

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS

Andrius Ramoška

PERFORATORIAUS APSAUGINĖS MOVOS MODERNIZAVIMAS

Baigiamasis magistro projektas

Vadovas

Prof. dr. Vytautas Grigas

KAUNAS, 2016

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS
GAMYBOS INŽINERIJOS KATEDRA

TVIRTINU

Katedros vedėjas
(parašas) Doc. dr. Kazimieras Juzėnas

PERFORATORIAUS APSAUGINĖS MOVOS MODERNIZAVIMAS

Baigiamasis magistro projektas
Gamybos inžinerija (kodas M5126M21)

Vadovas

(parašas) Prof. Dr. Vytautas Grigas

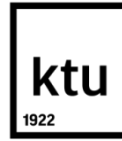
Recenzentas

(parašas) Doc. dr. Jolanta Baskutienė

Projektą atliko

(parašas) Andrius Ramoška

KAUNAS, 2016



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas

(Fakultetas)

Andrius Ramoška

(Studento vardas, pavardė)

Gamybos inžinerija (M5126M21)

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

Baigiamojo projekto „Perforatoriaus apsauginės movos modernizavimas“

AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA

2016-01-10

Kaunas

Patvirtinu, kad mano, Andriaus Ramoškos, baigiamasis projektas tema „Perforatoriaus apsauginės movos modernizavimas“ yra parašytas visiškai savarankiškai, o visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

Aš suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo faktui, man bus taikomos nuobaudos, remiantis Kauno technologijos universitete galiojančia tvarka.

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)

Turinys

Magistrantūros studijų baigiamojo darbo užduotis.....	61
ĮVADAS	3
LENTELIŲ SĄRAŠAS	5
PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS	5
1. ESAMŲ APSAUGINIŲ MOVŲ APŽVALGA	8
2. APSAUGINIŲ MOVŲ PALYGINIMAS	16
3. TIRIAMOJI APSAUGINĖ MOVA.....	25
3.1. Apsauginės movos aprašymas.....	25
3.2. Spaudžiamų krumpliaračių veikiančių apkrovų tyrimas.....	29
4. Apsauginės movos modernizavimas.....	37
5. Movų palyginimas	53
IŠVADOS	57
LITERATŪROS SĄRAŠAS	58
PRIEDAI.....	59
AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA.....	Error! Bookmark not defined.

SANTRAUKA

Darbe aprašomos apsauginės movos naudojamos elektriniuose perforatoriuose su SDS+ tipo griebtuvais. Perforatorių paskirtis gręžti skylės betone, metale ir medienoje. Perforatoriai gali turėti tris funkcijas, gręžimas, gręžimas su kalimu ir tik kalimas. Apsauginės movos paskirtis apsaugoti elektros variklį nuo perkrovų, kurios atsiranda užsikertant grąžtui arba karūnai. Apsauginė mova veikia elektros varikliui sukant krumpliaratį, kuris yra uždėtas ant cilindro. Krumpliaratis spaudžiamas spyruoklės prie cilindro krumplių. Cilindre įtvirtinamas grąžtas ir grąžtui užstrigus arba gaunant per didelį pasipriešinimą, krumpliaratis kyla aukštyn ir įveikia jį spaudžiančios spyruoklės tamprumo jėgą – krumpliaracio ir cilindro krumpliai prašoka. Pradedant veikti apsauginei movai, krumpliaraciai tarpusavyje praslysta ir esant trinčiai dėvisi apsauginės movos krumpliaraciai. Susidėvėjusių krumpliaracių pakeitimas nesudėtingas, bet remonto kaina didelė (apie 50 % naujo įrankio kainos).

Darbe atliktas keturių panašaus tipo perforatorių apsauginių movų palyginimas pagal maksimalų leistiną skylės gręžimo skersmenį betone, perforatoriaus kainą, movos elementų ir apsauginės movos pakeitimo kainą. Pagal išanalizuotus duomenis gamintojo Nr. 4 mova buvo nustatyta kaip silpniausia. Remiantis, atliktai skaičiavimais, nustatyta, kad spyruoklė spaudžia krumpliaratį 6,67 Kg 667 N jėga. Tiriamosios apsauginės movos krumpliai pakeisti ritiniais. Nustatytas sukimo momentas, kurio reikia, kad modernizuota mova pradėtų veikti 25 Nm.

SUMMARY

In this Master degree work there is a description of a safety clutch of a perforator with SDS + chuck. Perforator's main purpose is to drill holes in concrete, metal and wood. Safety clutch purpose is to ensure safety of electrical engine from overworking, which occurs in drilling with drill bit or crown. Safety clutch starts working when electrical engines spins pinion which is placed on cylinder. Pinion is being pressed by the spring to the cylinder's knuckles. Drill bit is being placed in the cylinder and when drill bit sticks or if there's too high resistance, knuckle goes up and overcomes springs tensile strength – pinion's and cylinders knuckles excel. When safety clutch starts working, pinions slide at each other and as friction exists safety clutch's pinions worn out. Changing worn out pinions is not complicated, but price of repair takes up to 50 % of a new perforator price.

In this Master Degree work there is a comparison of four similar types of perforator safety clutches. Parameters which are included in the comparison is maximum drilling diameter in concrete, perforator price, clutch elements and safety clutch elements repair price. According to these parameters, manufacturer's no.4 clutch is decided to be the weakest link. Also there is stated clutch's stiffness coefficient – 333. According to the stiffness coefficient, spring pushes pinion with a force of 667 N or 6,67 kg. Average torque is also stated in this work, as it is needed to make safety clutch work – 73 Nm. In the researched safety clutch knuckles are changed by rolls – rolls can be repaired independently from other safety clutch's elements. Maximum torque is set which is needed to start the modernized clutch work. The max torque is 78 Nm.

IVADAS

Apsauginės movos naudojamos elektriniuose perforatoriuose su SDS+ tipo griebtuvais. SDS+ tipo griebtuvai, tai plačiausiai naudojami griebtuvai tarp perforatorių gamintojų. Šių griebtuvų paskirtis laikyti grąžtą cilindre taip, kad grąžtas sukūsi kartu su cilindru. Taip pat SDS+ tipo griebtuvai sukurti perforatoriams veikiantiems elektropneumatinio principu. Elektropneumatinio principu veikiantys perforatoriai smūgio jėgą sukuria kompresijos pagalba, o mechaniniu principu veikiantys smūginiai gręžtuvai, smūgį sukuria krumpliaračių pagalba. Perforatorių paskirtis gręžti skylės betone, metalė ir medienoje. Perforatoriai su SDS+ griebtuvais naudojami skylių gręžimui betone nuo 5 iki 30 mm, trumpiausio grąžto ilgis 110 mm, o ilgiausio 1500 mm. Šių perforatorių elektros variklio galia svyruoja nuo 680 iki 950 W, smūgių skaičius nuo 4000 iki 5000 per minutę, smūgių jėga nuo 1,9 iki 3 J. Dauguma perforatorių veikia elektropneumatinio principu. Elektros variklis suka krumpliaračius, o krumpliaračiai suka ekscentrinį guolį, kuris išilgai ašies judina cilindą. Cilindre esantis plaktukas su guminiu žiedu juda cilindru išilgai veleno kol pasiekia grąžtą ir į jį atsitrenkia, atsitrenkęs plaktukas grįžta į cilindro apačią, tokiu būdu sukurdamas vakuumą ir atlikdamas kalimo veiksmą į SDS+ griebtuve esantį grąžtą ar kaltą. Perforatoriai skirstomi pagal jų svorį, elektros variklio galingumą, leidžiamą gręžti maksimalų skylės skersmenį betone.

Apsauginės movos paskirtis – apsaugoti elektros variklį nuo perkrovų, kurios atsiranda užsikertant grąžtui arba karūnai. Apsauginė mova veikia elektros varikliui sukant krumpliaratį, kuris yra uždėtas ant cilindro. Apsauginei movai patiriant apkrovas krumpliaracio ir cilindro krumpliai susiremia ir krumpliaratis pradeda kilti išilgai cilindro, įveikdamas spyruoklės spaudimo jėgą. Cilindre įtvirtinamas grąžtas ir grąžtui užstrigus arba gaunant per didelį pasipriešinimą, krumpliaratis kyla aukštyn ir įveikia jį spaudžiančios spyruoklės tamprumo jėgą – krumpliaracio ir cilindro krumpliai prašoka. Pradedant veikti apsauginei movai, krumpliaraciai tarpusavyje praslysta ir esant trinčiai dėvisi apsauginės movos krumpliaraciai. Susidėvėjusių krumpliaracių pakeitimas nesudėtingas, bet remonto kaina didelė (apie 50 % naujo įrankio kainos). Dėl didelės remonto kainos, dažnai įrankio remontuoti neverta, tai sąlygoja viso įrankio keitimą nauju įrankiu. Darbe aprašytų perforatorių kaina svyruoja nuo 149 iki 360 eurų su PVM. Jų taisymo išlaidos siekia nuo 66 iki 80 eurų su PVM.

Modernizuojant perforatoriaus apsauginę movą siekiama padidinti jos ilgaamžiškumą padidinant kontakto plotą ir taip pasiekiant mažesnių kontaktinės sąveikos jėgų ir kontaktuojančių paviršių dilimo. Siekiant sumažinti remonto išlaidas, apsauginę movą

siūloma gaminti sudėtinę, su elementais, kuriuos netekus funkciškumo (sudilus) galima pakeisti naujais nepriklausomai nuo kitų.

- Pasiūlyti pakeitimus, kurių reikia apsauginės movos modernizavimui.

Tiksliui pasiekti sprendžiami tokie uždaviniai:

- Tiriamosios apsauginės movos elementų matmenys bus gauti išmatuojant realiai turimas detales. Realūs matmenys bus perbraižyti Solidworks 2014 programa, kad gauti erdvinius modelius.
- Apkrovos, tenkančios krumpliaračio ir cilindro krumpliams, bus nustatytos naudojant simuliacijas, atliktas „Solidworks 2014“ programa.
- Reikalingas sukimo momentas, kad tiriamoji mova pradėtų veikti, bus praktiškai išmatuotas atliekant bandymus dinamometriniu raktu.
- Modernizuojant perforatoriaus apsauginę movą krumpliaračiai bus pakeisti krumplių žiedais ir atskirai keičiamais krumpliais.
- Modernizuojant perforatoriaus apsauginę movą krumpliaračių žiedas bus atskirtas nuo cilindro.
- Sukimo momentas, reikalingas, kad modernizuota apsauginė mova pradėtų veikti, bus nustatytas atliekant tyrimą Solidworks 2014 programa.

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1.1 Lentelė. Techninės Gamintojo Nr. 1 perforatoriaus charakteristikos	13 psl.
1.2 Lentelė. Techninės Gamintojo Nr. 2 perforatoriaus charakteristikos	14 psl.
1.3 Lentelė. Techninės gamintojo Nr. 3 perforatoriaus charakteristikos	16 psl.
1.4 Lentelė. Techninės gamintojo Nr.4 perforatoriaus charakteristikos	17 psl.
2.1 Lentelė. Sankabos mazgų palyginimas pagal leidžiamą gręžimo diametrą	18 psl.
2.2 Lentelė. Sankabos mazgų palyginimas mm/1000 aps.	18 psl.
2.3 Lentelė. Gamintojo Nr. 1 apsauginės movos komponentų kaina	20 psl.
2.4 Lentelė. Gamintojo Nr. 2 apsauginės movos komponentų kaina	21 psl.
2.5 Lentelė. Gamintojo Nr. 3 apsauginės movos komponentų kaina	22 psl.
2.6 Lentelė. Gamintojo Nr. 4 apsauginės movos komponentų kaina	24 psl.
2.7 Lentelė. Gamintojų apsauginės movos ir įrankių kainų palyginimas	24 psl.
2.8 Lentelė. Gamintojų apsauginės movos ir įrankių kainų palyginimas	25 psl.
3.1 Lentelė. Gamintojo Nr. 4 apsauginės movos spyruoklės matmenys	30 psl.
5.1 Lentelė. Movų elementų skaičius	54 psl.

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1 pav. Gamintojo Nr. 1 apsauginė mova	12 psl.
2 pav. Gamintojo Nr. 2 apsauginė mova	13 psl.
3 pav. Gamintojo Nr. 3 apsauginė mova	15 psl.
4 pav. Gamintojo Nr. 4 HR2470 apsauginė mova	16 psl.
5 pav. Gamintojo Nr. 1 apsauginės movos sandara	19 psl.
6 pav. Gamintojo Nr. 2 apsauginės movos sandara	21 psl.
7 pav. Gamintojo Nr. 3 apsauginės movos sandara	22 psl.
8 pav. Gamintojo Nr. 4 apsauginės movos sandara	23 psl.
9 pav. Gamintojo Nr. 4 apsauginės movos 3D geometrinis modelis	27 psl.
10 pav. cilindras	28 psl.
11 pav. krumpliaračio dalis	29 psl.
12 pav. Dylanti krumpliaračio dalis	29 psl.
13 pav. Spyruoklės standumo matavimas	30 psl.
14 pav. Cilindro krumplio supaprastintas modelis	32 psl.
15 pav. Krumpliaračio supaprastintas modelis	32 psl.
16 Pav. Kontaktų nustatymas	33 psl.
17 Pav. Sukamojo judesio nustatymas	33 psl.

18 Pav. Spyruoklės nustatymai	34 psl.
19 pav. Sukimo momentas reikalingas Gamintojo Nr. 4 movos prasukimui	34 psl.
20 pav. Krumplių susidūrimo jėgos grafikas	34 psl.
21 pav. Supaprastintas krumplio modelis	34 psl.
22 Pav. Nejudamas paviršius	35 psl.
23 pav. Nustatoma jėga, kuri veikia krumplio paviršių	36 psl.
24 pav. Krumpliaračio patiriamos deformacijos	36 psl.
25 pav. Bandymo dinamometriniu raktu schema	37 psl.
26 pav. Apsauginės movos krumpliaračio krumpelis	38 psl.
27 pav. Apsauginės movos cilindro krumpelis	39 psl.
28 pav. Krumpelis	39 psl.
29 pav. Įdubos krumpliams	40 psl.
30 pav. Įpjova fiksuojančiam kaiščiui	40 psl.
31 pav. Cilindre esanti ertmė fiksuojančiam kaiščiui	41 psl.
32 pav. Supaprastintas modernizuotos apsauginės movos modelis	42 psl.
33 pav. Nustatomos tarpusavyje kontaktą turinčios detalės	42 psl.
34 pav. Sukamojo judesio nustatymas	43 psl.
35 pav. Spyruoklės spaudimo jėgos nustatymas	43 psl.
36 pav. Variklio naudojamo sukimo momento grafikas	43 psl.
37 pav. Jėgos veikiančios susidūrimo metu grafikas	44 psl.
38 pav. Nejudamų kraštinių nustatymas	44 psl.
39 pav. Krumplio kraštinės apkrovimas	45 psl.
40 pav. Krumpliaračio patiriamas spaudimas	45 psl.
41 pav. Krumpliaračio patiriamas spaudimas	46 psl.
42 pav. Krumplio paviršiaus pasislinkimas	46 psl.
43 pav. Krumplio kampų nustatymas	47 psl.
44 pav. Sukimo momentas, reikalingas, kad mova pradėtų veikti	47 psl.
45 pav. Smūgio jėgos, tenkančios krumpliui, grafikas	47 psl.
46 pav. Kampo užapvalinimo nustatymas	48 psl.
47 pav. Sukimo momento grafikas	48 psl.
48 pav. Smūgio jėgos grafikas	48 psl.
49 pav. Jėgos nustatymas	49 psl.
50 pav. Maksimalus spaudimas tenkantis paviršiui	49 psl.
51 pav. Krumplio kraštinės pasislinkimas	50 psl.
52 pav. Fiksuojančio kaiščio kirtimo bandymas	51 psl.

53 pav. Spaudimo jėgos nustatymas	51 psl.
54 pav. Atsargos koeficiento skaičiavimas	52 psl.
55 pav. Fiksuojančio kaiščio paviršiaus deformacija	52 psl.
56 pav. Gabaritiniai movos matmenys	53 psl.
57 pav. Senosios movos elementų surinkimo eiliškumas	54 psl.
58 pav. Modernizuotos movos elementų surinkimo eiliškumas	55 psl.

1. Elektrinių rankinių įrankių apsauginės movos

Apsauginės movos skirtos plačiai naudojamam tipo įrankiams – perforatoriams. Perforatorių paskirtis - gręžti skylės medienoje, metale ir betone. Dažniausiai perforatoriai naudojami betono gręžimui. Siekiant didesnio darbo našumo ir atsižvelgiant į betono kietumą, gręžimo metu naudojamas gręžimo su kalimu režimas. Gręžiant betoną su kalimu, atskyla betono gabaliukai. Betono grąžtų konstrukcija užtikrina dulkių išmetimą iš gręžiamos skylės, bet grąžto konstrukcija neužtikrina atskilusių betono gabaliukų išmetimo iš gręžiamos skylės. Atskilęs betono gabaliukas stringa tarp grąžto griovelių ir skylės krašto – tokiu būdu staigiai sustabdomas grąžto ir įrankio sukimasis. Tokio stabdymo metu grąžtui tenka atlaikyti dideles jėgas, nes vienas grąžto galas yra užstrigęs skylėje, o kitas yra sukamas perforatoriaus elektros variklio. Taip pat apsauginė mova skirta apsaugoti įrenginį nuo perkrovimo gręžiant didelio diametro arba ilgais grąžtais. Gręžiant tokiais grąžtais atsitinka taip, kad ne visos dulkės yra pašalinamos iš skylės ir jos pradeda kauptis tarp grąžto ir skylės sienų. Tokiu būdu grąžtas yra stabdomas ir galiausiai įrankis neatlaiko trinties pasipriešinimo.

Užstrigus grąžtui didelės apkrovas patiria ne tik pats grąžtas, bet ir visas perforatoriaus krumpliaračių mechanizmas. Jeigu užstrigus grąžtui elektros variklis toliau suks krumpliaračius, galimi du variantai:

- Variklis perdegs;
- Krumpliaračiai neatlaikys esamų apkrovų arba prasisuks tarpusavyje.

Tokie mechaniniai gedimai gali sąlygoti išaugusius perforatoriaus eksploatacinius kaštus arba įrankio naudojimo pabaigą. Be mechaninių gedimų galimi ir vartotojo sužeidimai, nes laikant perforatorių viena ranka ir užstrigus grąžtui lengvai gali būti išsukamas riešas arba sulaužomi rankos pirštai.

Žinoma, ne kiekvienas grąžto strigimas būna pakankamai stiprus, kad sugadintų įrankį arba sužeistų įrankio vartotoją. Kartais užstrigęs betono gabaliukas suskaldomas padidėjus sukimo jėgai arba kalimo pagalba. Taip pat vartotojas gali spėti išjungti arba paleisti įrankį iš rankų ir tokiu būdu išvengti traumų.

