginiai, skirti kroviniams perkelti:
 - Vertikalioje plokštumoje,
 - Nuožulnioje plokštumoje.
- Skirstomi:
 - Stacionariniai (grindiniai ir bepamatiniai),
 - Perstumiami,
 - Pakabinami.

Stacionariniai keltuvai

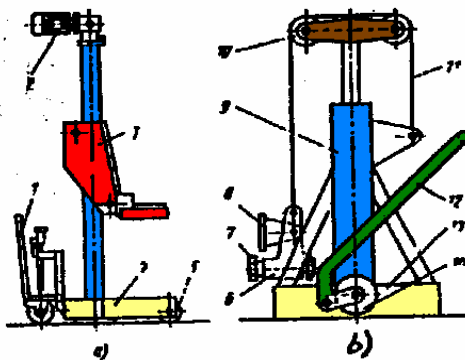
- Naudojami kroviniams vertikaliai pakelti,
- Keliamumas iki 100t ,
- Kėlimo aukštis 16 m,
- Kėlimo greitis iki 3 m/min.
- Skirstomi į:

- Tiesioginio veikimo,
 - Svirtiniai.
- Turi elektrines, hidraulines arba pneumatines pavaras.



Sraigtiniai keltuvai:
 1 - rėmas, 2 - statramsčiai, 3 - sija, 4 - skersinė,
 5 - atraminis guolis, 6 - variklis, 7 - reduktorius, 8 - voļenas,
 9 - skersinė, 10 - traukės, 11 - sraigtai, 12 - apsauginė varžlė,
 13 - galiniai išjungikliai

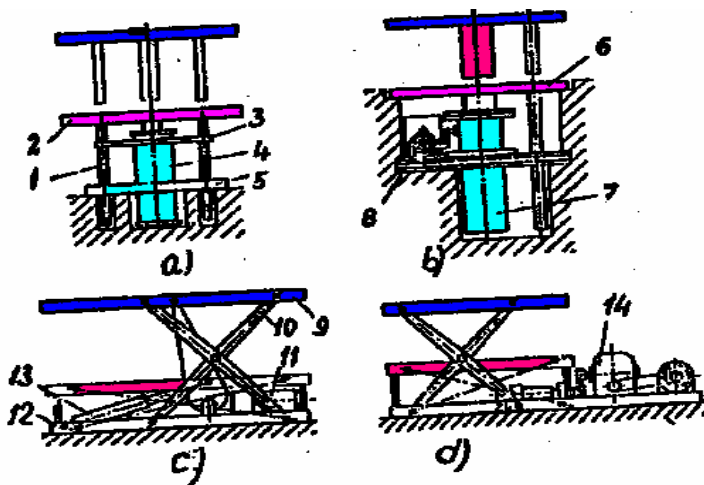
1.10.pav.Sraigtinis keltuvas



Perstumiamieji keltuvai:
 1 - gražulas, 2 - elektros variklis, 3 - krovinio vėžimėlis, 4 - rėmas,
 5 - ratai, 6 - griebtuvas, 7 - pirštas, 8 - šliužė, 9 - hidraulinis
 cilindras, 10 - žvaigždutė, 11 - grandinė, 12 - rankena,
 13 - pagrindas, 14 - ratai

1.11.pav. Perstumiamas keltuvas

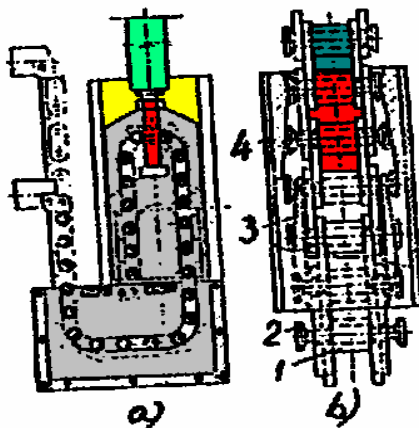
Stacionariniai keltuvai



Stacionariniai keltuvai:
 1 - kreipiančiosios, 2, 6, 9 - platformos, 3 - skersinė,
 4 - pneumatinis cilindras, 5 - pamatinis rėmas, 7 - hidraulinis cilindras, 8 - siurblys, 10 - svirtinis mechanizmas, 11 - pavara,
 12 - atraminis rėmas, 13 - hidrauliniai cilindrai,
 14 - sraigtinis mechanizmas

1.12.Pav. Stacionarus keltuvas

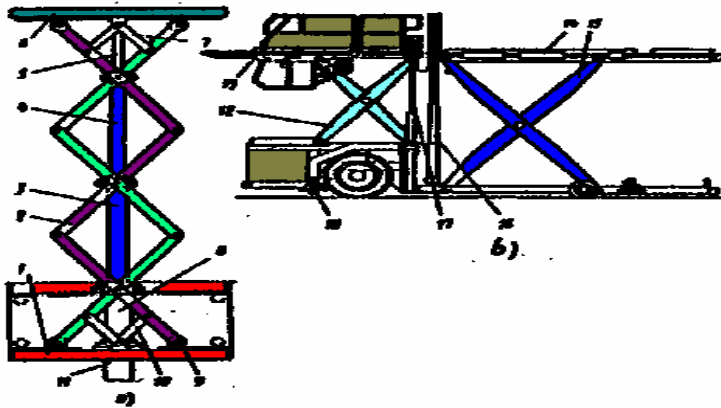
Grandininiai keltuvai



Grandininiai keltuvai:
 1 - ašys, 2 - pirštai, 3, 4 - kreipiančiosios

1.13.pav. Grandininis keltuvas

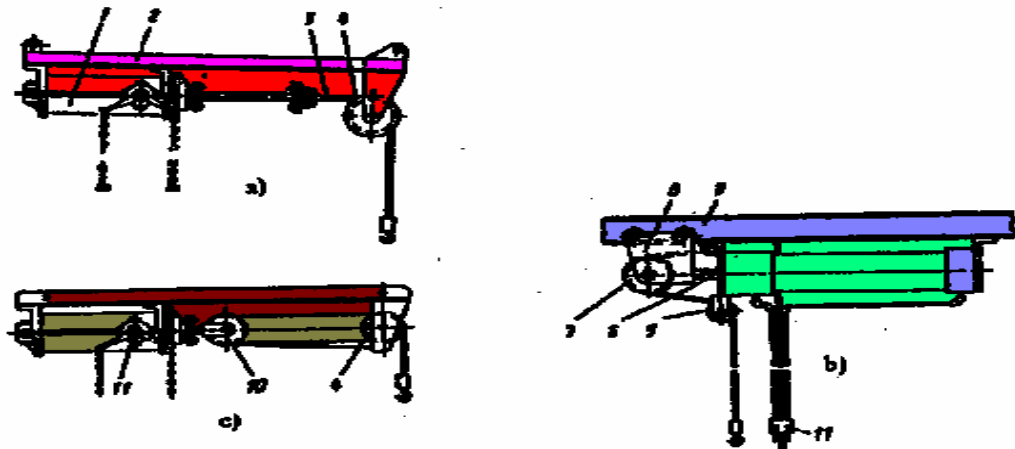
Svirtiniai keltuvai



Svirtiniai keltuvai:
 1 - pagrindas, 2, 7, 10 - svirtys, 3, 4, 5, 8 - sekcijos,
 6, 13, 14 - platformos, 9 - ritinėliai, 11 - korpusas,
 12, 15 - žirkliniai kėlimo įrenginiai, 16, 17 - teleskopiniai
 hidrauliniai cilindrai, 18 - aukštikelčiai

1.14pav. Svirtiniai keltuvai

Pakabinami pneumatiniai keltuvai



Pakabinamieji pneumatiniai keltuvai :
 1 - pneumatinis cilindras, 2 - rėmas, 3 - lynas, 4, 7, 10 - skridiniai,
 5 - apsakamasis skridinys, 6 - kotas, 8 - vėžimėlis, 9 - vienbėgis

1.15.pav.pakabinamieji pneumatiniai keltuvai

Jėga, kuri reikalinga svorio G_k kroviniui pakelti lygi

$$F = (mG_k) / (\eta_s \eta)$$

m - skryščių kartotinumai ,

η_s - skryščių naudingumo koeficientas,

η - atitinkamai skridinių, neįjeinančių į skryščius kiekis ir naudingumo koeficientas.