Siekiant išvengti anksčiau paminėtų atsitikimų, atsirandančių dėl staigių įrankio perkrovimų, perforatoriuose naudojamos apsauginės movos. Apsauginių movų, skirtų perforatoriams, pasirinkimas labai didelis. Kiekvienas tokių įrankių gamintojas stengiasi atrasti sau priimtinausią ir geriausią variantą. Apsauginės movos paskirtis apsaugoti įrankį ir vartotoją.

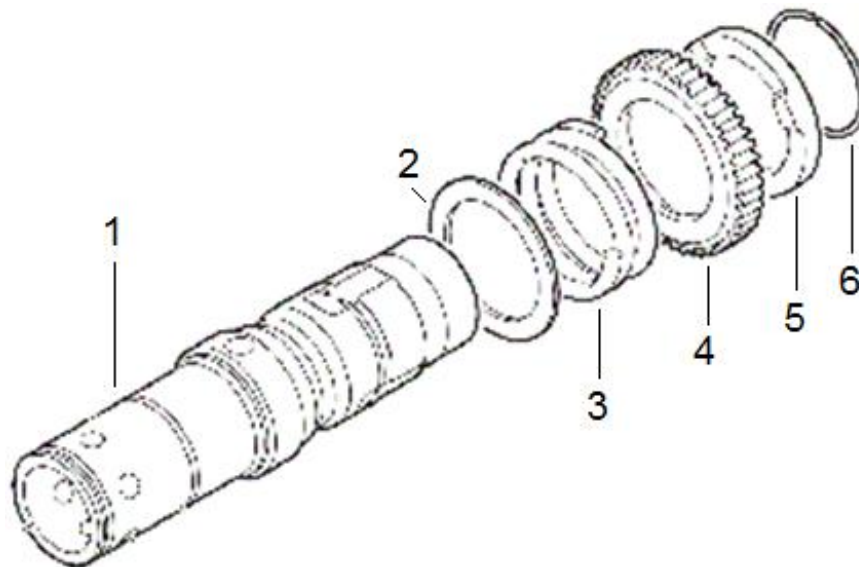
Apsauginės movos veikimo principas - tai tarpusavyje sąveikaujantys krumpliaraičiai ir spyruoklė, kuri laiko krumpliaraičius prispaustus vieną prie kito. Esant įrankio perkrovimui, krumpliaraičiai remiasi vienas į kitą vis didesne jėga ir vienas iš krumpliaraičių kyla aukščiau įveikdamas spyruoklės pasipriešinimą. Krumpliaraičiui įveikus spyruoklės spaudimo jėgą, kylantis krumpliaratis peršoka per stacionarų krumpliaratį ir tokių būdu mechanizmas atlaisvinamas nuo perkrovimų. Kadangi apsauginės movos paprastai veikia 800-1100 apsisukimų per minutę greičiu, procesas įvyksta labai greitai ir kartais apsauginė mova suveikia kelis kartus iš eilės.

Eksplotacijos metu didžiausios apsauginių movų problemos - dažni įrankių perkrovimai, ko pasekoje apsauginė mova greitai sudyla. Dažnas perkrovas patiriančių įrankių apsauginės movos sudyla vidutiniškai per 1-6 mėnesių laikotarpį. Taip pat pasitaiko, kad apsauginės movos lūžta, nes metalas, iš kurio jos pagamintos, neatlaiko staigių ir stiprių užkirtimo sukeltamų smūgių. Priklausomai nuo apsauginės movos konstrukcijos, jos gedimas įtakoja ir kitus įrankio elementus, tokius kaip perdavimo krumpliaraičiai ar elektros variklis.

Jeigu įrankis dažnai dirba ties galimybių riba, tai dėvintis krumpliaraičiams atsiranda atskilusios metalo dalelės. Tokios dalelės kartu su tepalu patenka į kitus įrankio elementus, kas pagreitina viso mechanizmo susidėvėjimą. Jeigu įrankio apsauginės movos mechanizmas susidėvėjęs, įrankis nebegali dirbti pilnu pajėgumu. Apsauginė mova pradeda suveikinti esant mažesniai apkrovimui nei turėtų būti. Kuo labiau mova susidėvėjusi, tuo lengviau ją įsijungia ir tampa neįmanoma gręžti net mažo diametro grąžtais. Paprastai perforatoriai su šio tipo apsauginėmis movomis yra skirti gręžti iki 28 mm diametro grąžtais betonui. Susidėvėjusi apsauginė mova gali pradėti veikti ir gręžiant 6 mm diametro grąžtu.

Toliau pateikiami esamų apsauginių movų brėžiniai ir trumpi aprašymai:

Gamintojo Nr. 1 apsauginė mova, naudojama Gamintojo Nr. 1 perforatoriuje (1 pav.).



1 pav. Gamintojo Nr. 1 apsauginė mova [1]:

1 - cilindras, 2 – poveržlė, 3 – Spyruoklė, 4 – Krumpliaratis, 5 – Krumpliaratis, 6 – Fiksuojujantis žiedas.

1 pav. matoma Gamintojo Nr. 1 apsauginė mova sudaryta iš:

1. Cilindro;
2. Poveržlės;
3. Spyruoklės;
4. Krumpliarachio susijungiančiu su cilindru;
5. Apsauginio krumpliarachio;
6. Fiksavimo žiedo.

Gamintojo Nr. 1 apsauginės movos privalumas yra atskirai nuo cilindro keičiamas krumpliaratis – išsaugomas brangiai kainuojantis cilindras, paprastesnis įrankio aptarnavimas ir remontas.

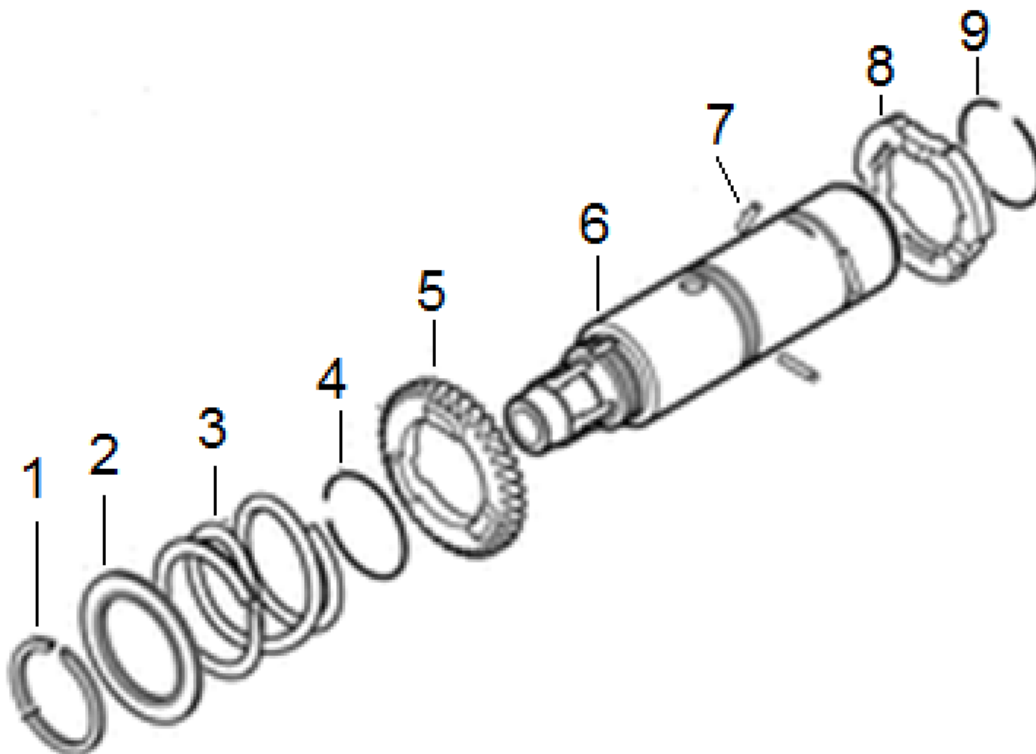
Šioje apsauginėje perforatoriaus movoje sukimo judesys perduodamas per krumpliaratį Nr. 4. Surenkant apsauginę movą pirmiausiai ant cilindro Nr. 1 užmaunama poveržlė Nr. 2, tada spyruoklė Nr. 3, krumpliaratis Nr. 4, krumpliaratis Nr. 5, fiksuojantis žiedas Nr. 6. Spyruoklė yra spaudžiama tarp poveržlės Nr. 2 ir krumpliarachio Nr. 4. Krumpliaratis Nr. 5 laikosi ant cilindro Nr. 1 stacionariai ir negali prisisukti nepriklausomai nuo cilindro. Apsauginei movai pradėdant veikti krumpliarachio Nr. 4 krumpliai susiremia su

krumpliaračio Nr. 5 krumpliais ir krumpliaratis Nr. 4 pradeda kilti įveikdamas spyruoklės spaudimo jėgą – apsauginė mova suveikia.

1.1 Lentelė. Techninės Gamintojo Nr. 1 perforatoriaus charakteristikos [2]

Galia	820 W
Smūgių skaičius	0–4000 smūg./min
Sūkių skaičius	0–900 sūk./min
Smūgio galia	3,4 J
Vibracijos stiprumas	22 m/s ²
Gręžiamos skylės skersmuo betone	28 mm
Gręžiamos skylės skersmuo metale	13 mm
Gręžiamos skylės skersmuo medienoje	30 mm
Svoris	2,9 kg

Gamintojo Nr. 2 apsauginė mova (2 pav.).



2 pav. Gamintojo Nr. 2 apsauginė mova [4]:

1 – Fiksuojuantis žiedas, 2 - Poveržlė, 3 – Spyruoklė, 4 – Fiksuojuantis žiedas, 5 – Krumpliaratis, 6 – Cilindras, 7 – Kaištis, 8 – Krumpliaratis, 9 – Fiksuojuantis žiedas

2 pav. matoma Gamintojo Nr. 2 apsauginė mova sudarytas iš:

1. Fiksavimo žiedo;
2. Poveržlės;
3. Spyruoklės;
4. Fiksavimo žiedo krumpliaračiui;
5. Krumpliaračio;
6. Cilindro;
7. Fiksavimo kaiščių 3 vnt.;
8. Apsauginio krumpliaračio;
9. Fiksavimo žiedo.

Gamintojo Nr. 2 apsauginės movos privalumas - atskirai nuo cilindro keičiamas krumpliaratis ir apsauginiai kaiščiai. Dylant sankabai susidėvi apsauginis krumpliaratis ir jo kaiščiai, bet cilindras su pagrindiniu krumpliaračiu lieka sveiki.

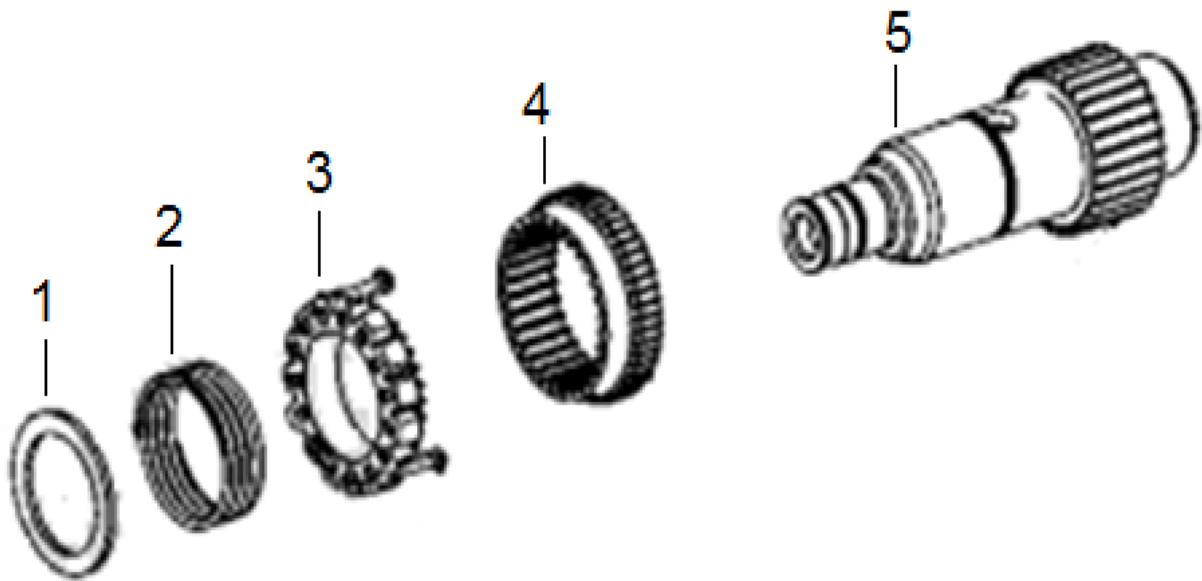
Surenkant Gamintojo Nr. 2 apsauginę movą pirmiausiai į cilindro Nr. 6 ertmes, skirtas fiksuojantiems kaiščiams, įdedami fiksuojantys kaiščiai Nr. 7, toliau ant cilindro užmaunamas krumpliaratis Nr. 8 ir uždedamas fiksuojantis žiedas Nr. 9. Toliau surenkant gamintojo Nr. 2 perforatoriaus apsauginę movą ant cilindro Nr. 6 užmaunamas krumpliaratis Nr. 5, fiksuojantis žiedas Nr. 4, spyruoklė Nr. 3, poveržlė Nr. 2, fiksuojantis žiedas Nr. 1.

Veikiant apsauginei perforatoriaus movai krumpliaračių Nr. 5 ir Nr. 8 krumpliai susiremia ir tokiu būdu perduodamas sukamasis judesys. Atsirandant perkrovos, perforatoriaus apsauginė mova pradeda veikti it krumpliaratis Nr. 5 kyla įveikdamas spyruoklės Nr. 3 pasipriešinimą – apsauginė mova prašoka.

1.2 Lentelė. Techninės Gamintojo Nr. 2 perforatoriaus charakteristikos [4]

Galia	800 W
Smūgių skaičius	0–4000 smūg./min
Sūkių skaičius	0 – 900 sūk./min
Smūgio galia	3 J
Gręžiamos skylės skersmuo betone	26 mm
Gręžiamos skylės skersmuo metale	13 mm
Gręžiamos skylės skersmuo medienoje	68 mm
Svoris	2,9 kg

Gamintojo Nr. 3 apsauginė mova, naudojama gamintojo Nr. 3 perforatoriuose (3 pav.).



3 pav. Gamintojo Nr. 3 apsauginė mova [5]:

1 – Poveržlė, 2 – Spyruoklė, 3 – Krumpliaratis, 4 – Krumpliaratis, 5 – Cilindras.

3 pav. matoma Gamintojo Nr. 3 apsauginė mova sudarytas iš:

1. Poveržlės;
2. Spyruoklės;
3. Apsauginio krumpliaracio;
4. Perdavimo krumpliaracio;
5. Cilindro.

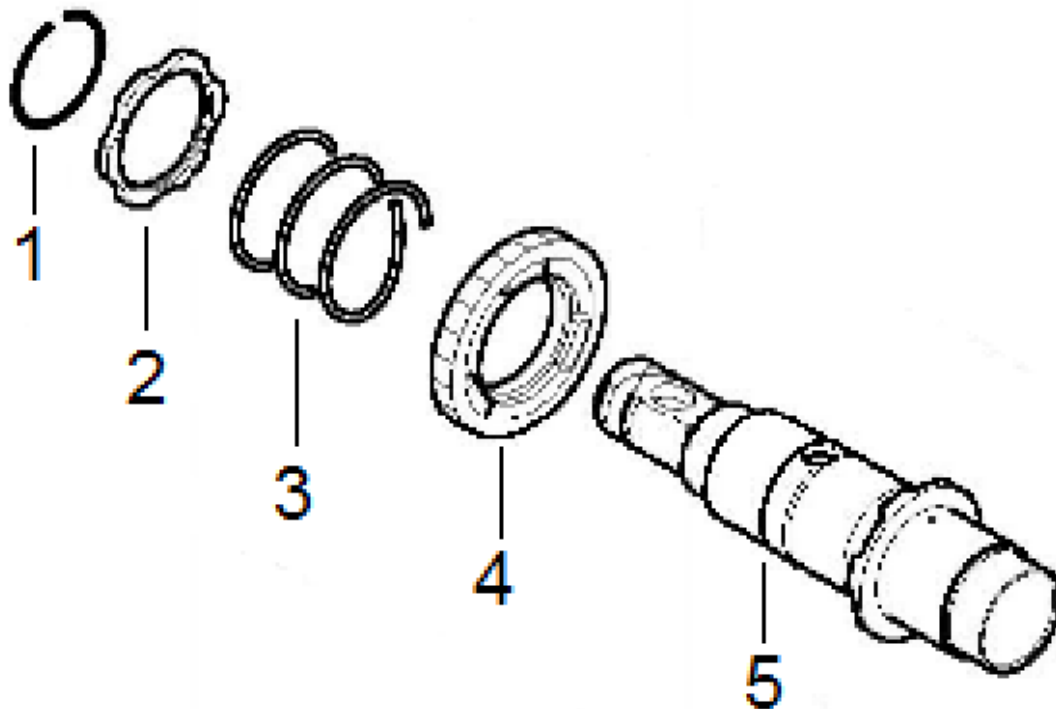
Gamintojo Nr. 3 apsauginės movos pranašumas - jos ilgaamžiškumas, atsirandantis dėl ilgų krumplių ant perdavimo krumpliaracio ir cilindro. Trūkumas – dideli remonto kaštai.

Surenkant gamintojo Nr. 3 perforatoriaus apsauginę movą pirmiausiai ant cilindro Nr. 5 užmaunamas krumpliaratis Nr. 4, paskui užmaunamas krumpliaratis Nr. 3, spyruoklė Nr. 2 ir poveržlė Nr. 1. Veikiant gamintojo Nr. 3 apsauginei movai sukamasis judesys perduodamas dėl susikibusių cilindro Nr. 5 ir krumpliaracio Nr. 4 krumplių. Atsiradus perkrovimui apsauginės movos krumpliaratis Nr. 4 kyla į viršų įveikdamas spyruoklės Nr. 2 pasipriešinimą.

1.3 Lentelė. Techninės gamintojo Nr. 3 perforatoriaus charakteristikos [6]

Galia	1010 W
Smūgių skaičius	0–4400 smūg./min
Sūkių skaičius	0 – 860 sūk./min
Smūgio galia	2,8 J
Gręžiamos skylės skersmuo betone	28 mm
Gręžiamos skylės skersmuo metale	13 mm
Gręžiamos skylės skersmuo medienoje	28 mm
Svoris	2,9 kg

Gamintojo Nr. 4 apsauginė mova naudojama gamintojo Nr. 4 perforatoriuje (4 pav.).



4 pav. Gamintojo Nr. 4 HR2470 apsauginė mova [7]:

1 – Fiksuojantis žiedas, 2 – Poveržlė, 3 – Spyruoklė, 4 – Krumpliaratis, 5 – Cilindras.

4 pav. matoma Gamintojo Nr. 4 apsauginė mova sudarytas iš:

1. Fiksavimo žiedo;
2. Poveržlės;
3. Spyruoklės;
4. Krumpliaracio;

5. Cilindro.

Gamintojo Nr. 4 apsauginės movos privalumas - ilgaamžiškumas. Trūkumai – brangūs remonto kaštai, nes susidėvėjus sankabos mazgui reikia keisti cilindą ir krumpliaratį. Keičiant cilindą reikia iš jo išimti ir perdėti į naują cilindą 7 dalis, kurios yra cilindro viduje.

Surenkant gamintojo Nr. 4 apsauginę perforatoriaus movą pirmiausiai ant cilindro Nr. 5 užmaunamas krumpliaratis Nr. 4, paskui spyruoklė Nr. 3, poveržlė Nr. 2 ir fiksuojantis žiedas Nr. 1. Veikiant apsauginei movai sukamasis judesys perduodamas, nes cilindro Nr. 5 ir krumpliaratė Nr. 4 krumpliai susiremia. Atsirandant perkrovai, krumpliaratis Nr. 4 kyla į viršų ir įveikia spyruoklės Nr. 3 spaudimo jėgą.

1.4 Lentelė. Techninės gamintojo Nr.4 perforatoriaus charakteristikos [8]

Galia	780 W
Smūgių skaičius	0 – 4500 smūg./min
Sūkių skaičius	0 – 1100 sūk./min
Smūgio galia	2,4 J
Gręžiamos skylės skersmuo betone	24 mm
Gręžiamos skylės skersmuo metale	13 mm
Gręžiamos skylės skersmuo medienoje	32 mm
Svoris	2,9 kg

2. APSAUGINIŲ MOVŲ Palyginimas

Apsauginės movos apsaugo elektros variklį ir likusias įrankio dalis nuo perkrovimo, tad movos elementus galima lyginti pagal įrankiui leidžiamą gręžimo skylės diametrą betone. Toliau pateikiamas sankabos mazgų palyginimas pagal leidžiamą gręžimo diametrą (mažėjimo tvarka pagal diametrą).

2.1 Lentelė. Sankabos mazgų palyginimas pagal leidžiamą gręžimo diametrą

Gamintojas	Skersmuo, mm.
Gamintojo Nr. 1	28
Gamintojo Nr. 3	28
Gamintojo Nr. 2	26
Gamintojo Nr. 4	24

Kaip matome iš lentelės Nr. 5, didžiausias leistinas skersmuo gręžimui SDS+ grąžtu betone yra 28 mm. Gamintojo Nr. 1 ir Gamintojo Nr. 3 įrankiams. Kadangi lyginamų įrankių apsisukimų skaičius nėra vienodas (kinta nuo 800 iki 1100 apsisukimų per minutę), tai apskaičiuojama mm tenkantys 100 apsisukimų. Tai atliekama, nes esant didesniai apsisukimų skaičiui sankabos mazgas yra veikiamas didesnių jėgų stabdymo metu.

Toliau pateikiamas sankabos mazgų palyginimas milimetrais, tenkančiais tūkstančiui apsisukimų (mažėjančia tvarka).

2.2 Lentelė. Sankabos mazgų palyginimas mm/1000 aps.

Gamintojas	Skersmuo, mm.	Apsisukimai, šimtais	Santykis mm/1000 aps.
Gamintojo Nr. 1	28	900	3,11
Gamintojo Nr. 3	28	900	3,11
Gamintojo Nr. 2	26	800	3,25
Gamintojo Nr. 4	24	11	2,18

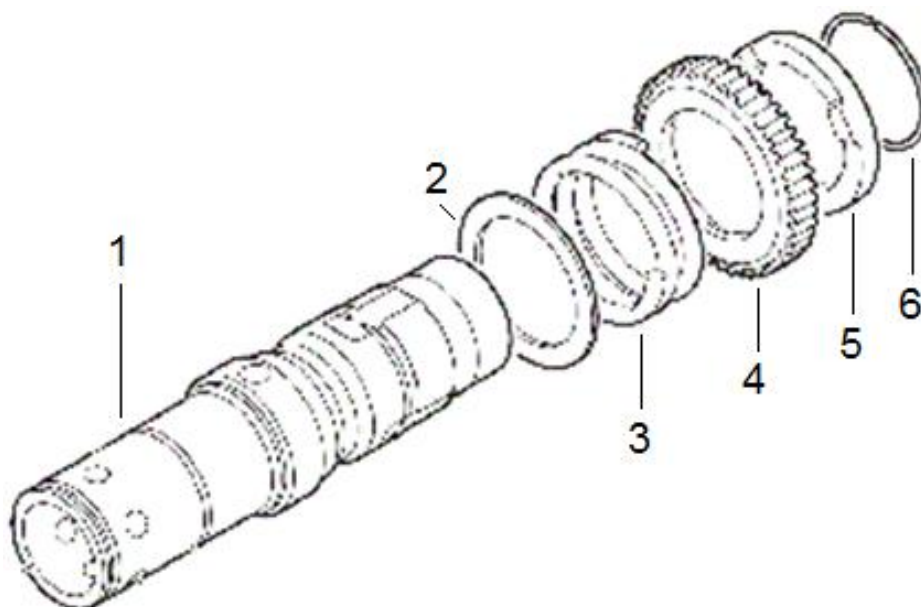
Pagal lentelės Nr. 6 duomenis matome, kad įrankis dirbantis mažiausiu apsisukimų skaičiumi turi geriausią mm ir apsisukimų santykį. O įrankis dirbantis didžiausiu apsisukimų skaičiumi turi blogiausią mm ir apsisukimų santykį. Iš lentelės Nr. 6 duomenų sprendžiame, kad apsisukimų skaičius turi didelę įtaką apsauginio mazgo suveikimo momentui.

Gamintojo Nr. 4 apsauginės movos maksimalus leidžiamas skylės gręžimo betone skersmuo (24 mm) yra mažiausias iš keturių lyginamų movų.

Lyginant apsaugines movas tarpusavyje didelę reikšmę sudaro ir remonto kaštai. Įrankiui dirbant ir patiriant perkrovas apsauginė mova pradeda veikti ir krumpliaraičiai trinasi vienas į kitą. Natūralu, kad esant trinčiais krumpliai netenka savo pradinių formų, o kartais net ir lūžta. Apsauginės perforatoriaus movos krumpliams susidėvėjus apsauginė mova pradeda suveikti anksčiau nei tūrėtų, nes pakitusi krumplių formą mažina tarpusavio trinties jėgą, kuri laiko juos tarpusavyje. Apsauginės perforatoriaus movos susidėvėjimo atveju įrankio negalima naudoti maksimalaus leistinu gręžimo betone diametro skylių gręžimui, nes apsauginė mova pradeda veikti per anksti. Kuo labiau susidėvėjusi apsauginė mova, tuo mažesnių apkrovų reikia, kad ji pradėtų veikti. Priklausomai nuo apsauginės movos sandaros skiriasi ir reikiamų keisti dalių sąrašas apsauginės movos susidėvėjimo atveju.

Gamintojo Nr. 1 apsauginė mova sudaryta iš:

1. Cilindro;
2. Poveržlės;
3. Spyruoklės;
4. Krumpliaraičio susijungiančiu su cilindru;
5. Apsauginio krumpliaraičio;
6. Fiksavimo žiedo.



5 pav. Gamintojo Nr. 1 apsauginės movos sandara:

1 – Cilindras, 2 – Poveržlė, 3 – Spyruoklė, 4 – Krumpliaratis, 5 – Krumpliaratis, 6 – Fiksuojujantis žiedas.

Gamintojo Nr. 1 apsauginei movai veikiant dėvisi krumpliaratis Nr. 4 ir krumpliaratis Nr. 5. Apsauginės movos sudedamųjų dalių kainos pateiktos lentelėje Nr. 7.

2.3 Lentelė. Gamintojo Nr. 1 apsauginės movos komponentų kaina

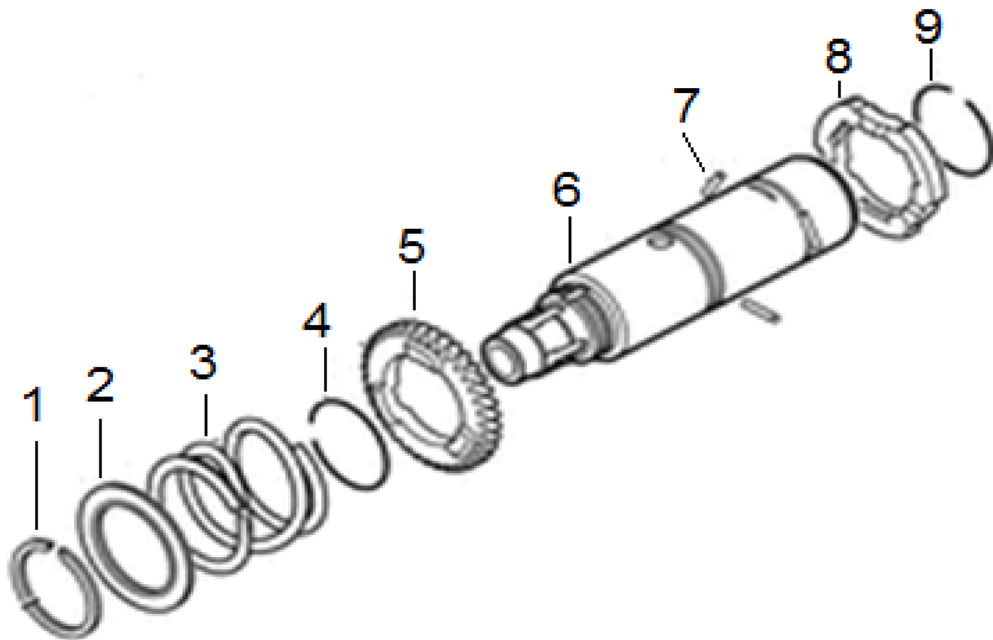
Pavadinimas	Kiekis	Kaina Eur, su PVM	Naujo perforatoriaus kaina Eur su PVM [10]
1. Cilindras	1	40,29	
2. Poveržlė	1	1,10	
3. Spyruoklė	1	3,93	
4. Krumpliaratis	1	3,93	
5. Krumpliaratis	1	2,66	
6. Fiksavimo žiedas	1	1,33	
Suma:		53,24	360,00

Iš lentelėje Nr. 7 pateiktų duomenų matome, kad visi gamintojo Nr. 1 apsauginės movos komponentai kainuoja 53,24 eurus su PVM. Naujo įrankio, kuriame naudojama apsauginė mova kaina 360 eurų su PVM. Remdamiesi turimais duomenimis paskaičiuojam kiek procentų naujo įrankio kainos sudaro apsauginės movos elementai:

$$53,24 \times 100 / 360 = 14,79 \%$$

Gamintojo Nr. 2 apsauginė mova sudarytas iš:

1. Fiksavimo žiedo;
2. Poveržlės;
3. Spyruoklės;
4. Fiksavimo žiedo krumpliaraičiui;
5. Krumpliaraičio;
6. Cilindro;
7. Fiksavimo kaiščių 3 vnt.;
8. Apsauginio krumpliaraičio;
9. Fiksavimo žiedo.



6 pav. Gamintojo Nr. 2 apsauginės movos sandara:

1 – Fiksuojantis žiedas, 2 – Poveržlė, 3 – Spyruoklė, 4 – Fiksuojantis žiedas, 5 – Krumpliaratis, 6 – Cilindras, 7 – Kaištis, 8 – Krumpliaratis, 9 – Fiksuojantis žiedas.

Gamintojo Nr. 2 perforatoriaus apsauginei movai veikiant dyla krumpliaratis Nr. 5 ir krumpliaratis Nr. 8. Gamintojo Nr. 2 apsauginės movos sudedamųjų elementų kainos pateiktos 8 lentelėje.

2.4 Lentelė. Gamintojo Nr. 2 apsauginės movos komponentų kaina [12]

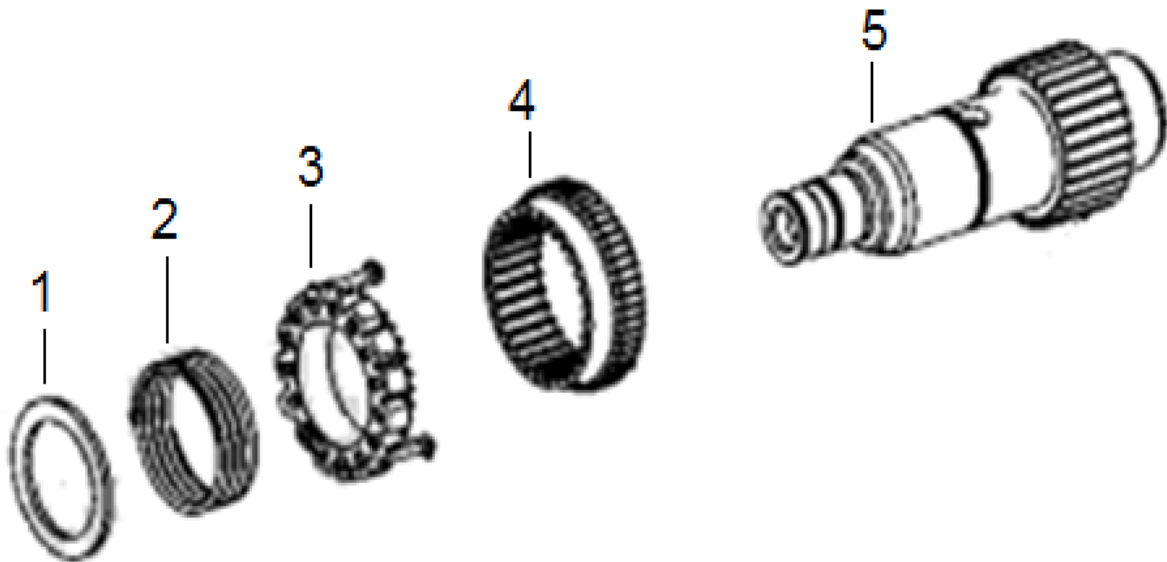
Pavadinimas	Kiekis	Kaina Eur, su PVM	Naujo perforatoriaus kaina Eur su PVM [11]
1. Fiksavimo žiedas	1	0,59	
2. Poveržlė	1	1,33	
3. Spyruoklė	1	1,75	
4. Fiksavimo žiedas	1	0,59	
5. Krumpliaratis	1	7,47	
6. Cilindras	1	25,00	
7. Fiksavimo kaištis	3	0,90	
8. Krumpliaratis	1	4,17	
9. Fiksavimo žiedas	1	0,59	
Suma:		44,19	325,00

Iš lentelėje Nr. 8 pateiktų duomenų matome, kad visi gamintojo Nr. 2 apsauginės movos komponentai kainuoja 44,19 eurų su PVM. Naujo įrankio, kuriame naudojama apsauginė mova kaina 325 eurų su PVM. Remdamiesi turimais duomenimis paskaičiuojam kiek procentų naujo įrankio kainos sudaro apsauginės movos elementai:

$$44,19 \times 100 / 325 = 13,6 \%$$

Gamintojo Nr. 3 apsauginė mova sudarytas iš:

1. Poveržlės;
2. Spyruoklės;
3. Apsauginio krumpliarčio;
4. Perdavimo krumpliarčio;
5. Cilindro.



7 pav. Gamintojo Nr. 3 apsauginės movos sandara:

1 – Poveržlė, 2 – Spyruoklė, 3 – Krumpliaratis, 4 – Krumpliaratis, 5 – Cilindras.

Gamintojo Nr. 3 apsauginei movai veikiant dyla apsauginės movos krumpliaratis Nr. 3 ir krumpliaratis Nr. 4. Gamintojo Nr. 3 apsauginės movos sudedamųjų elementų kainos pateiktos 9 lentelėje.

2.5 Lentelė. Gamintojo Nr. 3 apsauginės movos komponentų kaina [13]

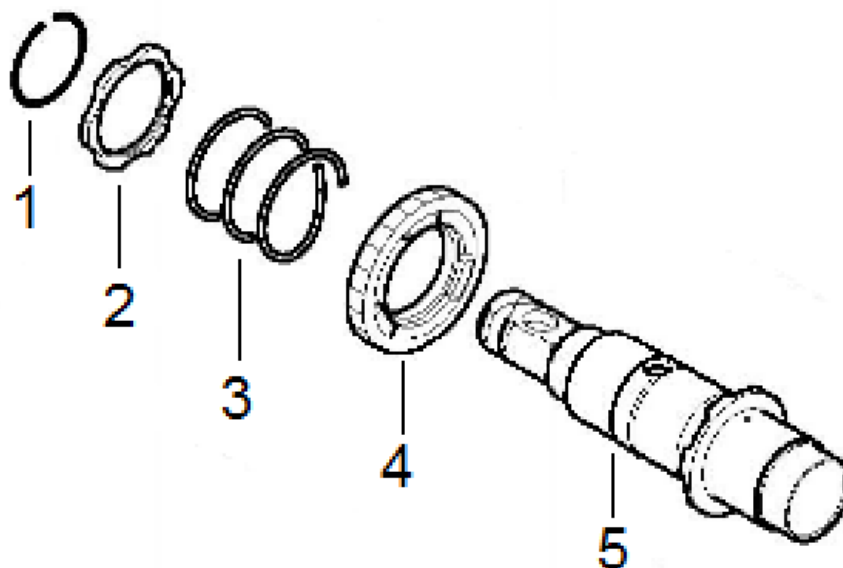
Pavadinimas	Kiekis	Kaina Eur, su PVM	Naujo perforatoriaus kaina Eur su PVM [13]
1. Poveržlė	1	1,21	
2. Spyruoklė	1	0,99	
3. Krumpliaratis	1	7,83	
4. Krumpliaratis	1	5,83	
5. Cilindras	1	24,21	
Suma:		40,07	230,30

Iš lentelėje Nr. 9 pateiktų duomenų matome, kad visi gamintojo Nr. 3 apsauginės movos komponentai kainuoja 40,07 eurų su PVM. Naujo įrankio, kuriame naudojama apsauginė mova kaina 230,3 eurų su PVM. Remdamiesi turimais duomenimis paskaičiuojam kiek procentų naujo įrankio kainos sudaro apsauginės movos elementai:

$$40,07 \times 100 / 230,3 = 17,4 \%$$

Gamintojo Nr. 4 apsauginė mova sudarytas iš:

6. Fiksavimo žiedo;
7. Poveržlės;
8. Spyruoklės;
9. Krumpliaracio;
10. Cilindro.



8 pav. Gamintojo Nr. 4 apsauginės movos sandara:

1 – Fiksuojantis žiedas, 2 – Poveržlė, 3 – Spyruoklė, 4 – Krumpliaratis, 5 – Cilindras.

Gamintojo Nr. 4 apsauginei movai veikiant dyla apsauginės movos krumpliaratis Nr. 4 ir apsauginės movos cilindras Nr. 5. Gamintojo Nr. 4 apsauginės movos sudedamųjų elementų kainos pateiktos 10 lentelėje.