1.6 Sraigto-veržlės pavaros pritaikymo nauda

Dauguma žirklinių keltuvų yra gaminami su hidrauline pavara. Jei gaminami nuo 200kg iki 3000kg keliamosios galios, kėlimo aukštis nuo 3 iki 12m.



Pav. Hidraulinis žirklinis keltuvas

Hidraulinio keltuvo didelę kainos dalį sudaro, hidraulinė pavara, šiame darbe buvo pasirinkta pritaikyti žirkliniam keltuvui pritaikyti sraigto pavara. Sraigto privalumai lyginant su hidrauline:

1. Pigi gamyba (tuo pačiu atpinga ir pats keltuvo pagaminimas) .
2. Nereikia gamybai sudėtingų įrenginių.
2. Lengvai eksploatuojama.
3. Nereikalauja sudėtingos priežiūros.

Paprasčiausią hidraulinę pavara sudaro, hidrovareklis, hidrostotelė, cilindras, ir žarnos kuriomis perduodamas darbinis skystis (alyva). Kai cilindras dvigubo veikimo, greičiau sudyla riebokšliai, dėl to gali prasisunkti alyva ir sumažėti hidraulinės pavaros kėlimo galia arba pavara nebeveikti. Tiek sudilus riebokšliams, tiek trukus žarnai yra tikimybe, kad bus užteršta aplinka. Hidraulines pavaros gan dideli gabaritai, reikia keisti alyva, tai įtakoja ir mechanizmo svori, ir aptarnavimo sudėtingumą ir išlaidas.

Sraigto-veržlės pavara yra nedidelių gabaritų, nesudėtinga, didelis perdavimo skaičius perduodama didelė jėga. Tai, kad pavara nesudėtinga, jo mažesni pagaminimo kaštai, paprastesnis aptarnavimas. Tai ir nulėmė kad projektuojamam keltuvui buvo pasirinkta, ši pavara.

Keltuvai daugiausia gaminami pramoniniam naudojimui, darbe projektuojamas keltuvas skirtas individualių namų statybai ir aptarnavimui. Projektuojamo keltuvo keliamoji galia 600kg, kėlimo aukštis 4m.

Keltuvo konstrukciniai privalumai:

1. Eksploatacijai nereikia specialiai paruošto pagrindo.
2. Lengvai perkeliamas iš vietos į vietą.
3. Galima sustabdyti bet kuriame kėlimo aukštyje
4. Nuėmus užtvartą galima naudoti kaip išlyginamąją aikštelę.

2.PROJEKTINIAI SKAIČIAVIMAI

2.1 Sraigą veikiančių jėgų skaičiavimas

Jėgą veikiančią statmenai į keltuvo keliančiąją dalį nustatau pagal keltuvo maksimalią kėlimo galią.

Maksimali keltuvo kėlimo galia:

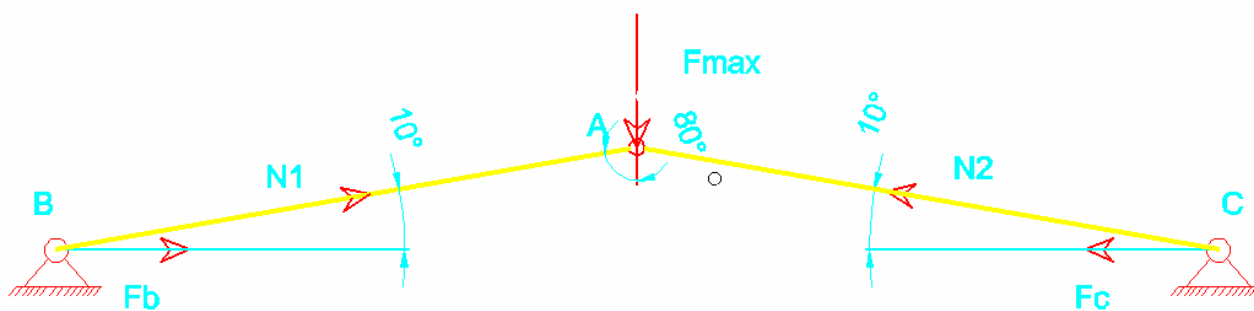
$$m_{\max}=600\text{kg}$$

Maksimali apkrovimo jėga:

$$F_{\max}=m_{\max}\cdot g=600\cdot 9,81=5886\text{N}$$

Kadangi keltuve yra dvejios keliančios žirklys tai jėga dalinu per pusę:

$$F=5886/2=2943\text{N}$$



2.1 pav. Jėgų išsidėstymo schema

$$\sum F_y=0 \quad (2.1.1)$$

$$N_1=N_2 \quad \alpha_1=\alpha_2=10^\circ \quad \beta_1=\beta_2=80^\circ$$

$$-F + \frac{N_1}{\cos 80^\circ} + \frac{N_2}{\cos 80^\circ} = 0 \quad (2.1.2)$$

$$N_1 = \frac{F}{2 \sin \beta} = \frac{2943}{2 \cdot 0,174} = 8457\text{N} \quad (2.1.3)$$

$$F_B=N_1 \cdot \cos \alpha_1=8457 \cdot 0,985=8330\text{N} \quad (2.1.4)$$

Ašinė jėga tenkanti vienom žirklem:

$$F_a=F_B+F_C=2F_B=2 \cdot 8330=16660\text{N} \quad (2.1.5)$$

Konstrukcijos svorį įvertinu koeficientu 1,3

Jėga tenkanti vienam sraigtui:

$$F_s = F_a \cdot 1,3 = 16660 \cdot 1,3 = 21658 \text{ N} \quad (2.1.6)$$

2.2 Sraigto projektiniai skaičiavimai

Sraigto eiga $H=1000\text{mm}$

Sraigta veikianti ašinė jėga: $F_s=21658\text{N}$

Sraigta numatau gaminti iš plieno 45 (GOST 1050-88) [14]

Parinku veržlės aukščio koeficientą:

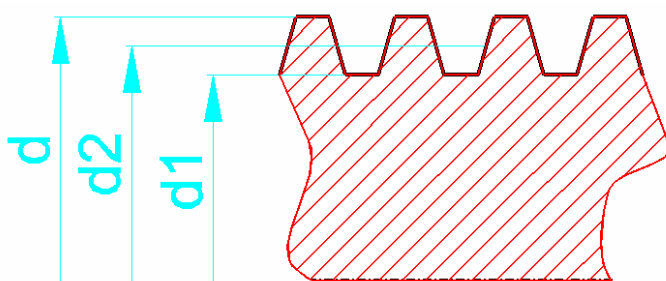
$$\psi_H = \frac{H}{d_2} = 2 \quad (2.2.1)$$