2.6 Lentelė. Gamintojo Nr. 4 apsauginės movos komponentų kaina [14]

Pavadinimas	Kiekis	Kaina Eur, su PVM	Naujo perforatoriaus kaina Eur su PVM [14]
1. Fiksuojantis žiedas	1	1,21	
2. Poveržlė	1	1,21	
3. Spyruoklė	1	2,42	
4. Krumpliaratis	1	14,52	
5. Cilindras	1	31,46	
Suma:		50,82	149,00

Iš lentelėje Nr. 10 pateiktų duomenų matome, kad visi gamintojo Nr. 4 apsauginės movos komponentai kainuoja 50,82 eurų su PVM. Naujo įrankio, kuriame naudojama apsauginė mova kaina 149 eurai su PVM. Remdamiesi turimais duomenimis paskaičiuojame kiek procentų naujo įrankio kainos sudaro apsauginės movos elementai:

$$50,82 \times 100 / 149 = 34,11 \%$$

Pagal turimas lyginamų keturių gamintojų perforatorių kainas, apsauginių movų ir apsauginės movos bei nauji įrankio kainos procentą sudarome lentelę .

Lentelė Nr. 11 Gamintojų apsauginės movos ir įrankių kainų palyginimas

Gamintojo Nr.	Įrankio kaina Eur su PVM	Apsauginės movos kaina Eur su PVM	Įrankio ir movos kainų santykis, %
1	360,00	53,24	14,79
2	325,00	44,19	13,60
3	230,30	40,07	17,40
4	149,00	50,82	34,11

Pagal lentelės Nr. 11 duomenys matome, kad gamintojo Nr. 1 perforatorius kainuoja daugiausiai iš tarpusavyje lyginamų keturių gamintojų. Taip pat pagal duomenys esančius lentelėje Nr. 11 matome, kad gamintojo Nr. 1 apsauginės movos detalės yra brangiausios iš tarpusavyje lyginamų keturių apsauginių movų. Pigiausi apsauginės movos komponentai yra gamintojo Nr. 3, šio gamintojo apsauginės movos komponentai kainuoja 40,07 eurus su PVM. Brangiausiai kainuojantys apsauginės movos elementai priklauso gamintojui Nr. 1, jie kainuoja 53,24 eurus su PVM.

Žemiausiu įrankio ir apsauginės perforatoriaus movos kainų santykių pasižymi gamintojo Nr. 2 apsauginė mova. Didžiausiu įrankio ir apsauginės perforatoriaus movos kainų santykių pasižymi gamintojo Nr. 4 apsauginė mova.

Gamintojo Nr. 4 naujo įrankio ir apsauginės movos kainų palyginimo santykiui didelę įtaką turi kaina, nes gamintojo Nr. 4 įrankis pigiausias iš tarpusavyje lyginamų keturių gamintojų, bet didelis apsauginės movos ir naujo įrankio kainų santykio procentas įtakoja sprendimą netaisyti įrankio, kai jo apsauginė mova susidėvi.

Vertinant naujo įrankio ir apsauginės movos remonto kaštus reikia atsižvelgti į vidutinę taisymo paslaugos kainą. Apsauginės movos remontas trunką 1 valandą, o vidutinė, profesionalaus meistro atliekančio šiuos darbus, valandos kaina 26 eurai su PVM. Lentelėje Nr. 12 perskaičiuojame naujo įrankio ir apsauginės movos dalių kainos santykį pridėdami darbo išlaidas prie apsauginės movos dalių kainos.

2.7 Lentelė. Gamintojų apsauginės movos ir įrankių kainų palyginimas

Gamintojo Nr.	Įrankio kaina Eur su PVM	Apsauginės movos kaina + darbai Eur su PVM	Įrankio ir movos kainų santykis, %
1	360,00	79,24	22,01
2	325,00	70,19	21,60
3	230,30	66,07	28,69
4	149,00	76,86	51,58

Pagal lentelės Nr. 12 duomenys matome, kad gamintojo Nr. 4 apsauginės movos keitimo kaštai su darbais sudaro daugiau nei pusę naujo įrankio kainos, net 51,58 procentus. Vidutinis apsauginės movos gyvavimo laikas 2 metai. Įrankiui dirbant dėvisi ir kitos jo sudedamosios dalys, todėl keičiant apsauginę perforatoriaus movą dažnai keičiami įrankyje esantys guoliai, guminiai žiedai, angliukai, tepalas. Bendra įrankio taisymo sąmata dažnai būna virš 70 procentų naujo įrankio kainos. Dėl šios priežasties gamintojo Nr. 4

perforatoriaus taisyti nėra tikslinga. Kitų trijų lyginamų gamintojų perforatorių remonto kaštai, įskaitant žiedus, guolius, angliukus ir tepalą sudaro nuo 30 iki 40 procentų naujo įrankio kainos, todėl juos taisyti tikslinga.

Gamintojo Nr. 4 perforatoriaus apsauginė mova pasirinkta kaip tiriamoji, nes jos elementų pakeitimo kaina didžiausia ir ji sąlygoja sprendimą įranki keisti nauju, o ne taisyti.

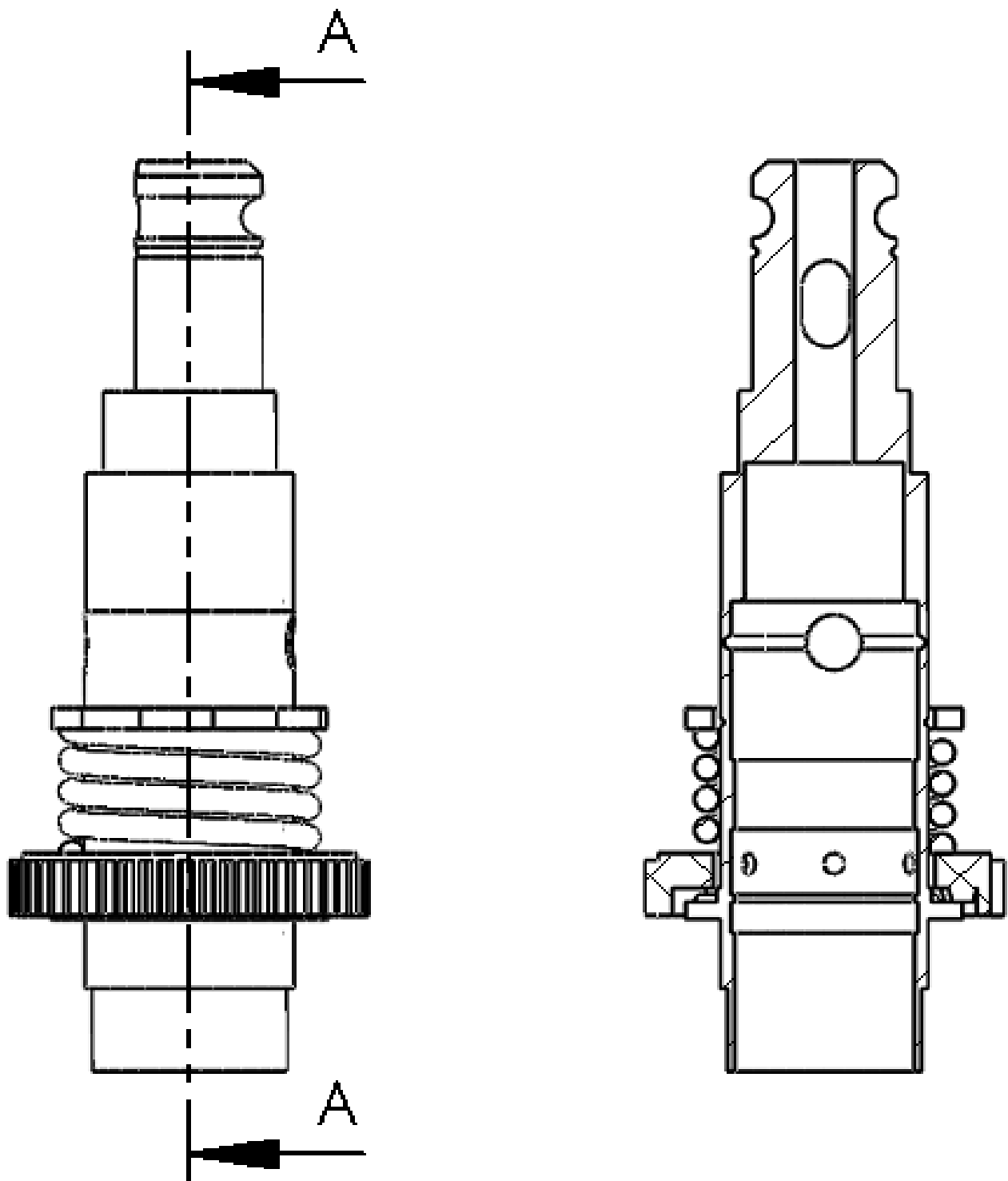
3. TIRIAMOJI APSAUGINĖ MOVA

3.1. Apsauginės movos aprašymas

Pagrindinės problemos eksploatuojant įrenginį - apsauginės movos dėvėjimasis. Tai natūralus reiškinys, tačiau movos krumpliaraičiai turi smailius kampus, todėl kampai nudyla ir mova praranda savo gamyklines savybes. Taip nutinka, nes tiek krumpliaraičio, tiek ir cilindro krumpliai turi smailius kampus, kurie perkrovimo metu, kai krumpliaratis kyla aukštyn, tarpusavyje pradeda liestis vien tik kampais ir kampams tenka didelis spaudimas. Apsauginės movos tarnavimo laikui pailginti naudojamas tepalas, užtikrinantis reikiamą elementų tepimą, bet norint užtikrinti dar ilgesnį apsauginės movos funkcionavimo laiką reikia arba keisti spyruoklę silpnesne, arba keisti apsauginės movos konstrukciją.

Tiriamuoju objektu pasirinkta Gamintojo Nr. 4 perforatoriaus apsauginė mova. Ši apsauginė mova sudarytas iš šių komponentų:

- Fiksuojančio žiedo;
- Poveržlės;
- Spyruoklės;
- Krumpliaraičio;
- Cilindro.

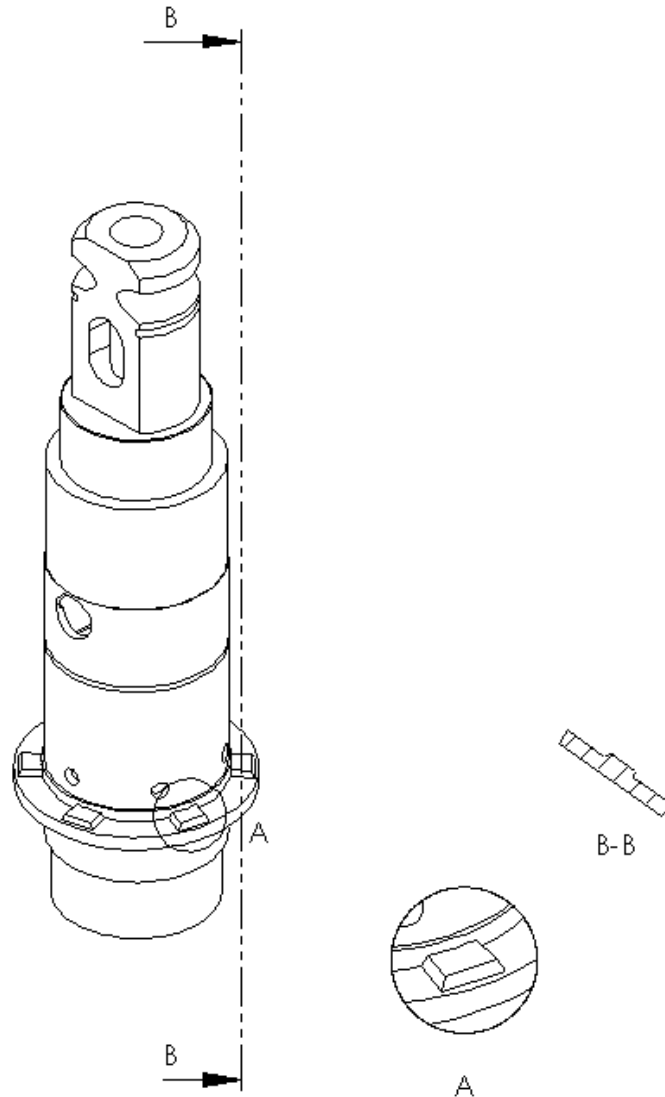


9 pav. Gamintojo Nr. 4 apsauginės movos 3D geometrinis modelis.

Apsauginėje movoje (9 pav.) matome, kad krumpliaratis (10 pav.) užmautas ant cilindro. Krumpliaratį spaudžia spyruoklė. Kitas spyruoklės galas įtvirtinamas poveržle (9 pav.) ir fiksuojančiu žiedu (10 pav.).

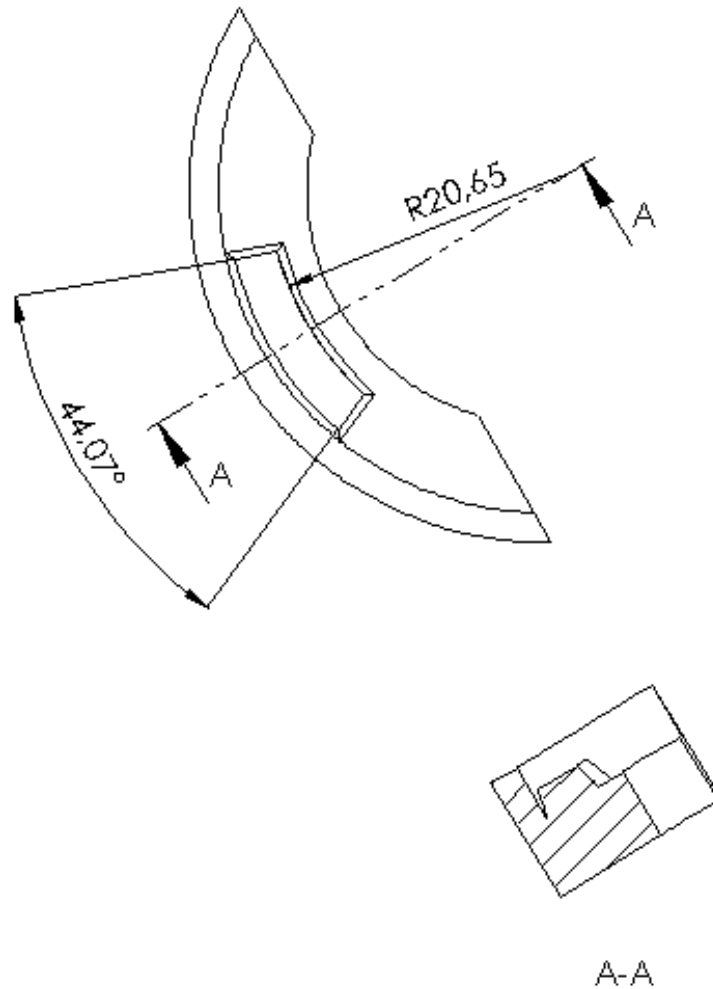
Normalaus darbo režimu krumpliaratis sukasi kartu su cilindru, o spyruoklė spaudžia juos vienas prie kito. Susirėmę krumpliaratio ir cilindro krumpliai perduoda sukamąjį judesį, spyruoklė neleidžia jiems persokti, nes jie spaudžiami vienas prie kito.

Didėjant apkrovimui krumpliaračio krumpliai smarkiau remiasi į cilindro krumplius ir pradeda kilti aukštyn, bandydami įveikti spyruoklės jėgą. Perkrovimo metu besiremiančių krumplių jėga didėja ir įveikia spyruoklės spaudimo jėgą. Krumpliaratis pakyla ir jo krumpliai nebesusikabina su cilindro krumpliais – pradeda veikti apsauginės movos mechanizmas. Apsauginės movos veikimo metu krumpliai praslysta vienas per kitą, todėl krumpliaratis vėl prispaudžiamas prie cilindro ir sukamas tol, kol krumpliaračio krumpliai atsiremia į cilindro krumplius.



10 pav. cilindras

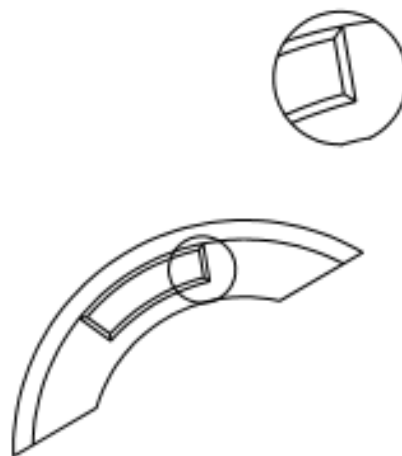
Cilindras yra brangiausiai kainuojantis šios movos elementas. Cilindras yra ne tik apsauginės movos elementas, bet tuo pačiu ir įrankio laikiklis. Jis pritaikytas SDS+ tvirtinimo grąžtams laikyti.



11 pav. krumpliaracio dalis

Krumpliaratis yra viena svarbiausių dalių tiriamojoje apsauginėje movoje. Jo paskirtis ne tik apsaugoti įrankį nuo perkrovimų, bet ir perduoti sukamąjį judesį į cilindą.

Labiausiai dylanti krumpliaracio dalis, tai krumplio kampas, kuris liečiasi su cilindro krumpliu prieš pradėdant veikti apsauginei movai (12 pav.).



12 pav. Dylanti krumpliaracio dalis

Kiti apsauginės movos elementai - tai spyruoklė, poveržlė ir fiksuojantis žiedas. Spyruoklė laiko sujungtus krumpliaratį ir cilindrą. Apsauginė mova pradeda veikti tik pasipriešinimo jėgai įveikus spyruoklės spaudimo jėgą. Viename gale spyruoklė remiasi į krumpliaratį, o kitame gale ją laiko poveržlė ir fiksuojantis žiedas. Šie elementai praktiškai nesusidėvi. Iš šių trijų elementų tik spyruoklė patiria didesnius apkrovimus, nes krumpliaratis turi įveikti jos spaudimo jėgą.

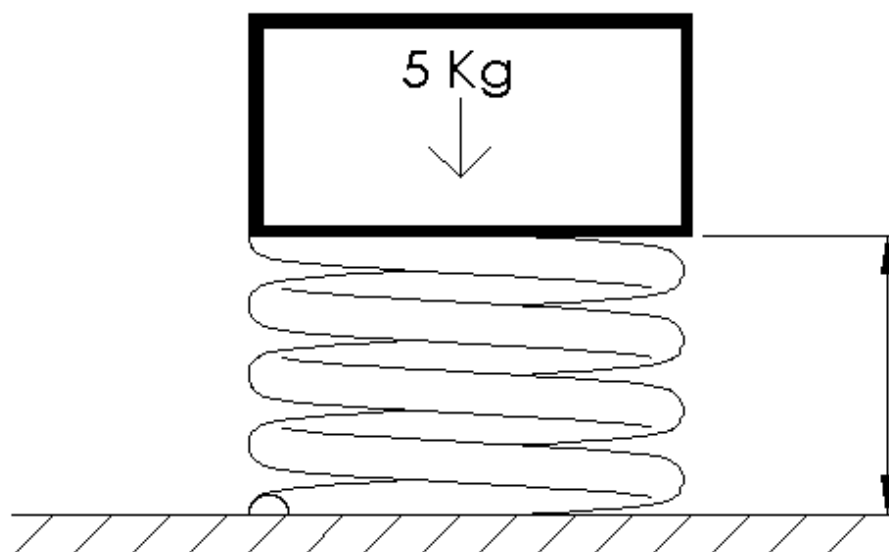
3.2. Spaudžiamų krumpliaratčių veikiančių apkrovų tyrimas

Tyrime svarbiausi elementai yra cilindro krumplis ir krumpliaratčio krumplis, nes siekiama nustatyti jų atsparumą ir juos veikiančias jėgas. Norint tinkamai atlikti simuliaciją, reikia nustatyti spyruoklės, spaudžiančios krumpliaratį prie cilindro, standumą.