Sriegio aukščio koeficientas trapeciniam sriegiui:

$$\psi_H = \frac{h}{t} = 0.5 \quad (2.2.2)$$

Vidutinis sriegio skersmuo:

$$d_2 = \sqrt{\frac{F_s}{\pi \psi_H \psi_h P_{adm}}} = \sqrt{\frac{21658}{3.14 \cdot 2 \cdot 0.5 \cdot 10}} = 26,26 \text{ mm} \quad (2.2.3)$$



2.2 pav. sriegio elementai

Parenku standartini trapecinį sraigą , kurio:

Sriegio aukštis $h=3,5\text{mm}$

Sriegio žingsnis $t=6\text{mm}$

Išorinis sriegio skersmuo $d=32\text{mm}$

Vidutinis sriegio skersmuo $d_2=29\text{mm}$

Vidinis sriegio skersmuo $d_1=25\text{mm}$

Sriegio vijų kilimo kampas:

$$\varphi = \arctg \frac{t}{\pi d_2} = \arctg \frac{6}{3.14 \cdot 29} = 3,77 \quad (2.2.4)$$

Numatau kad sriegis bus tepamas. Trinties koeficientas sriegyje $f_s=0,08$. Redukuotas trinties kampas:

$$\rho' = \arctg \frac{f_s}{\cos \frac{\alpha}{2}} = \arctg \frac{0.08}{\cos \frac{30}{2}} = 4,73^\circ \quad (2.2.5)$$

Kadangi $\varphi < \rho'$ ($3,66 < 4,73^\circ$) sriegis yra savistabdis.

Veržlės aukštis:

$$H = \Psi_H d_2 = 2 \cdot 29 = 58\text{mm} \quad (2.2.6)$$

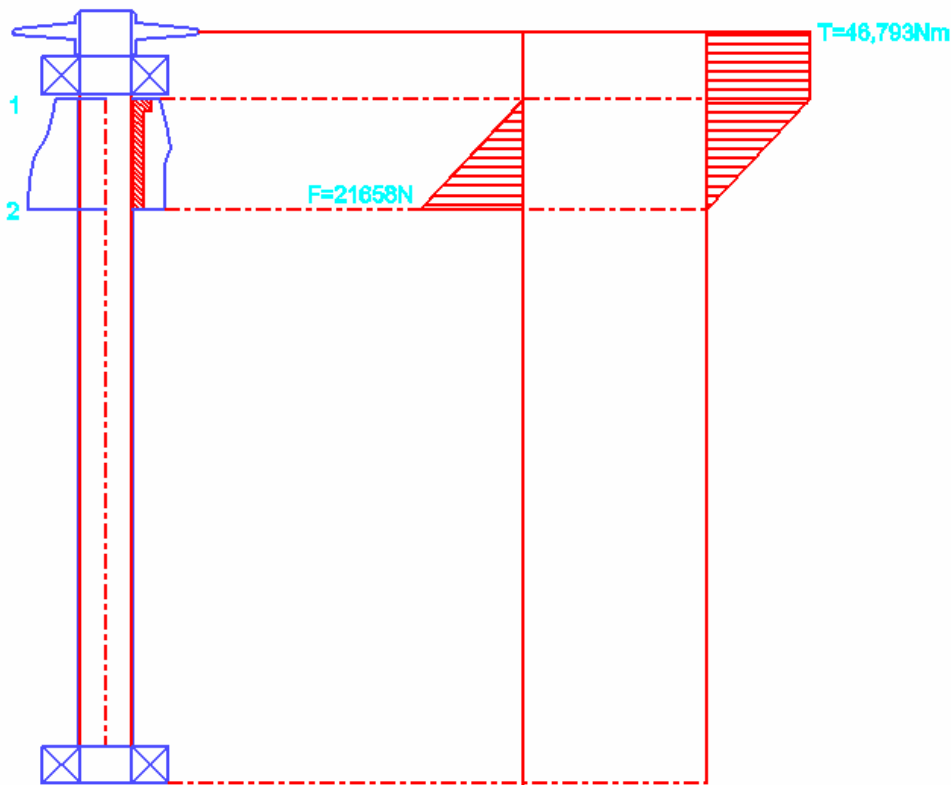
$$\text{Vijų skaičius veržlėje } z = \frac{H}{t} = \frac{60}{6} = 10 \quad (2.2.7)$$

Sraigto patikrinamieji skaičiavimai.

Sukimo momentas:

$$T = F_d \operatorname{tg}(\varphi + \rho') \frac{d_2}{2} = 21658 \operatorname{tg}(3,77 + 4,73) \frac{29}{2} = 46,792 \text{Nm} \quad (2.2.8)$$

Braižau sraigto gniuždymo ir sukimo momento epiūras (pav.). Iš pav. Matyti, kad pavojingi pjūviai yra 1 ir 2 , ekvivalentinius įtempimus skaičiuoju pjūviuose 1 ir 2.



2.3 Pav. Sraigta veikiančių ašinės jėgos ir sukimo momento epiūros

Sraigto medžiagos stiprumo riba tempiant [14]:

$$\sigma_{ut}=650\text{MPa}$$

Tamprumo modulis

$$E=2 \cdot 10^5 \text{MPa}$$

Sraigto medžiagos leistinieji tempimo (gniuždymo) įtempimai:

$$\sigma_{adm}=0,13\sigma_{ut}=84,5\text{MPa}$$

Ekvivalentiniai įtempimai pavojinguose pjūviuose:

Pjūvis:

$$\sigma_{ekv} = \sqrt{\left(\frac{4F}{\pi d_1^2}\right)^2 + 3\left(\frac{16T}{\pi d_1^3}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{4 \cdot 0}{\pi 25^2}\right)^2 + 3\left(\frac{16 \cdot 46792}{\pi 25^3}\right)^2} = 26,43\text{MPa} < 84,5\text{MPa} \quad (2.2.9)$$

Pjūvis:

$$\sigma_{ekv} = \sqrt{\left(\frac{4F}{\pi d_1^2}\right)^2 + 3\left(\frac{16T}{\pi d_1^3}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{4 \cdot 21658}{\pi 25^2}\right)^2 + 3\left(\frac{16 \cdot 0}{\pi 25^3}\right)^2} = 44,14\text{MPa} < 84,5\text{MPa} \quad (2.2.10)$$

Stiprumo sąlyga tenkinama.

Kadangi sraigto gniuždomas ji reikia patikrinti klupdymui. Sraigto skerspjūvio inercijos spindulys:

$$i_{\min} = \frac{d_1}{4} \sqrt{0.4 + 0.6 \frac{d}{d_1}} = \frac{25}{4} \sqrt{0.4 + 0.6 \frac{32}{25}} = 6.75 \quad (2.2.11)$$

Sraigto liaunumas

$$\lambda = \frac{\mu H}{i_{\min}} = \frac{0.7 * 700}{6.75} = 72.59 \quad (2.2.12)$$

Pagal λ tiesines interpoliacijos būdu apskaičiuotu leistinojo įtempimo sumažinimo koeficientą . Kai $\lambda=70$, tai $\psi= 0,76$, o kai $\lambda=80$, tai $\psi= 0,70$ taigi:

$$\psi = \psi_1 \frac{(\lambda - \lambda_1)(\psi_2 - \psi_1)}{\lambda_2 - \lambda_1} = 0,76 \frac{(72.59 - 70)(0,70 - 0,76)}{80 - 70} = 0,74$$

Sraigto nesuklupimo sąlyga.:

$$\sigma_t = \frac{4F_s}{\pi d_1^2} \leq \psi \sigma_{adm}$$

$$\frac{4 * 21658}{3.14 * 25^2} = 44,14 \leq 0,74 * 84.5 \quad (2.2.13)$$

$$44,14 < 62,53$$

Veržlės skaičiavimas. Veržle numatome gaminti iš bronzos BrOF10-1 (GOST 1,90054-72).

Parengame veržlės medžiagos leistinuosius įtempimus:

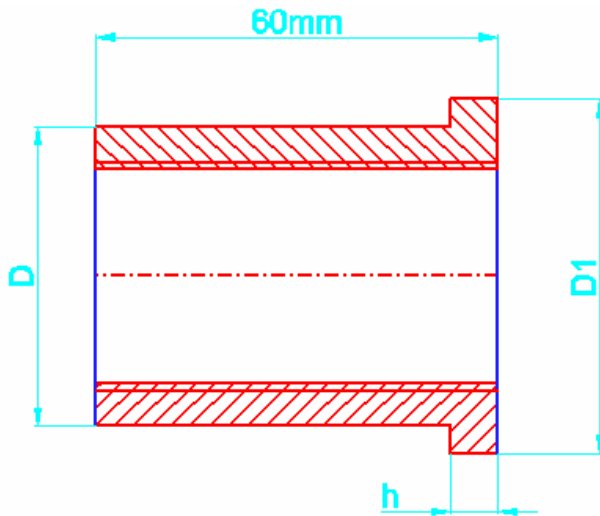
Leistinieji tempimo (gniuždymo) įtempimai $\sigma_{t adm}=40$ MPa

Leistinieji glemžimo įtempimai $\sigma_{gl adm}=40$ MPa

Leistinieji kirpimo įtempimai $\tau_{k adm}=23$ MPa

Išorinis veržlės skersmuo:

$$D \geq \sqrt{\frac{4F_s}{\pi\sigma_{tadm}} + d} = \sqrt{\frac{4 \cdot 21658}{3.14 \cdot 40} + 32^2} = 42,96 \text{ mm} \quad (2.2.14)$$



2.4 Pav.veržlės brėžinys

Priimame standartinę reikšmę iš Ra 40 eilės $D=45\text{mm}$

Veržlės borto skersmuo (2.4 pav.):

$$D_1 \geq \sqrt{\frac{4F_s}{\pi\sigma_{tadm}} + D} = \sqrt{\frac{4 \cdot 21658}{3.14 \cdot 40} + 45^2} = 52,1\text{mm} \quad (2.2.15)$$

Priimame standartinę reikšmę iš Ra 40 eilės $D_1=53 \text{ mm}$

Veržlės borto aukštis (pav.):

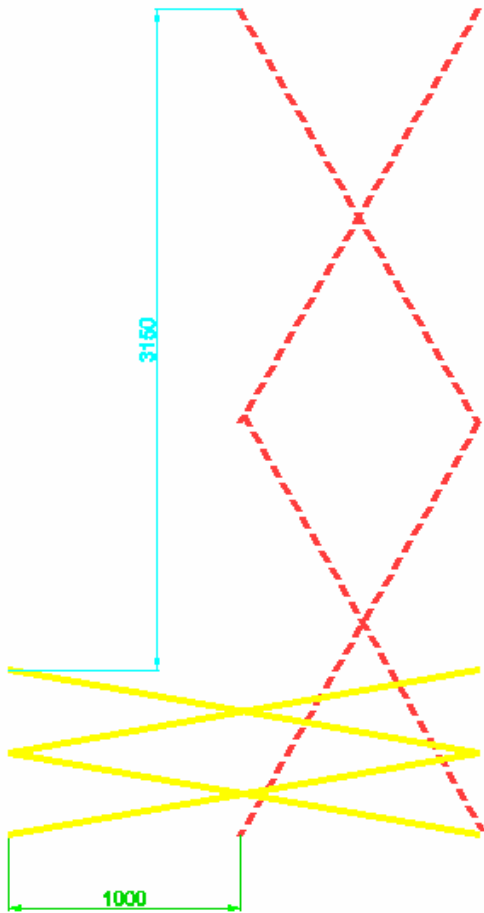
$$h \geq \frac{F_s}{\pi D \tau_{kadm}} = \frac{21658}{3.14 \cdot 45 \cdot 23} = 6,65 \approx 7\text{mm} \quad (2.2.16)$$

3.VARIKLIO IR REDUKTORIAUS PARINKIMAS

3.1 Reikalingų parametų nustatymas

Keltuvo kėlimo greitis:

$$v_{\text{kelt}}=3 \text{ m/min}$$



3.1pav. Svirčių kraštinės padėtys(vientisa linija žemutinė padėtis, brūkšnine linija viršutinė padėtis).

Iš 3.1pav. matyti, kad veržlei nuėjus 1000mm, keltuvo padėtis pasikeičia 3150mm, tai:

$$S_v=1000\text{mm} , S_{\text{kelt}}=3150\text{mm}$$

$$V_v = \frac{S_v}{t} = \frac{1000}{3} = 333 \frac{\text{mm}}{\text{min}} \quad (3.1.1)$$

Sraigto apsisukimai

$$n = \frac{S_v}{pt} = \frac{1000}{6 \cdot 3} = 55,5 \frac{aps}{min} \quad (3.1.2)$$

S_v – veržlės nueitas kelias, mm

p - sraigto sriegio žingsnis, mm

t - laikas, min

Būtinąs maksimalus sraigto sukimosi momentas:

$$T_1 = T = 46,792 \text{ Nm} \quad (\text{sraigto sukimosi momentas})$$

Sraigto kampinis greitis:

$$W_{sr} = \ddot{I} \cdot \frac{n_{sr}}{30} \quad (3.1.2)$$

$$n_{sr} = n = 55,5 \text{ aps/min}$$

$$W_{sr} = 3,14 \cdot \frac{55,5}{30} = 5,81 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \quad (3.1.3)$$

ω_{sr} -Sraigto kampinis sukimosi greitis

Pavaros naudingumo koeficientas

$$\eta = \eta_1 \eta_2 \eta_3 \eta_4^2$$

$$\eta_1 = 0,97, \eta_2 = 0,97, \eta_3 = 0,396, \eta_4 = 0,99$$

η_1 – cilindrinio reduktoriaus naudingumo koeficientas

η_2 – diržinės pavaros naudingumo koeficientas

η_3 – pavaros sraigto- veržlės naudingumo koeficientas

η_4 – guolių pavaros naudingumo koeficientas

$$\eta_3 = \frac{\text{tg}\psi\phi}{\text{tg}(\psi + \rho)} \quad (3.1.4)$$

$$\eta_3 = \frac{\text{tg} \cdot 3,77 \cdot 0,9}{\text{tg}(3,77 + 4,73)} = 0,396$$

ϕ – koeficientas įvertinantis galingumo nuostolius dėl sriegio netikslumų = 0,9

ρ - sraigtinio mechanizmo trinties kampas = $\phi = 4,73^\circ$

$$\eta = 0,97 * 0,97 * 0,396 * 0,99^2 = 0,365$$

η -bendras naudingumo koeficientas

Sraigto galingumas:

$$P_{sr} = T_{sr} * W_{sr} \quad (3.1.5)$$

T_{sr} - maksimalus sraigto sukimosi momentas

W_{sr} -Sraigto kampinis greitis

Kadangi variklis suka du sraigtus tai:

$$T_{max}=2T_{sr}=2 \cdot 46,793=93,59Nm$$

$$P_{sr}=2 \cdot 46,793 * 5,81 = 544W = 0,544 kW \quad (3.1.6)$$

3.2 Elektros variklio parinkimas

Reikalingas elektros variklio galingumas:

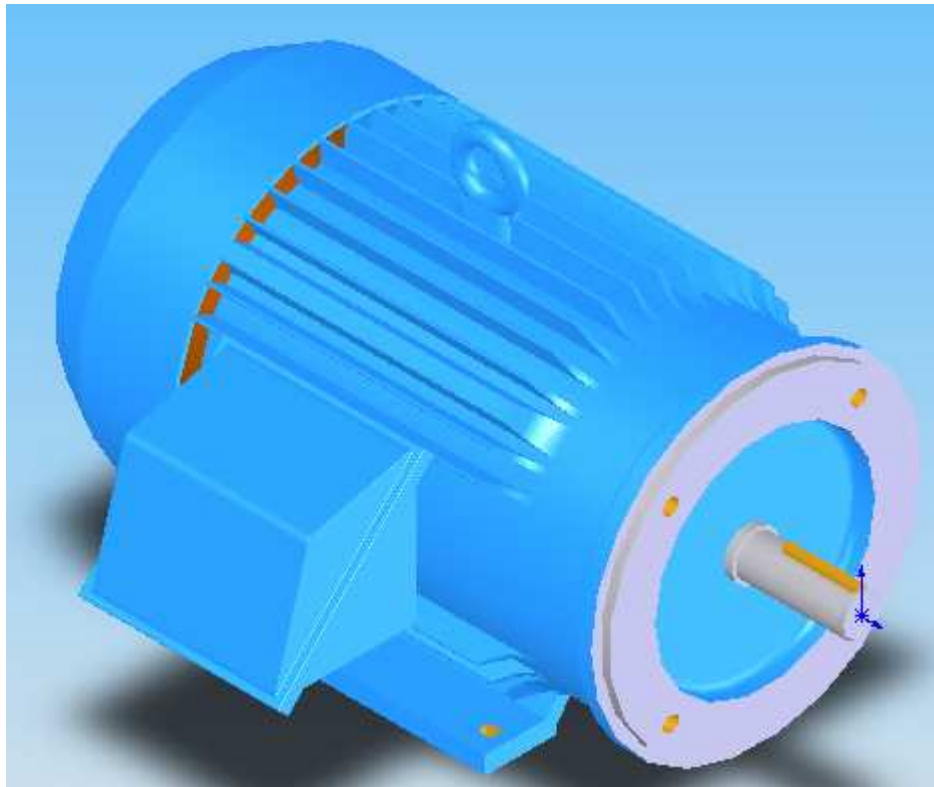
$$P_1 = \frac{P_{sr}}{\eta} \quad (3.2.1)$$

$$P_1 = \frac{0,271}{0,365} = 1,39kW$$

Elektros variklis :

Pagal [13] internetinį šaltinį parenkame :

- Asinchroninį 4A63B2 tipo elektros variklį
- Elektros variklio galingumas $P_{var} = 1,5 kW$
- Synchroninis sukimosi dažnis $n_s = 1000 \text{ aps/min}$



3.2pav. Trifazis elektros variklis

3.3 Reduktoriaus parinkimas

Pavarų perdavimo skaičius

Pavaros perdavimo skaičius:

$$U = U_1 \cdot U_2 = \frac{n_3}{n_1} \quad (3.3.1)$$

U_1 – Trapecinio diržo pavaros perdavimo skaičius ($U_2 = 1,0 - 6,0$)

U_2 – cilindrinio vieno laipsnio reduktoriaus perdavimo skaičius ($U_1 = 2,0 - 6,3$)

n_1 – pavaros varančiojo veleno sukimosi dažnis $n_1 = n_{\text{var}} = 915$ aps/min

nes: n_{var} – elektros variklio nominalus sukimosi dažnis

$n_{\text{var}} = n_s (1 - s) = 1000 (1 - 0,085) = 915$ aps/min

$n_3 = n_{\text{sr}} = 55,5$ aps/min (sraigto apsisukimai)

$$U = \frac{915}{55,5} = 16,49 \quad U_2 = \frac{U}{U_1} = \frac{16,49}{2} = 8,25 \quad (3.3.2)$$

U= 16,49

U₁= 2

U₂= 8,25

Parinktu dviejų laipsnių cilindrinį reduktorių (RD serija[12]), kurio techninės charakteristikos:

Nominali galia P=1,5kW

Nominalus sukimo momentas T=100Nm

Perdavimo skaičius U=2,3-63



3.3 pav. Cilindrinis reduktorius

4. Keltuvo konstrukcinių elementų stiprumo tyrimas

Sudėtingesnės konstrukcijos stiprumo tyrimui patogiau taikyti šiuolaikinius skaitinius kompiuterinius metodus. Jie pagrįsti vientisos srities dalijimo į mažesnes sritis (baigtinių elementų metodas). Šiose srityse pritaikant tam tikras polimonomines funkcijas ir šių sričių fizinio ryšio priklausomybes, gaunamus visumos būseną aprašančių funkcijų pasiskirstymas. Tuo remiantis galima nustatyti fizinio objekto dalyvavimo nagrinėjamame procese pobūdį. Nagrinėjamas fizinis procesas yra pilnai aprašomas kiekviename baigtiniame elemente, laikant jį maža sritimi su pradžioje nežinomomis kraštinėmis sąlygomis. Šis, baigtinių elementų metodas, ir yra plačiausiai taikomas skaičiavimo metodas.

Preso konstrukcinių elementų stiprumo tyrimui naudosis COSMOSWorks programinį paketą, nes jis pilnai integruotas į SolidWorks sistemą.



4.1.pav. Žirklinio keltuovo trimatis modelis

4.1 Svirties stipruminė analizė su CosmosWorks programa

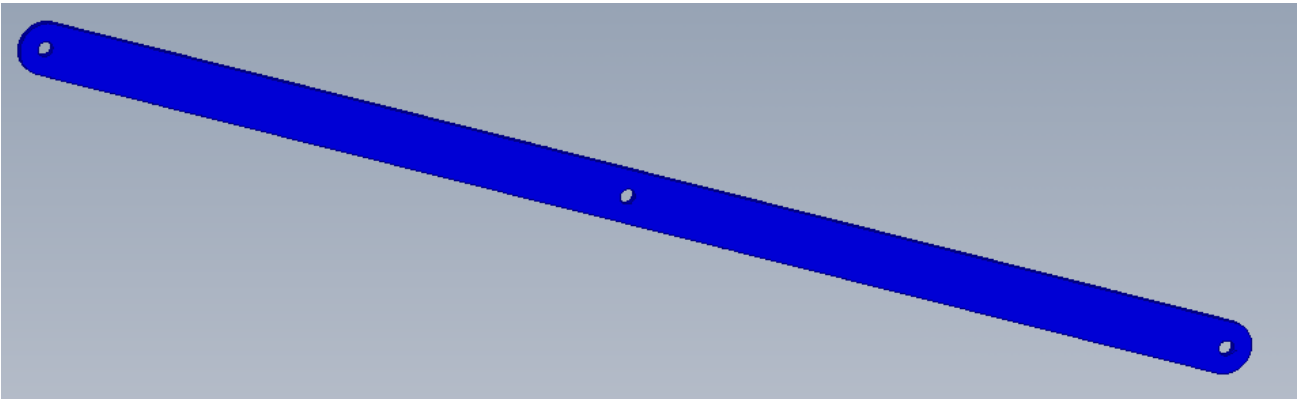
4.1.Pav. Pavaizduotas trimatis keltuovo modelis, iš keltuovo išrinksiu viena iš pagrindinių elementų – svirtį, svirtį numatoma gaminti iš plieno S 235JR [4].