3.1 Lentelė. gamintojo Nr. 4 apsauginės movos spyruoklės matmenys

Pavadinimas	Matmenys, mm.
Aukštis	30
Skersmuo	32
Vielos storis	3,5
Vijų skaičius	4

Norint nustatyti spyruoklės standumą spyruoklė padedama ant kieto ir stabilaus pagrindo, išmatuojamas spyruoklės aukštis. Ant spyruoklės uždedamas svoris, pamatuojamas spyruoklės aukštis su uždėtu svoriu.



13 pav. Spyruoklės standumo matavimas

Spyruoklės standumo nustatymo bandymo metu spyruoklė buvo padėta ant stalo. Išmatuotas spyruoklės aukštis 30 mm. Ant spyruoklės uždėdamas 5 Kg svoris, kuris spaudžia spyruoklę žemyn. Spyruoklė, su ant jos uždėtu 5 Kg svoriu, sutrumpėjo iki 28,5 mm. Bendras spyruoklės ilgis, su 5 Kg svoriu, sutrumpėjo nuo 30 mm iki 28,5 mm, tai yra 1,5 mm.

$$k = F/s = 5/0.015 = 333$$

Kadangi krumpliaračiui reikia pakelti spyruoklę 2 mm, tai pagal turimą standumo koeficientą apskaičiuojamas spyruoklę turintis veikti svoris [9].

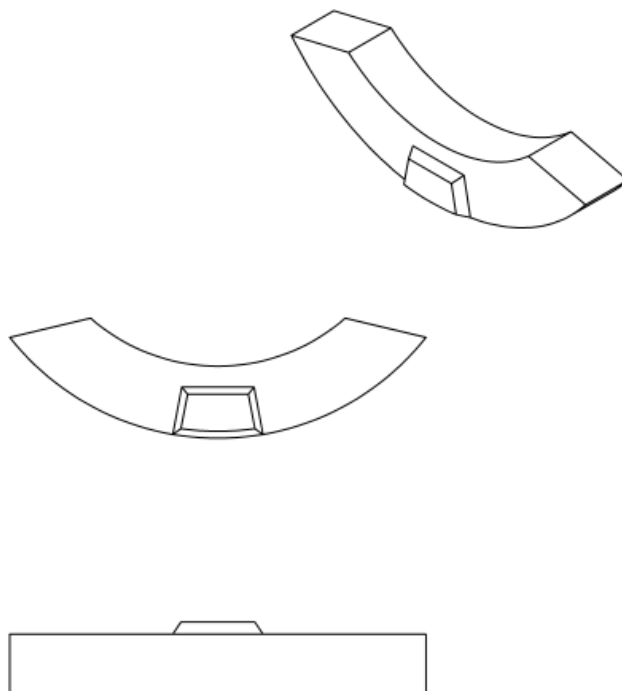
$$F = k \times s = 333 \times 0,02 = 6,67 \text{ kg.}$$

6,67 Kg prilyginama 667 N.

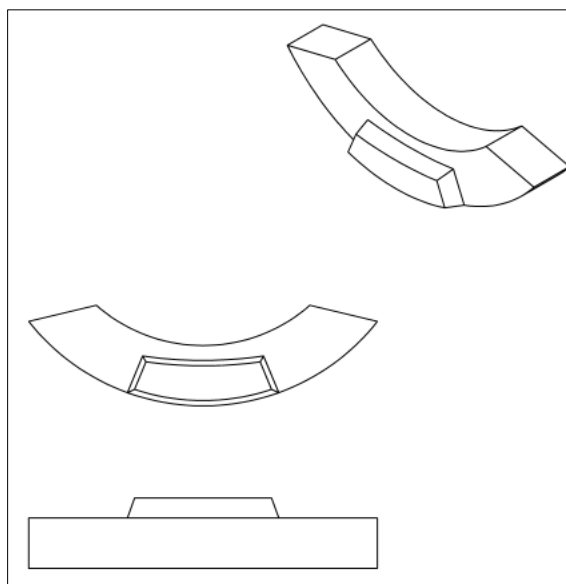
Atliekant tyrimą laikomasi nuostatos, kad spyruoklė krumpliaratį spaudžia 667 Nm jėga. Solidworks 2014 programoje simuliacijoms atlikti bus naudojami supaprastinti šių krumplių modeliai (11 ir 12 pav.).

Simuliacijų metu priimame, kad cilindro krumplis nejuda ir yra fiksuotas, juda tik krumpliaračio krumplis. Taip pat laikomasi nuostatos, kad abu krumpliai yra sutepti plonu sluoksniu tepalo. Tepalas reikalingas sumažinti tarpusavio trinčiai, nes tiek esant normaliam darbo režimui, tiek maksimalaus apkrovimo metu elementai liečiasi tarpusavyje.

Norint atlikti skaičiavimus reikia išsiaiškinti, koku greičiu juda krumpliaratis. Kaip nurodyta įrankio specifikacijoje, jo apsisukimų greitis yra iki 1100 aps./min. Krumpliaračio skersmuo 40 mm. Tai reiškia, kad per minutę krumpliaratis įveikia 44000 mm ilgio kelią. Kadangi Solidworks 2014 programoje simuliacijoms naudosisime mm/sek. intervalą, tai krumpliaračio nukeliaujamas kelias per sekundę yra 733 mm.



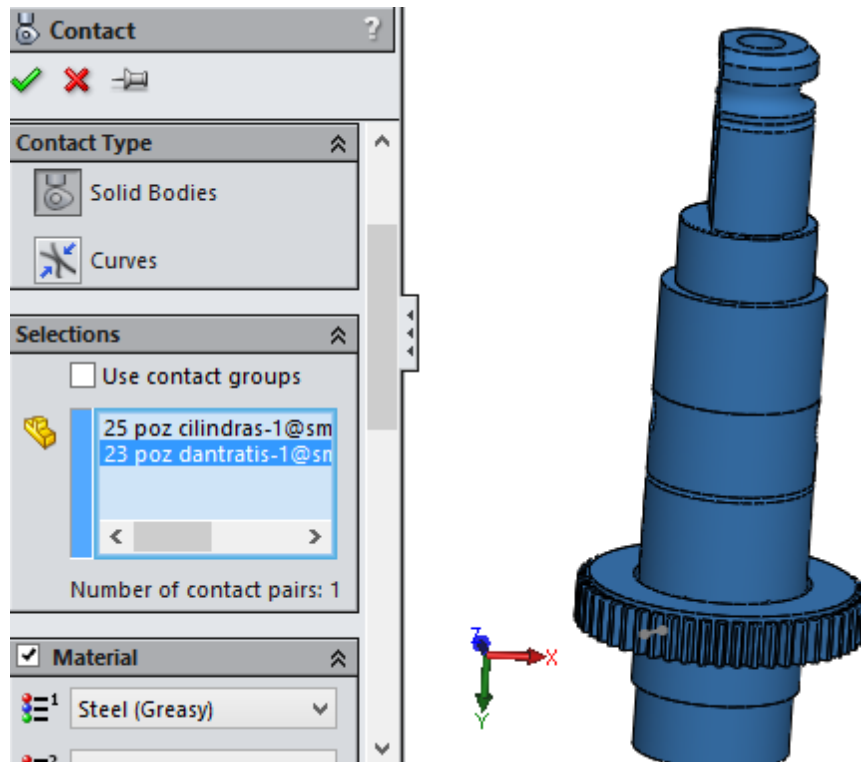
14 pav. Cilindro krumplio supaprastintas modelis



15 pav. Krumpliaracio supaprastintas modelis

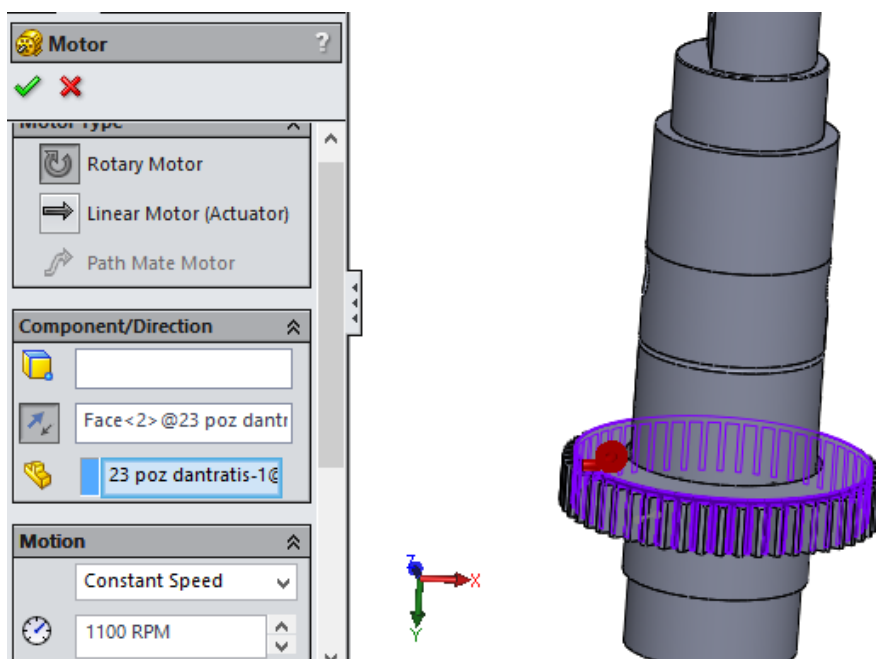
Simuliacijoms atlikti naudojami cilindro ir krumplio erdviniai modeliai. Bandymas atliekamas Solidworks 2014 programinės įrangos pagalba. Surinkime apsauginės movos cilindrą pasirinkome kaip fiksuotą detalę kuri simuliacijos metu nejuda. Priimame, kad cilindras ir krumpliaratis pagaminti iš plieno. Apsauginė mova yra perforatoriaus reduktoriaus dalis, o reduktorius yra sumontuotas reduktoriaus korpuse su tepalu, todėl

simuliacijos metu priimame, kad kontaktas vyks tarp plieno suteptu tepalu. Nustatome dalis kurios turi kontaktą tarpusavyje (16 pav.).



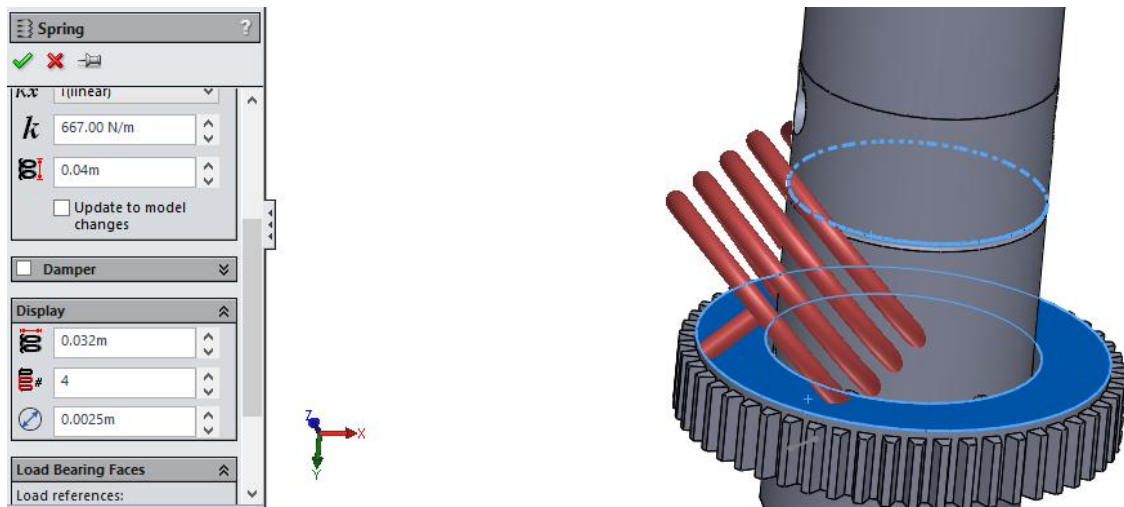
16 Pav. Kontaktų nustatymas

Apsauginės movos krumpliaratis yra sukamas kito krumpliarčio, todėl simuliacijos metu priimame, kad apsauginės movos krumpliaratis yra sukamas variklio sukamuoju judesiu. Apsisukimų greitis 1100 RPM (17 pav.).



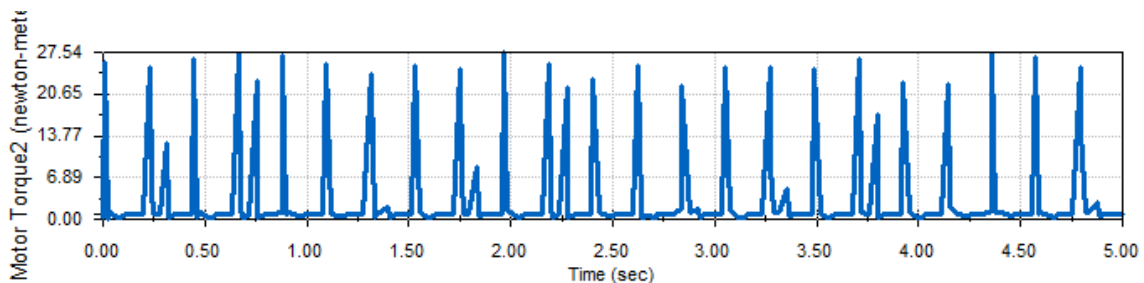
17 Pav. Sukamojo judesio nustatymas

Tiriamoji apsauginė mova veikia įveikdama spyruoklės pasipriešinimą, todėl bandymo metu nurodome, kad spyruoklė yra tarp krumpliaračio ir fiksuojančio žiedo. Spyruoklės parametrus įvedame pagal anksčiau išmatuotus matmenys ir gautą standumo koeficientą (18 pav.)



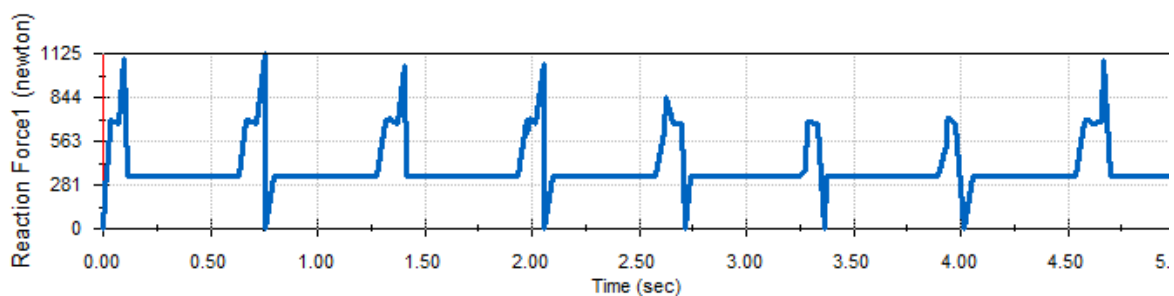
18 Pav. Spyruoklės nustatymai

Atlikus simuliaciją buvo išsiaiškinta, kad didžiausias apkrovimas veikia variklį prieš pradėdant veikti apsauginės movos mechanizmui (19 pav.). Sukimo jėga, reikalinga, kad apsauginė mova pradėtų veikti, vidutiniškai pakyla iki 24.72 Nm.



19 pav. Sukimo momentas reikalingas Gamintojo Nr. 4 movos prasukimui

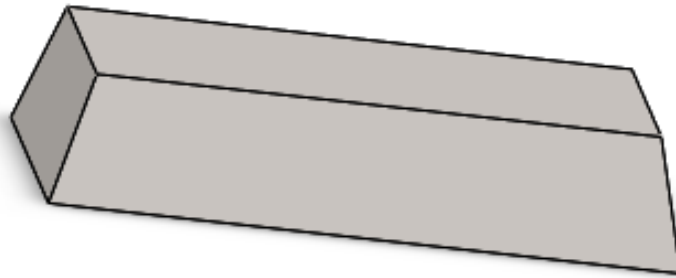
Taip pat pagal atliktus skaičiavimus buvo nustatyta smūgio jėga kuri veikia abiejų krumplių paviršius (20 pav.).



20 pav. Krumplių susidūrimo jėgos grafikas

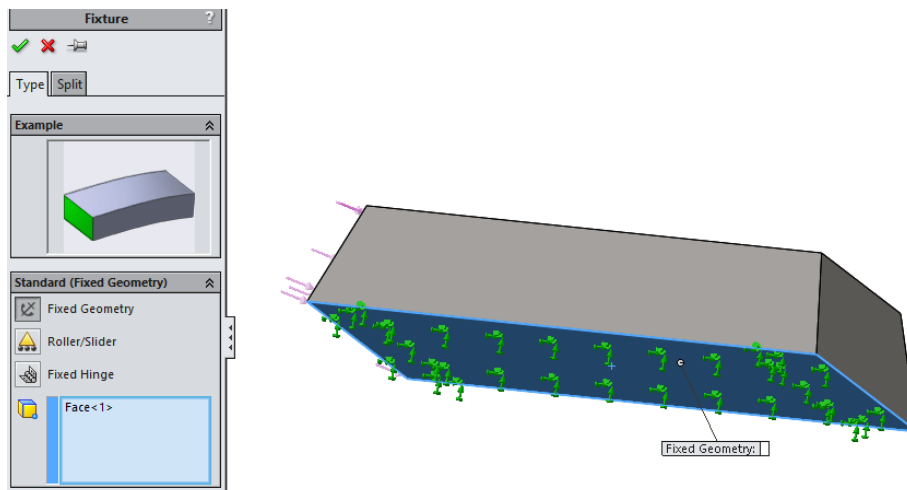
Pagal turimą susidūrimo jėgą 1125 N atliekame skaičiavimus, kurių pagalba nustatomos krumplio patiriamos deformacijos ir krumplio paviršių veikiantis spaudimas.

Skaičiavimams atlikti naudojamas supaprastintas krumplio modelis (21 pav.)



21 pav. Supaprastintas krumplio modelis

Atliekant simuliacijas nurodoma, kad krumplio apačia yra pritvirtinta ir nejuda (22 pav.)