Plieno charakteristikos:

Takumo riba $\sigma_y=235\text{N/mm}^2$

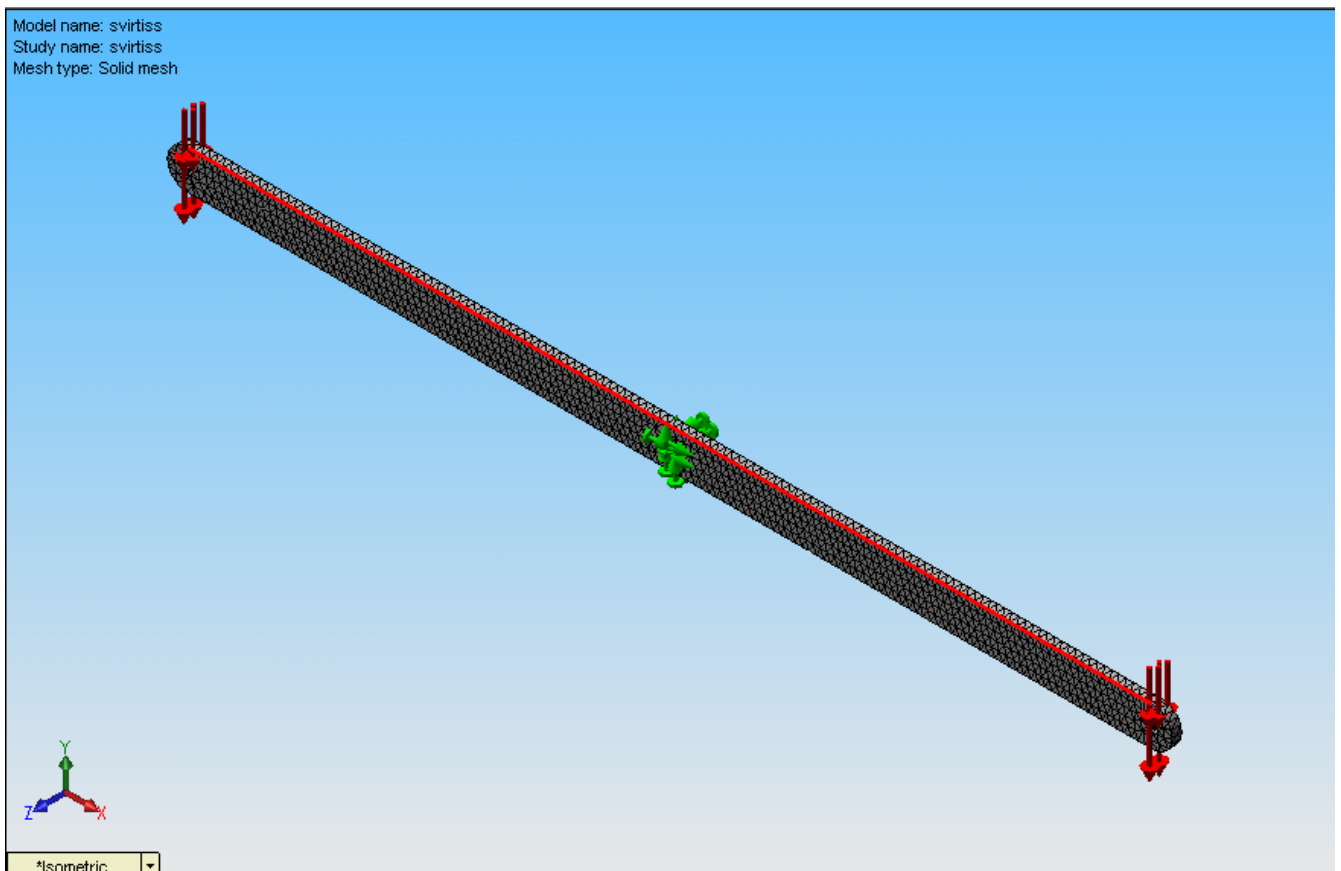
Stiprumo riba tempiant $\sigma_u=360\text{-}510\text{N/mm}^2$

Svirtį apkrausiu jėgomis gautomis iš ankstesnių skaičiavimų.

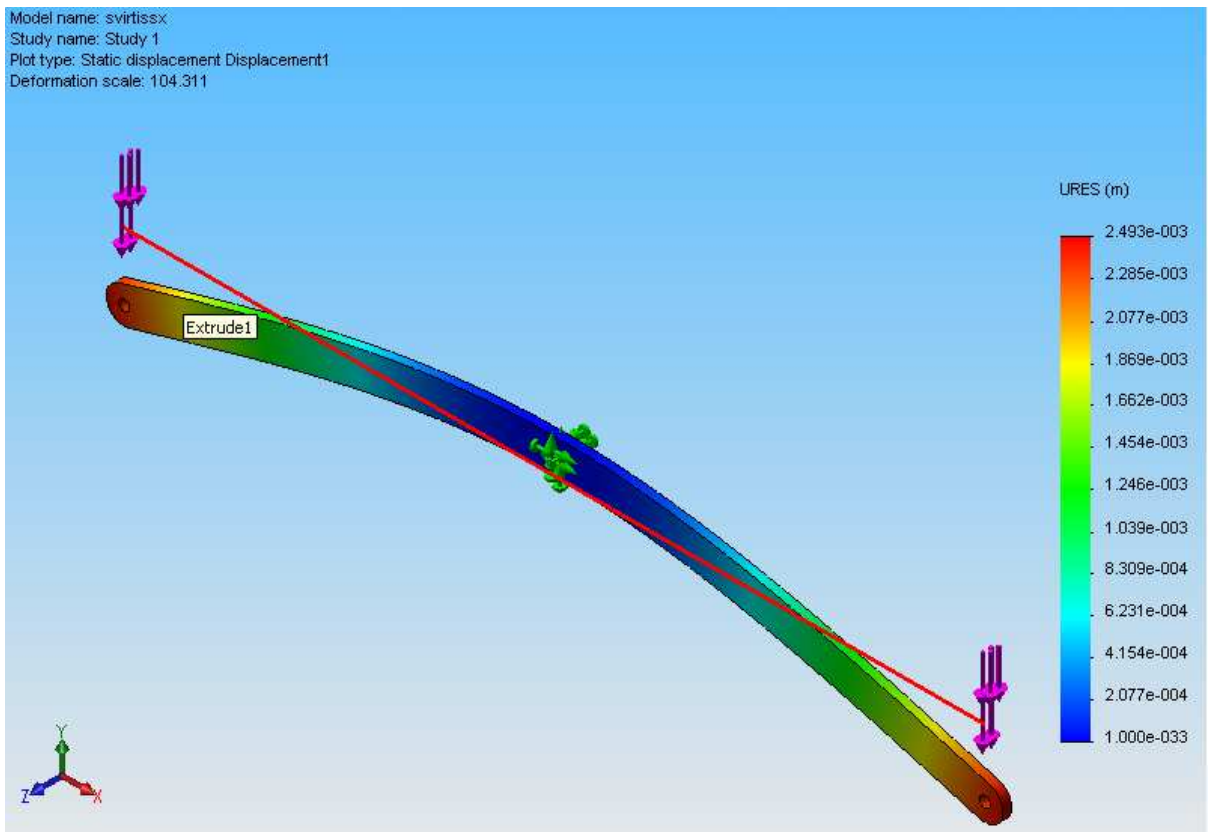


4.2.Pav. Svirtis

Svirtis įtvirtinama ties viduriu (vidurinė skylė suvaržoma visomis kryptimis), abu galai apkraunami jėgomis, parinkus medžiagą, programa sudaro baigtinių elementų tinklą.



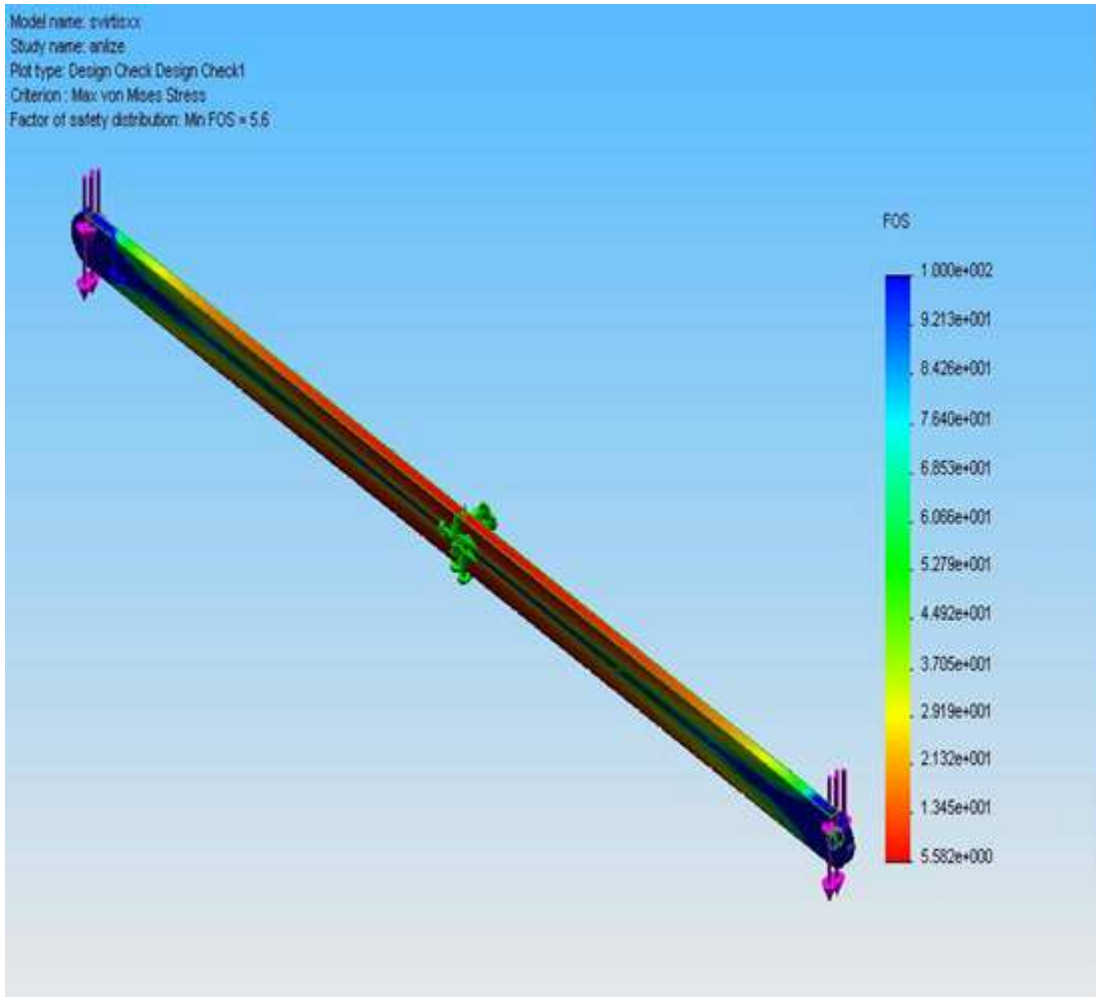
4.3.pav. Svirtis sudalinta į baigtinius elementus ir apkrauta jėgomis



4.4 pav. Poslinkiai



4.5 pav. Įtempimų pasiskirstymas (von Mises)



4.6 pav. Atsargos koeficientas

Gautas atsargos koeficientas 5,6 rodo kad svirtis atlaikys apskaičiuota apkrovą.