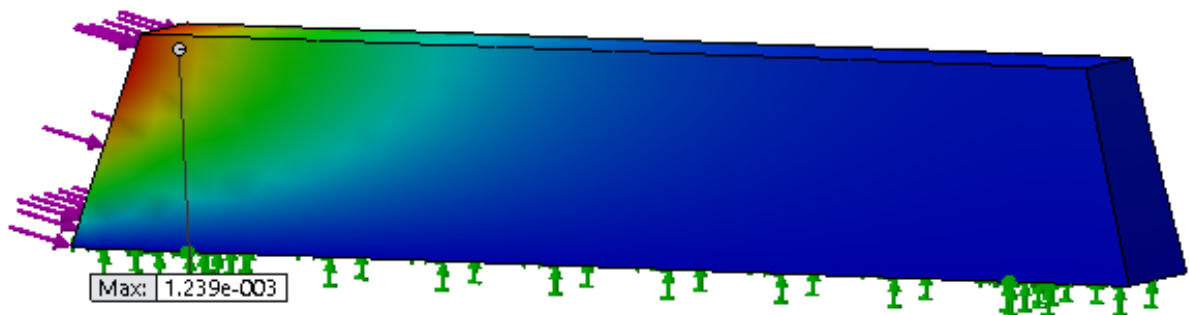
22 pav. Nejudamas paviršius

Atliekant apsauginės movos tyrimą, iširta, kad krumpliaračius, jų susidūrimo metu, veikia 1125 N jėga. Tiriant supaprastintą krumplio modelį priimame, kad ši jėga veikia krumplio paviršių (23 pav.)



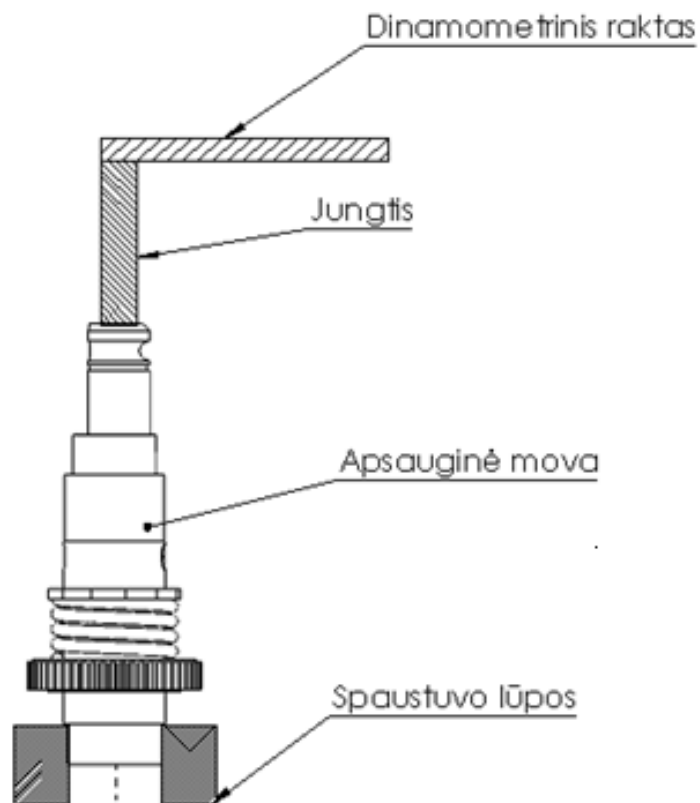
23 pav. Nustatoma jėga, kuri veikia krumplio paviršių

Simuliacijos metu nustatyta kokią deformaciją patiria krumpliaratis (0,001239 mm) (24 pav.).



24 pav. Krumpliarachio patiriamos deformacijos

Atliekant movos veikimo ir sukimo momento, reikalingo, kad mova pradėtų veikti, simuliacijas Solidworks 2014 programa galimos paklaidos, siekiant pagrįsti Solidworks 2014 programa gautus rezultatus movą buvo išbandyta įtvirtinant ją į spaustuvus ir sukant cilindą dinamometrinio rakto Stahlwille 721/15 pagalba. Bandymo schema pavaizduota 25 pav.



25 Pav. Bandyto dinamometriniu raktu schema

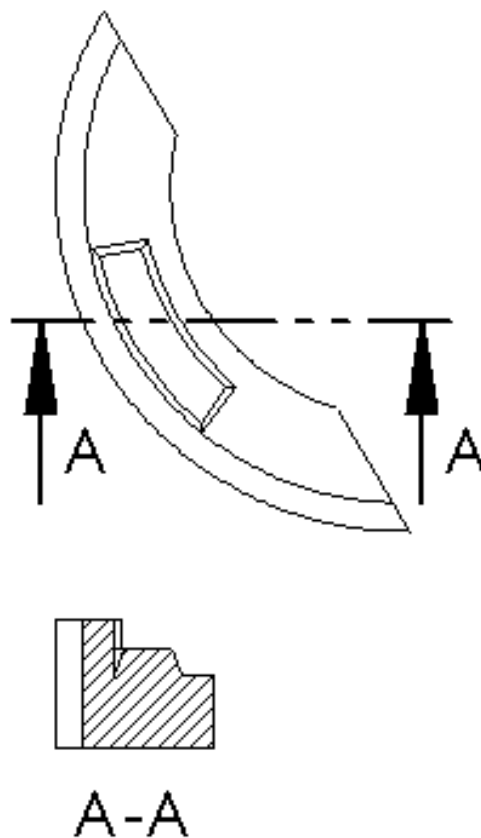
Momentas išmatuotas Stahlwille 721/15 dinamometriniu raktu yra artimas rezultatams, gautiems atliekant simuliacijas Solidworks 2014 programa. Bandyto dinamometriniu raktu gauti rezultatai svyruoja nuo 23 Nm iki 27 Nm. Realiai tikrinant ir atliekant skaičiavimus Solidworks 2014 programa matavimų duomenys gali skirtis dėl matavimų paklaidos.

4. APSAUGINĖS MOVOS MODERNIZAVIMAS

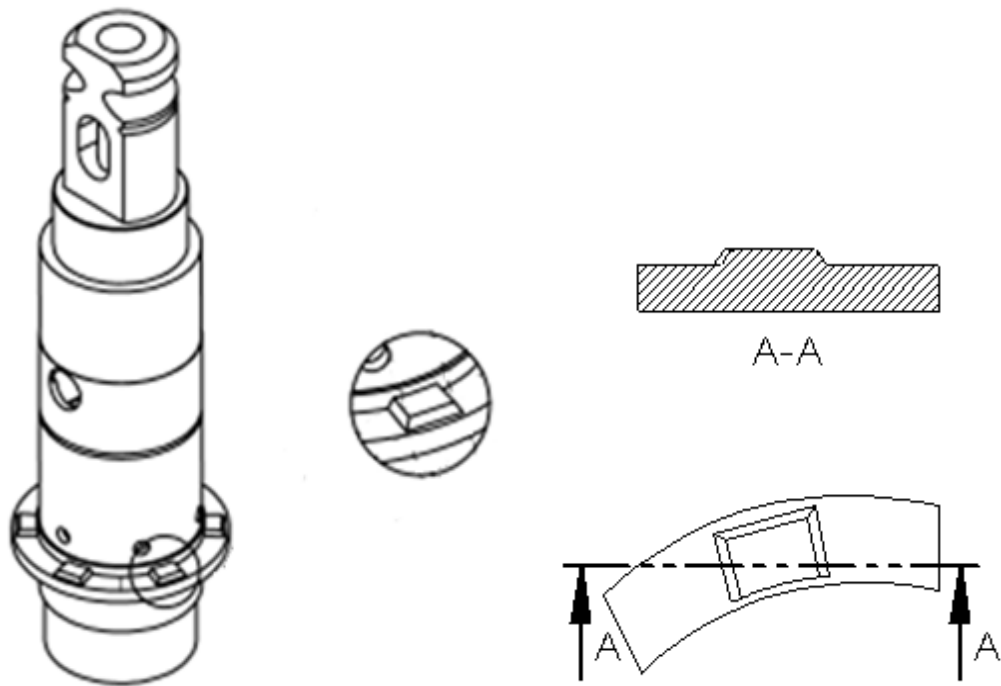
Modernizuojant apsauginę movą siekiama:

- Padaryti movos krumplius pakeičiamais, nesusiejant su kitais movos elementais;
- Padaryti naująją apsauginę movą lengvai pritaikomą į senosios movos vietą.

Tiriamosios apsauginės movos krumpliai liejami kartu su varančiuoju krumpliaraičiu (26 pav.) ir cilindru (27 pav.). Todėl susidėvėjus krumpliams tenka keisti varantįjį krumpliaratį ir cilindrą. Tokio keitimo remonto sąnaudos didelės, nes reikia pakeisti visą movą. Finansiškai tas neapsimoka, nes remonto kaštai sudaro apie 70 procentų naujo įrankio kainos.



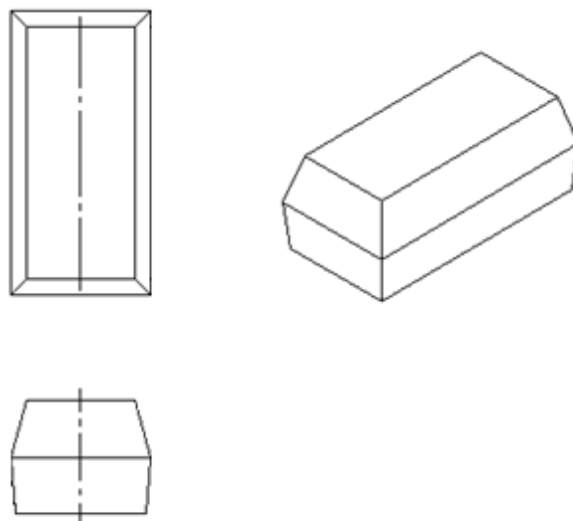
26 pav. Apsauginės movos krumpliaraičio krumplis



27 pav. Apsauginės movos cilindro krumplis

Norint padidinti jėgą, kurios reikia, kad apsauginė mova suveiktų, užtektų padidinti spyruoklės standumą arba pakeisti krumplių kampą. Bet tokiu atveju būtų išsprendžiama tik viena problema ir paliekama antroji.

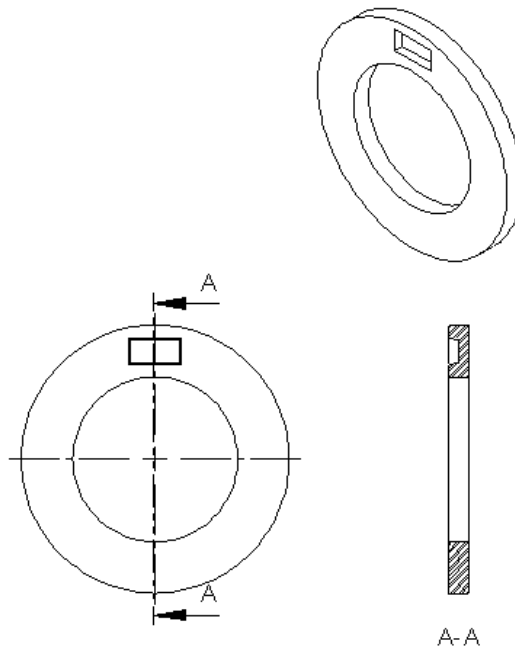
Siekiant krumplius padaryti lengvai pakeičiamais, nepriklausomai nuo visos sistemos, jie atskiriami nuo cilindro. (28 pav.)



28 pav. Krumplis

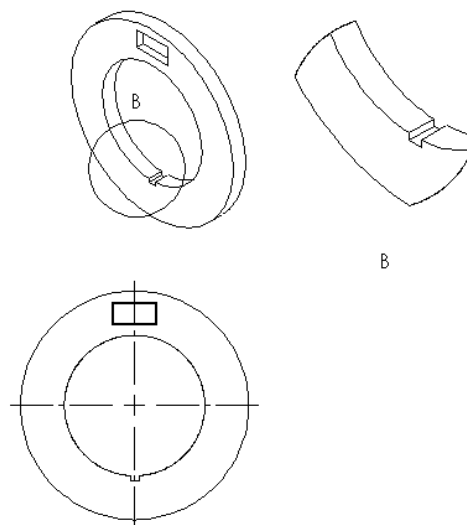
Kadangi mova turi būti pritaikoma jau esamai sistemai, tai nei varančiojo krumpliaračio, nei cilindro matmenys negali keistis. Todėl naujosios movos krumpliaratis lieką toks pats.

Siekiant atskirti cilindro krumplius nuo pačio cilindro, krumplių žiedas projektuojamas kaip atskira dalis, kuri vėliau bus tvirtinama ant cilindro fiksavimo kaiščių pagalba. Kadangi krumpliai pakeičiami, tai krumplių žiede padaromos įdubos kuriose bus tvirtinami krumpliai (29 pav.).



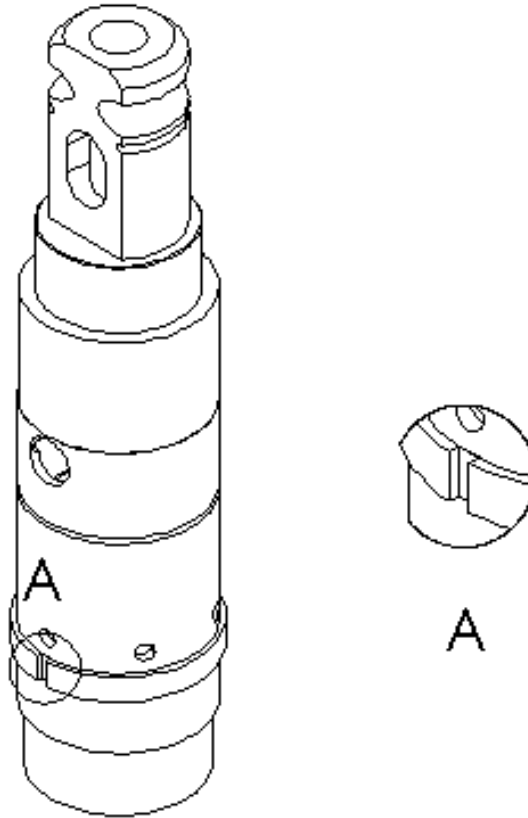
29 pav. Įdubos krumpliams.

Taip pat įvorės tvirtinimui prie cilindro padaroma įpjova, kurioje bus montuojamas fiksuojantis kaištis (30 pav.).



30 pav. Įpjova fiksuojančiam kaiščiui.

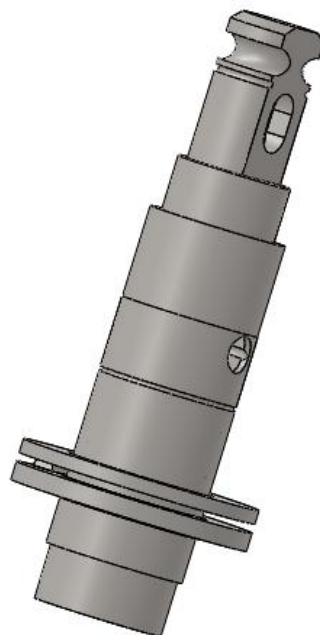
Cilindro pakeitimuose panaikinami cilindro krumpliai ir plokštuma, ant kurios jie yra. Vietoj to cilindro korpuse padaromos ertmės fiksuojančių rutulių tvirtinimui (31 pav.). Fiksuojančių rutulių paskirtis sujungti cilindrą su krumpliaraičiu, kad sukamojo judesio metu cilindras ir krumpliaratis sukėtųsi kartu.



31 pav. Cilindre esanti ertmė fiksuojančiam kaiščiui.

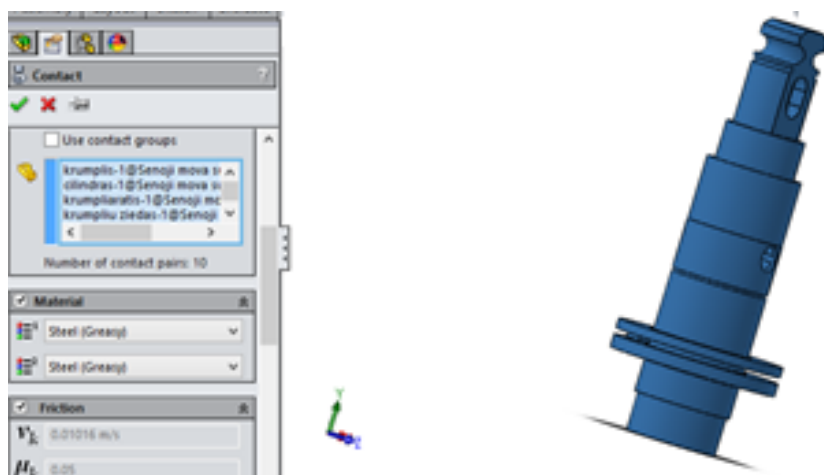
Pilnai surinktos modernizuotos apsauginės movos matmenys nesiskiria nuo senosios, todėl ją lengvai galima pritaikyti jau esamoje sistemoje.

Solidworks 2014 programoje tyrimui atlikti naudosime supaprastintą modernizuotos movos modelį (32 pav.).



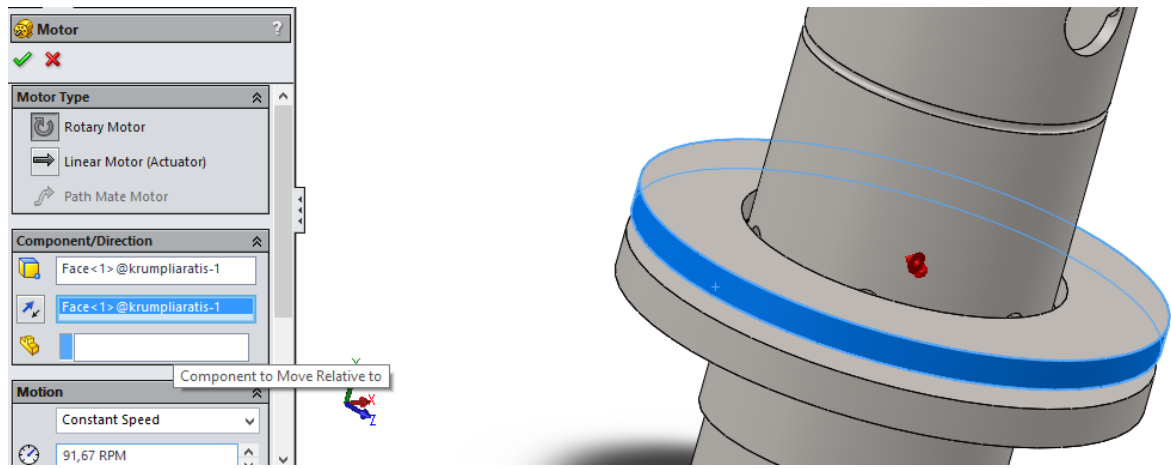
32 pav. Supaprastintas modernizuotos apsauginės movos modelis

Simuliacijos metu priimame, kad visi apsauginės movos elementai pagaminti iš paprasto anglinio plieno (plain carbon steel). Atliekant simuliacijas priimama, kad cilindras yra nejudanti apsauginės movos dalis. Nustatome tarpusavyje kontaktą turinčias detales (33 pav.). Kontakto nustatymuose nurodoma, kad kontaktą turi tepalu suteptas plienas.