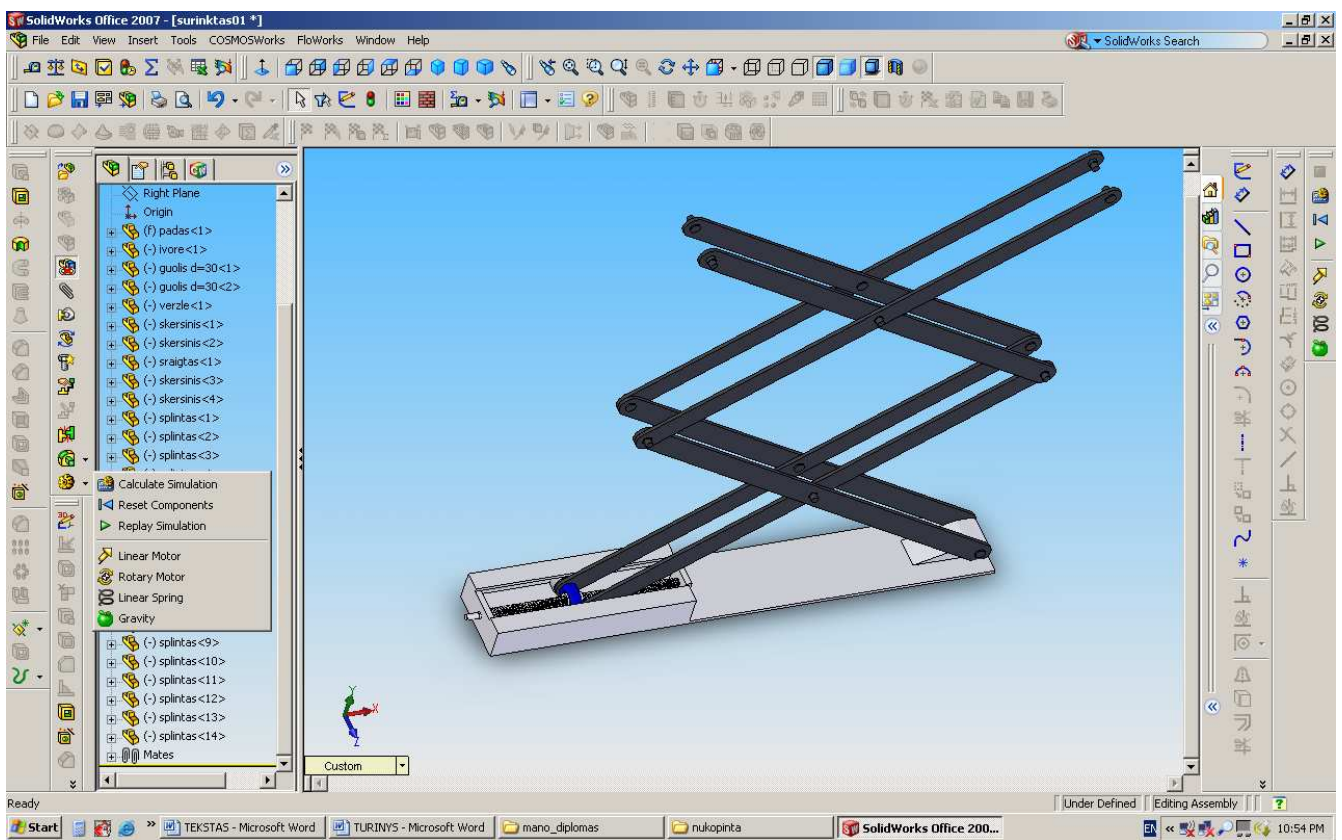
4.2 Kiti preso konstrukciniai elementai

Konstrukcijos rėmą pasirinkau iš stačiakampio profilio vamzdžio kurio matmenys 3x80x120, jie yra plačiai naudojami įrangos rėmams, metalo konstrukcijose, darbo vietos įrengimams, konvejeriams, automatinėms gamybos, surinkimo ir transportavimo linijoms. Greičiau projektuojama dėl lengvai suderinamų standartinių komponentų ir specialios CAD programos su paruoštomis procedūromis pagrindiniams produktų tipams projektuoti. Greičiau surenkama reikalingos tik profilio atpjovimo ir galo išsriegimo procedūros. Surinkti ir išardyti pakanka tik vieno įrankio- raktovidinio šešiakampio. Mažiausiai kainuoja dėl laiko taupymo, operacijų paprastumo ir galimo standartinių elementų pakartotinio naudojimo arba modifikavimo galimybės. Estetiniai privalumai ir higienos standartų atitikimas- visi

profilų galai ir kiaurymės gali būti uždenkti. Yra visos galimybės lengvai paslėpti laidus profilių viduje arba spec. loveliuose. Keltuvo grindims parinkta rifliuota skarda, ant kurios tvirčiau stovima ir ne taip slysta, ši skarda dažnai naudojama, elektros pastočių, priekabų grindims.

4.3 Judesių modeliavimas

Šiuolaikinės technologijos leidžia ne tik modeliuoti virtualias mašinas, bei įrengimus, bet taipogi modeliuoti tų įrengimų judesius. Tai nėra paprasti judesiai jie reikalingi tam, kad įsitikinti ar įrengimas veikia ar nėra kliūčių judesiui ir pan. Preso judesiams modeliuoti panaudosiu SolidWorks programos Animator funkciją. Ši funkcija suteikia galimybę tam tikrais laiko momentais suteikti judesius norimiems komponentams, peržiūrėti ir redaguoti projektuojamos konstrukcijos judesius. Sumodeliuotus konstrukcijos darbo judesius galima užsaugoti AVI animaciniu failu ir vėliau peržiūrėti bet kuriame kompiuteryje. Tai taip pat galima panaudoti ankstyvoje gaminio kūrimo stadijoje bendraujant su gaminio užsakovu. Preso judesių modeliavimo principas pateikiamas 5.17 pav.



4.7pav. judesių modeliavimas

Su solidWorks programa galima atlikti ir sudėtingus judesius, pavyzdžiui sraigto- veržlės pavaroj, sraigtui uždavus sukamąjį judesį veržlė juda slenkamuojų judesiu.

Judesių modeliavimo tvarka:

1. Pasirinktam elementui užduodamas judesys (linijinis, sukamasis)
2. Pasirenkama funkcija calculate simulation (programa apskaičiuoja elementu padėties pasikeitimą ir priklausomai nuo to toki kelią judės pasirinktas elementas).
3. Pasirenkama funkcija replay simulation.
4. Išsaugojamas filmukas avi formatu.

Išvados

1. Parinkta keltuvo konstrukcija.
2. Keltuvui pritaikyta sraigto-veržlės pavara. Tai leido atpiginti ir supaprastinti gamybą, palengvinti aptarnavimą
3. Sumodeliuotas trimatis žirklinio keltuvo modelis. Modeliuojant su Solidworks programiniu paketu projektavimas vyksta greitai, judesiu simuliacija leidžia įsitikinti, kad įrengimas veikia ir ar nėra kliūčių judesiui ir pan.
4. Atlikta konstrukcijos elementų analizė, kuri parodė, kad konstrukcijos elementai tenkina stiprumo sąlygas.

Santrauka

Šiame darbe modeliuojamas žirklinis keltuvas skirtas kroviniams ir žmonėms kelti, nagrinėjama konstrukcija, detalių stipruminiai skaičiavimai atlikti panaudojant medžiagų atsparumo formules, bei programinę įrangą skirtą inžineriniams skaičiavimams bei projektavimui (SolidWorks).

Žirklinio keltuvo techninės charakteristikos: maksimali keliamoji galia $m_{\max} = 600\text{kg}$, kėlimo aukštis $H_{\max} = 4\text{m}$

1. Patikima ir paprasta konstrukcija, Maži gamybos kaštai, pigi eksploatacija, patogus naudojimas.

Darbo uždaviniai:

1. Sumodeliuoti žirklinį keltuvas kuris atitiktų jam keliamus reikalavimus.
2. Pritaikyti sraigto-veržlės pavara keltuvui.
3. Atlikti detalių analizę su COSMOS Express programa.

Darbe modeliavimui ir detalių tyrimui panaudotas automatizuoto projektavimo paketas SolidWorks. Automatizuotu projektavimo paketą panaudojimas, žymiai sumažina gaminių projektavimo laiką, patikimai ir greitai atliekama detalių ar mazgų analizė, sumažėja projektavimo kaštai. Keltuvo žirklių analizei panaudota programa COSMOS Express atlieka skaičiavimus baigtinių elementų metodu, skaičiavimai yra gan greiti ir patikimi. Darbe sumodeliuotas keltuvas atitinka reikalingas technines charakteristikas, nesudėtinga konstrukcija, lengvai eksploatuojamas, patogiai transportuojamas

SUMMARY

Lift tables are used to raise and position work pieces for ergonomic access. They are typically used for material positioning, load positioning, or lifting. Lift tables are work platforms used to raise and lower material and work pieces for loading and work positioning. They are widely used in construction, automotive and garage service, electrical and power service, telecommunications, manufacturing, inventory management, wire and cable industries, painting and other applications where access to above ground locations is crucial.

Important specifications when considering lift tables are lift capacity, vertical lift travel, platform width and platform length. The lift capacity is the maximum force or load supported by the lift. Vertical lift travel describes the difference between fully lowered and fully raised lift positions. The platform width is the narrow dimension of the lift platform. Platform length is the long dimension of the lift platform.

LITERATŪRA

1. **SolidWorks Corporation.** *SolidiVorks. Certified Gold Products.* 2003
2. **A.Lenkevičius, J.Matickas.** *Kompiuterinė grafika.* Kaunas: Technologija 2001,
- 3.**J.Dulevičius, P.Ziliukas.** *Mašinų elementai: skaičiavimai ir konstravimas* Kaunas: Technologija 2000,
- 4.Rautorūtkio plieno gaminiai.Projektuotojo vadovas Vilnius 1993.
- 5.**Mečislovas Pauza.** Mašinų detalės. Vilnius 1996.
6. **Juknevičius** ir kt. Kėlimo įrenginiai Vilnius 1992.
- 7.**Kauno technologijos universitetas.** Mašinų elementai.Skaičiavimas ir konstravimas. Kaunas 2006
8. <http://www.solidworks.com/pages/news/newsandevents.html>
9. <http://www.hidroteka.lt/lt/prekes> ir paslaugos/hidraulika
- 10.<http://www.lintera.info/pw/index.php71t> drivcs and controls
- 11.www.steel45.org/gost.php