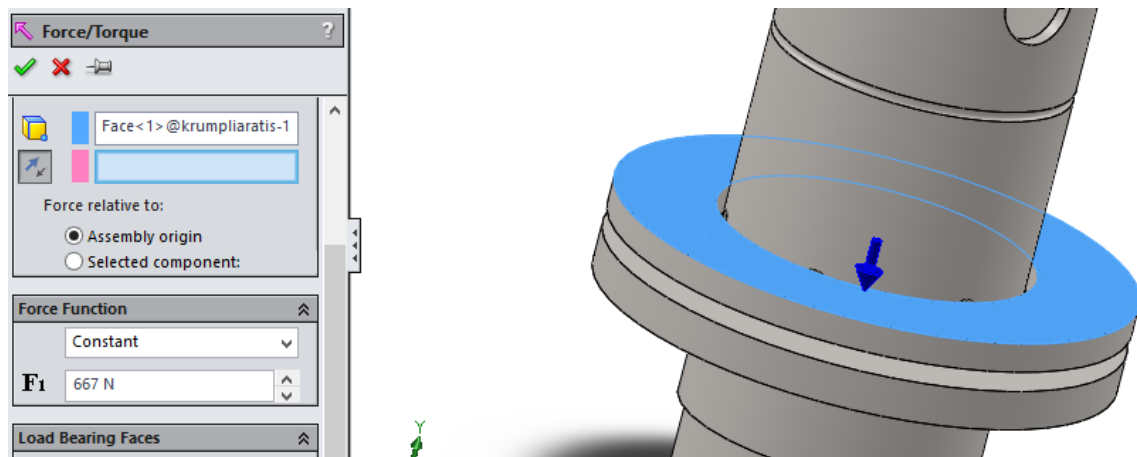
33 pav. Nustatomos tarpusavyje kontaktą turinčios detalės

Kadangi krumpliaratis yra sukamas elektros variklio, nustatome sukamąjį judesį, kuris suks krumpliaratį ratu aplink jo ašį (34 pav.)



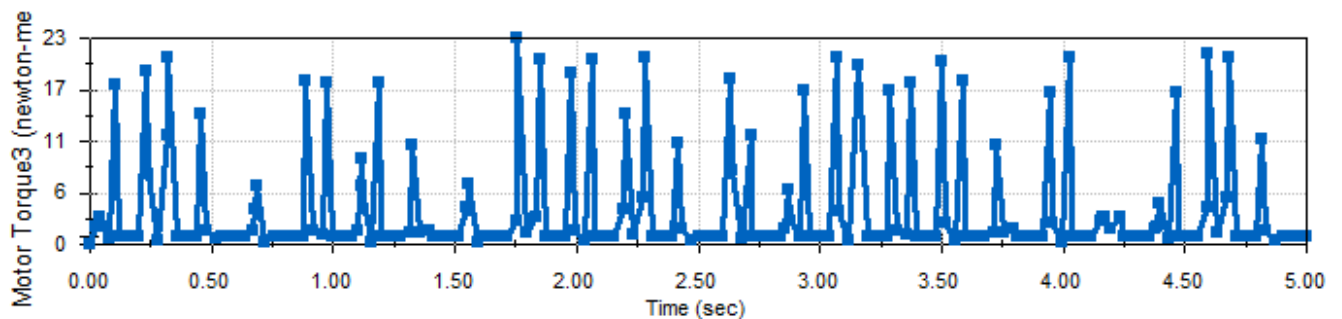
34 pav. Sukamojo judesio nustatymas.

Pagal anksčiau atliktus skaičiavimus sužinojome, kad spyruoklė spaudžia krumpliaratį 667 N jėga, todėl nustatome, kad tokia jėga spaudžiamas krumpliaratis. (35 pav.)



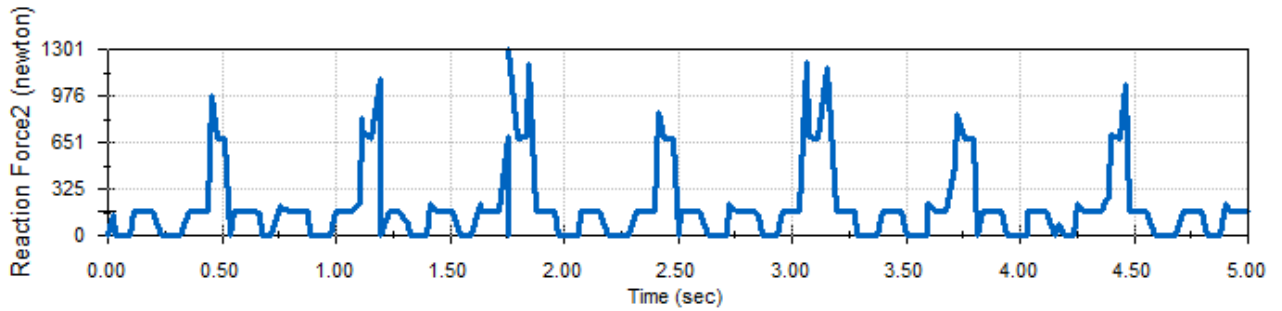
35 pav. Spyruoklės spaudimo jėgos nustatymas

Pagal Solidworks 2014 programa atliktos simuliacijos grafiką (36 pav.) matome, kad vidutinis sukimo momentas, kurio reikia, kad mova pradėtų veikti yra 21 Nm.



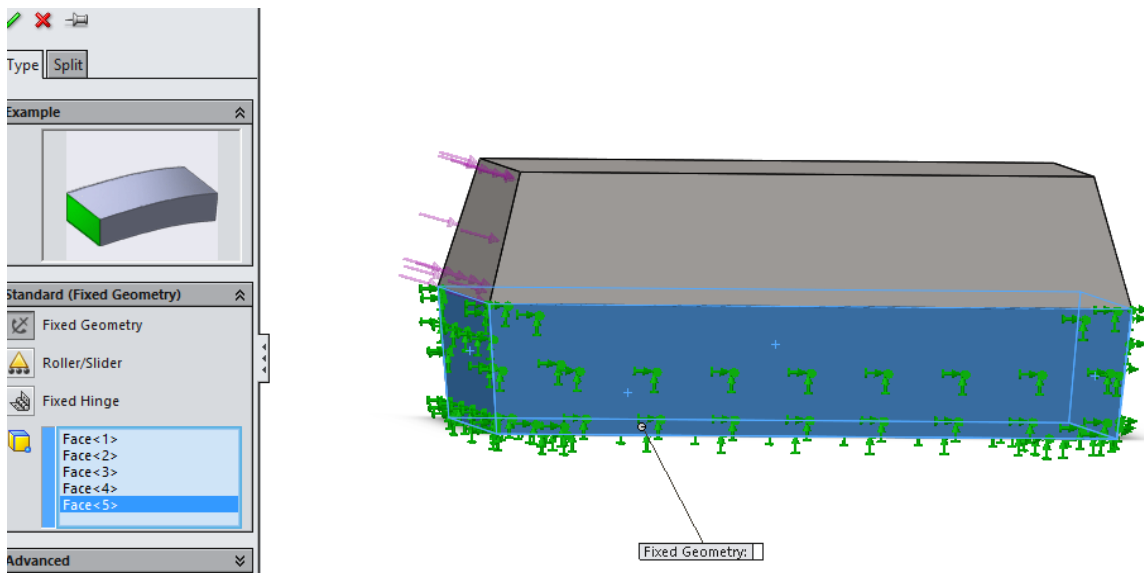
36 pav. Variklio naudojamo sukimo momento grafikas

Pagal Solidworks 2014 programa atliktos simuliacijos rezultatus nustatome jėgą, kuri veikia krumpliaračių paviršius, jų susidūrimo metu (37 pav.).



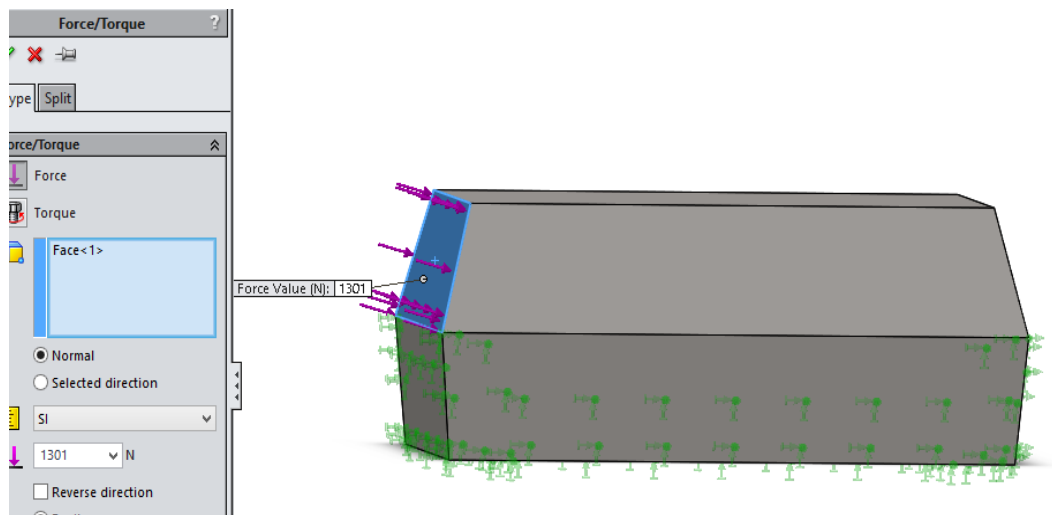
37 pav. Jėgos veikiančios susidūrimo metu grafikas

Iš aukščiau pateikto grafiko matome, kad maksimali smūgio jėga tenkanti krumpliaračiui yra 1301 N. Siekiant nustatyti ar krumpliaratis gali atlaikyti tokią smūgio jėgą, bus atliktas atskiras krumplio tyrimas. Tyrimui atlikti priimame, kad krumplis yra laikomas visomis kraštinėmis, kurios liečiasi su krumpliu žiedu (38 pav.)



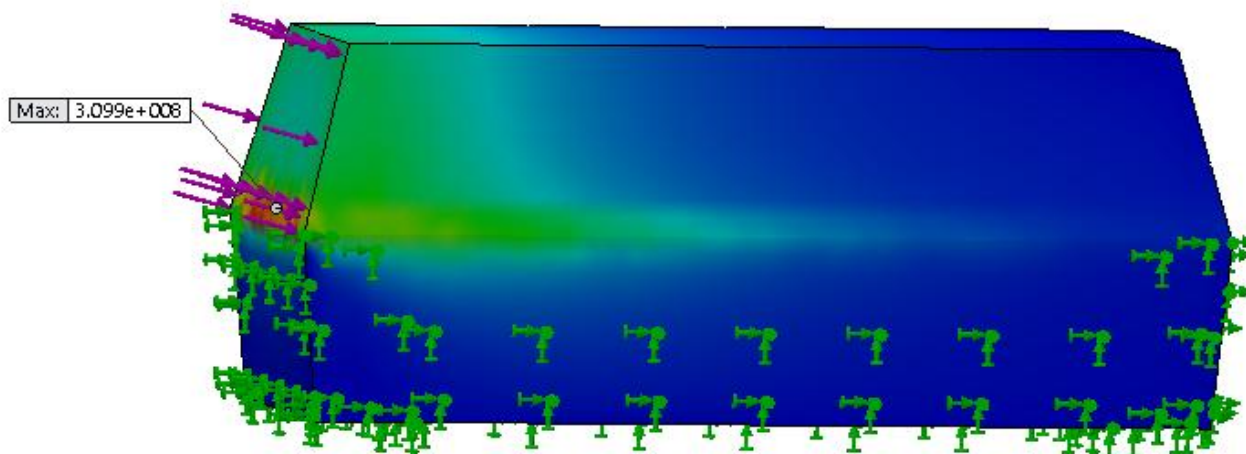
38 pav. Nejudamų kraštinių nustatymas

Kadangi krumplio vieną kraštinę veikia 1301N jėga, kai jis susiduria su kitu krumpliu, tai šia jėga apkraunama viena iš krumplio kraštinių (39 pav.)

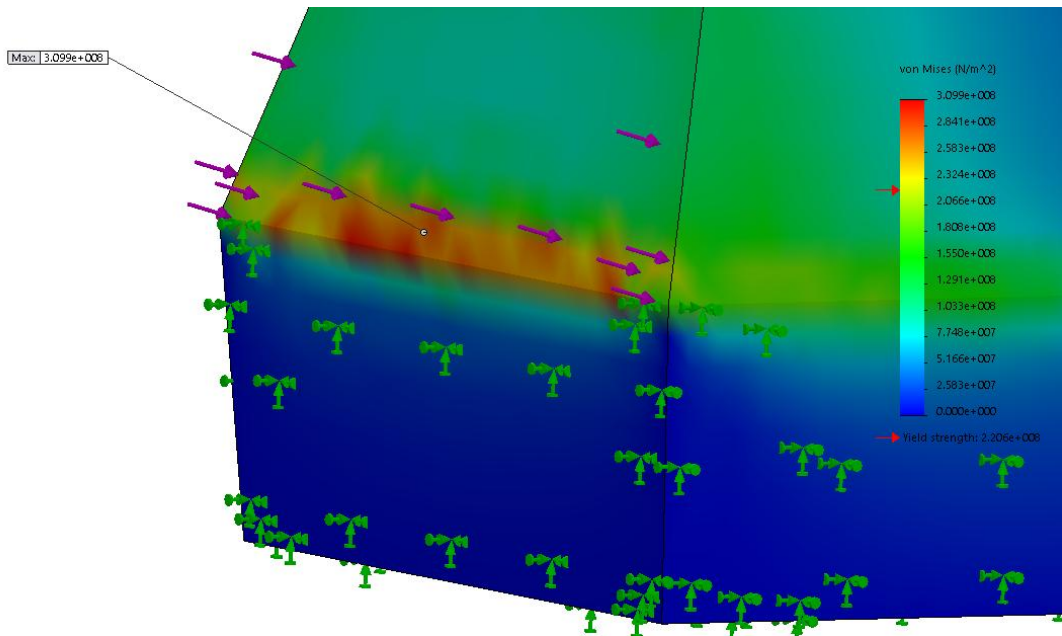


39 pav. Krumplio kraštinės apkrovimas

Atlikus skaičiavimus nustatyta, kad didžiausias krumplio patiriamas spaudimas $3,099e+008 \text{ Nm}^2$ (39 ir 40 pav.)

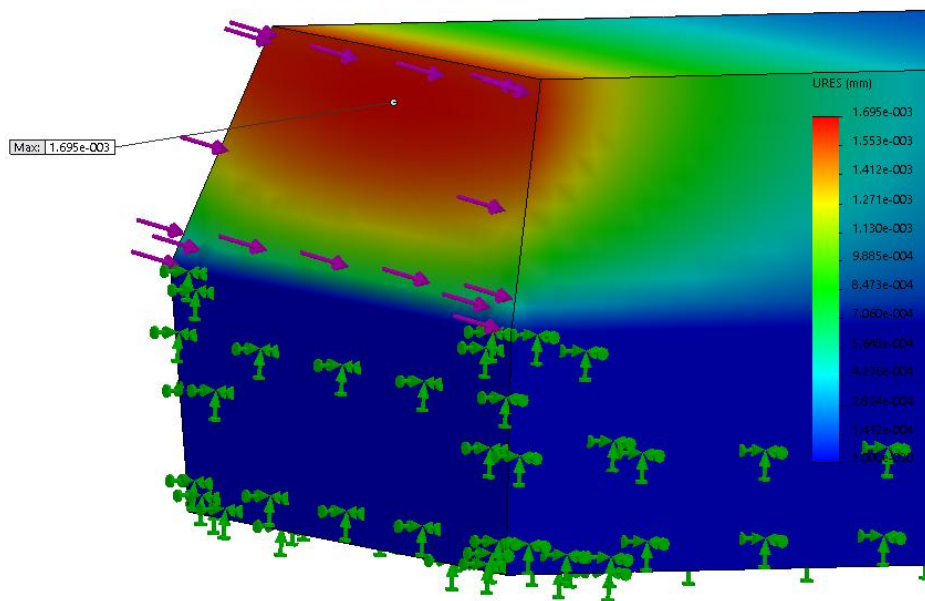


40 pav. Krumpliaračio patiriamas spaudimas



41 pav. Krumpliaračio patiriamas spaudimas

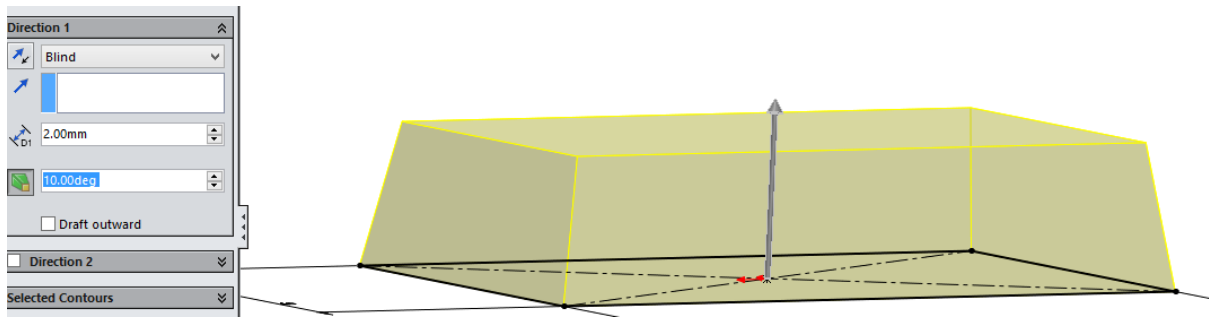
Esant tokiam spaudimui krumplio paviršius pasislenka 0,00195 mm (42 pav.).



42 pav. Krumplio paviršiaus pasislinkimas

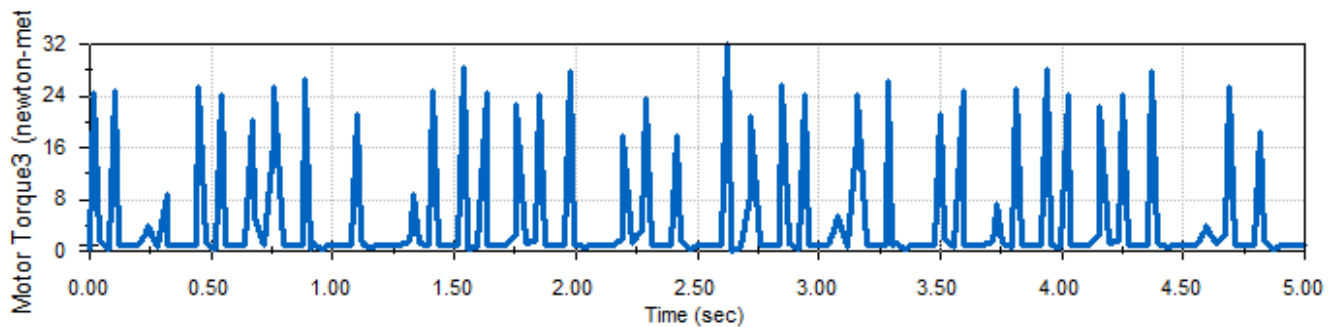
Iš tyrimo metu gautų rezultatų matome, kad modernizuotos apsauginės movos varikliui reikia 21 Nm sukimo momento, kad apsauginė mova pradėtų veikti, o senosios apsauginės movos veikimui reikia 24,72 Nm. Tai reiškia, kad modernizuota apsauginė mova yra jautresnė už senąją. Siekiant padaryti modernizuotą apsauginę movą lengvai pritaikoma esamoje sistemoje, sukimo momentai turi skirtis ne daugiau kaip 5 procentais, o šiuo metu skiriasi 17,7 procento.

Siekiant padidinti sukimo momentą reikalinga, kad apsauginė mova pradėtų veikti, padaromi statesni krumplių kampai. Vietoje 15 laipsnių, nustatomas 10 laipsnių kampas (43 pav.).



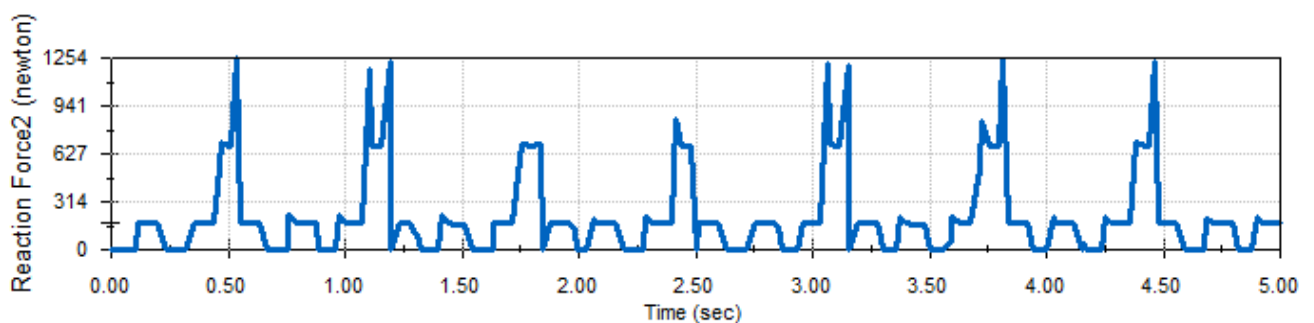
43 pav. Krumplio kampų nustatymas

Atlikus pakeitimus skaičiavimai pakartojami. Pagal gautus rezultatus matome, kad sukimo momentas reikalingas, kad apsauginė mova pradėtų veikti, pakito iki 26 Nm (42 pav.).



44 pav. Sukimo momentas, reikalingas, kad mova pradėtų veikti.

Smūgio jėga, kuri veikia krumpliaračio paviršių susidūrimo metu pakilo iki 1254 N (45 pav.).

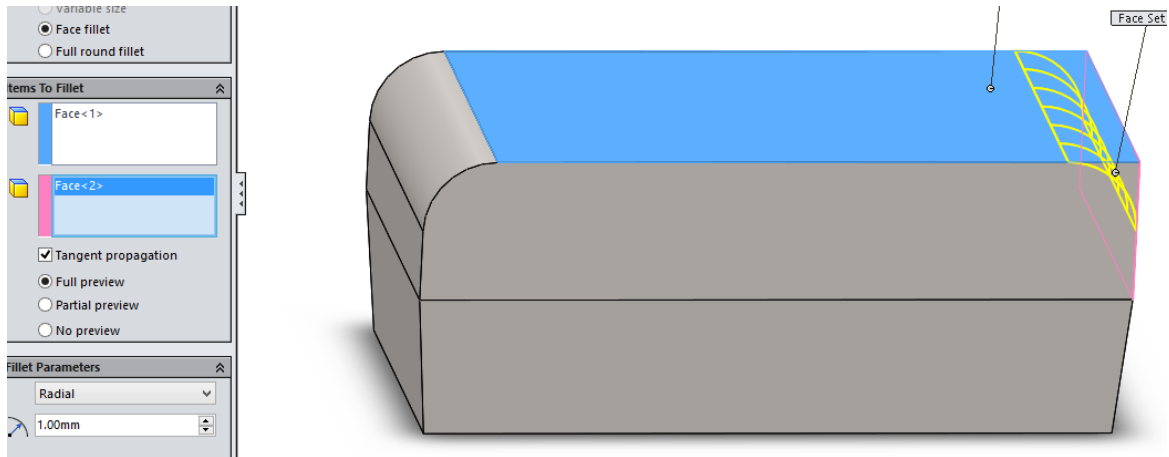


45 pav. Smūgio jėgos, tenkančios krumpliui, grafikas.

Atlikus apsauginės movos su pakeistu krumplio kampu skaičiavimus išsiaiškinta, kad momentas, reikalingas, kad modernizuota apsauginė mova pradėtų veikti, yra apie 26

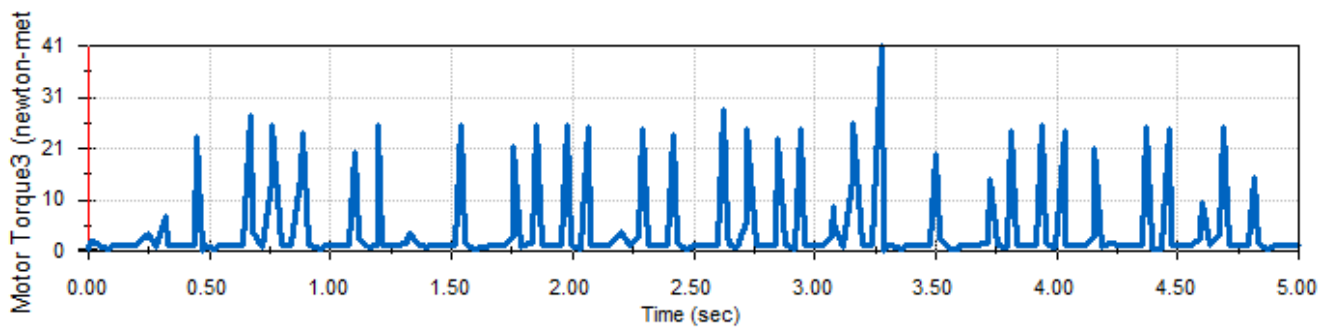
Nm. Skirtumas tarp senosios ir modernizuotos apsauginių movų sukimo momentų 4,92 procentai. Modernizuotą apsauginę movą galima taikyti esamoje sistemoje.

Pagal anksčiau atliktus tyrimus išsiaiškinta, kad didžiausią poslinkį patiria krumplio viršutinė dalis, o tai sąlygoja krumplio nusidėvėjimą. Siekiant to išvengti, krumplio forma keičiama į apvalų. Krumplio kampas iš smailaus perdaromas į kampą su 1 mm užapvalinimu (46 pav.).



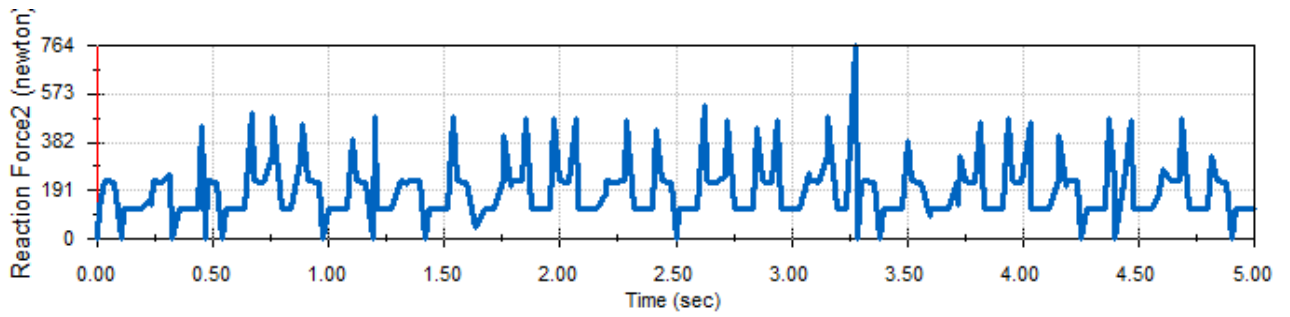
46 pav. Kampo užapvalinimo nustatymas

Atliekant šiuos skaičiavimus varančiojo krumpliaračio kampai paliekami smailūs. Skaičiavimai pakartojami ir pagal gautus rezultatus matome, kad sukimo momentas reikalingas, kad apsauginė mova pradėtų veikti yra 25 Nm (47 pav.).



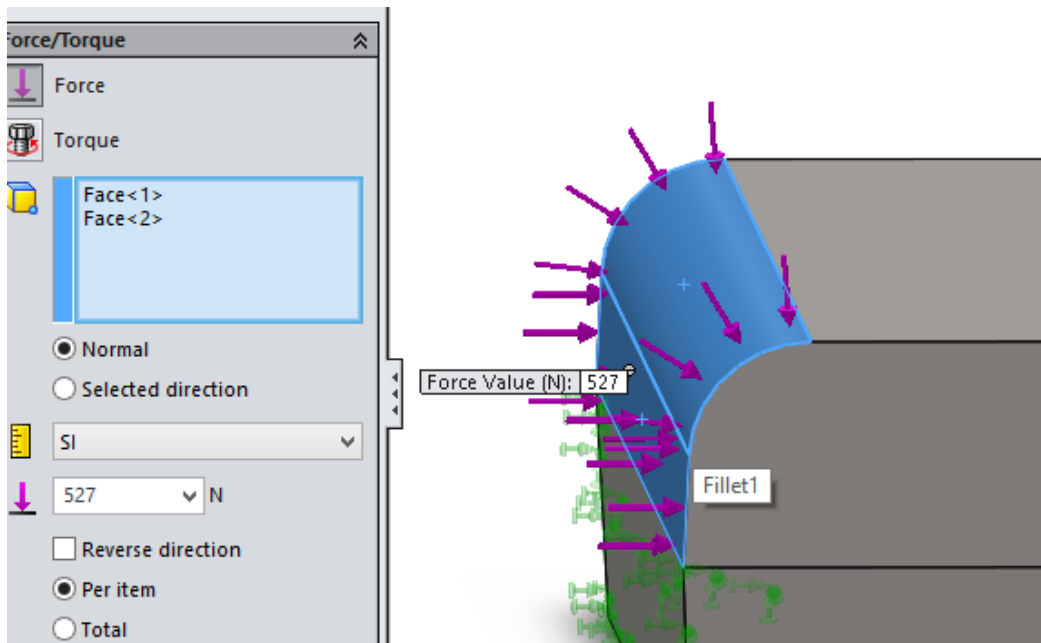
47 pav. Sukimo momento grafikas

Taip pat, pagal atliktus skaičiavimus, matome, kad smūgio jėga, kuri veikia krumpliaračius sumažėjo iki 527 N (48 pav.).



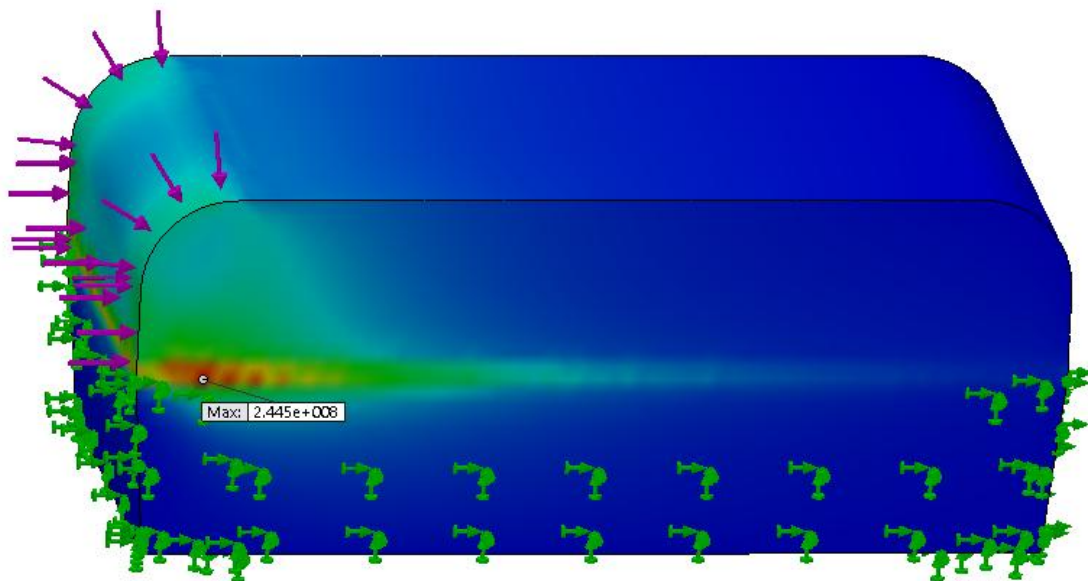
48 pav. Smūgio jėgos grafikas

Pagal gautus rezultatus atliekamas krumplio kaip atskiro elemento tyrimas. Nustatoma, kad krumpliaraičio kraštinės veikia 527 N spaudimo jėga (49 pav.)



49 pav. Jėgos nustatymas

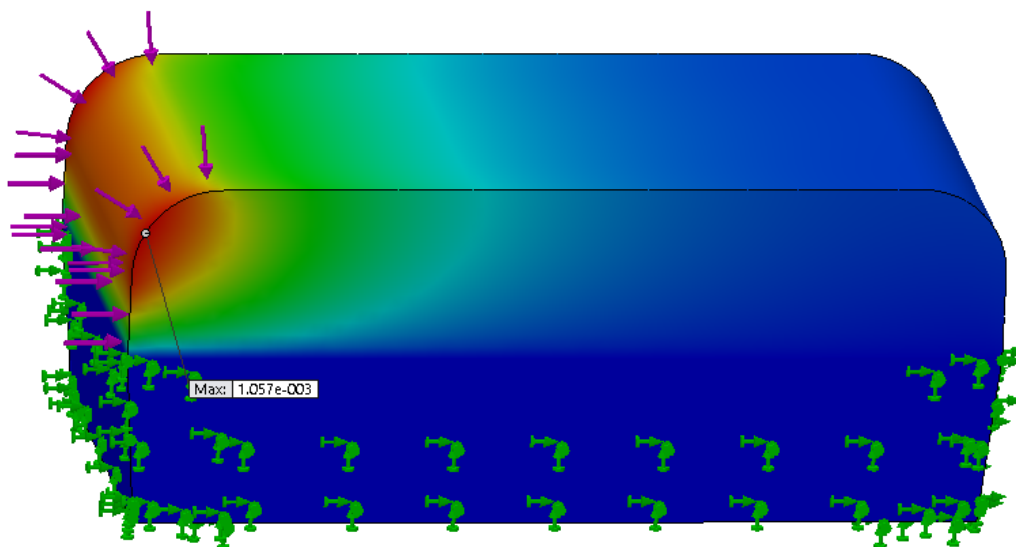
Pagal atliktus skaičiavimus nustatyta, kad didžiausias spaudimas veikiantis krumplio paviršių yra $2,445e+008 \text{ Nm}^2$ (50 pav.).



50 pav. Maksimalus spaudimas tenkantis paviršiui.

Senosios perforatoriaus apsauginės movos krumpliui tenkantis spaudimas $3,099e+008 \text{ Nm}^2$, tai reiškia, kad modernizuotos apsauginės movos su užapvalintu krumpliu spaudimas 22,86 procento mažesnis.

Pagal atliktus skaičiavimus gautas ir krumplio kraštinės pasislinkimas $0,001057 \text{ mm}$ (51 pav.).

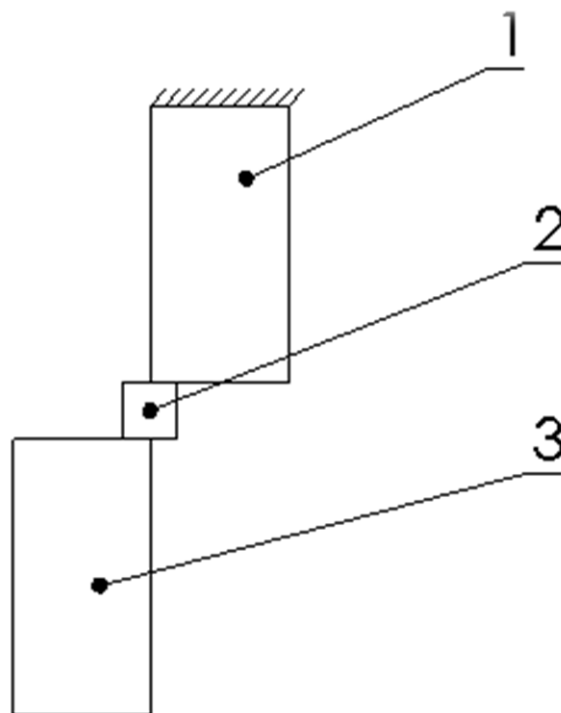


51 pav. Krumplio kraštinės pasislinkimas

Pagal anksčiau atliktų tyrimų duomenis, senosios perforatoriaus apsauginės movos kraštinės pasislinkimas 0,00195 mm, tai reiškia, kad modernizuotos apsauginės movos pasislinkimas yra 84,48 procentais mažesnis.

Sprendžiant pagal mažesnius įtempius, kurie veikia krumplio kraštines, ir pagal mažesnes krumplio kraštinių deformacijas, modernizuotos apsauginės movos tarnavimo resursai ilgesni.

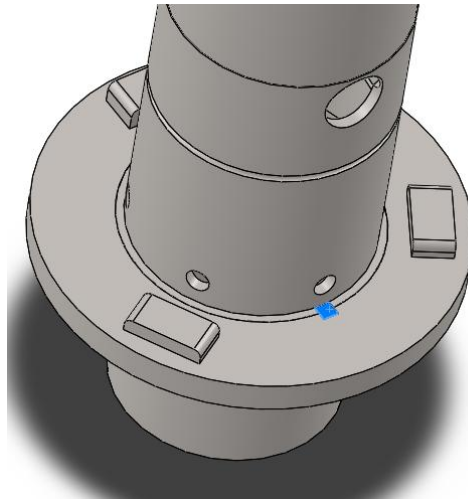
Modernizuojant movą jos krumplių žiedas atskiriamas nuo cilindro. Krumplių žiedas užmaunamas ant cilindro išorės. Krumplių žiedo paskirtis laikyti krumplius ir perduoti sukamąjį judesį cilindru, todėl tiesiog užmovus krumplių žiedą ant cilindro ir cilindru gaunant pasipriešinimą, sukamasis judesys nebūtų perduodamas, nes krumplių žiedas sukėtųsi aplink cilindrą. Sukamojo judesio perdavimui tarp krumplių žiedo ir cilindro naudojami keturi fiksuojantys kaiščiai. Prieš suveikiant apsauginės movos mechanizmui krumplį veikia 527 N jėga, todėl priimama, kad tokia pati jėga veiks ir kaiščius. Kadangi kaiščiai yra keturi, tai priimame, kad juos veikiantis krūvis pasidalins lygiomis dalimis (131,75 N). Atliekant tyrimą Solidworks 2014 programos aplinkoje tiriamas vienas kaištis. Kaištis įstatomas tarp dviejų plokštumų, iš kurių pirmoji fiksuojama nejudamai (1), trečioji plokštuma juda spausdama kaištį Nr. 2 131,75 N jėga (52 pav.).



52 pav. Fiksuojančio kaiščio kirtimo bandymas:

1 – Plokštė, 2 – Kaištis, 3 – Plokštė.

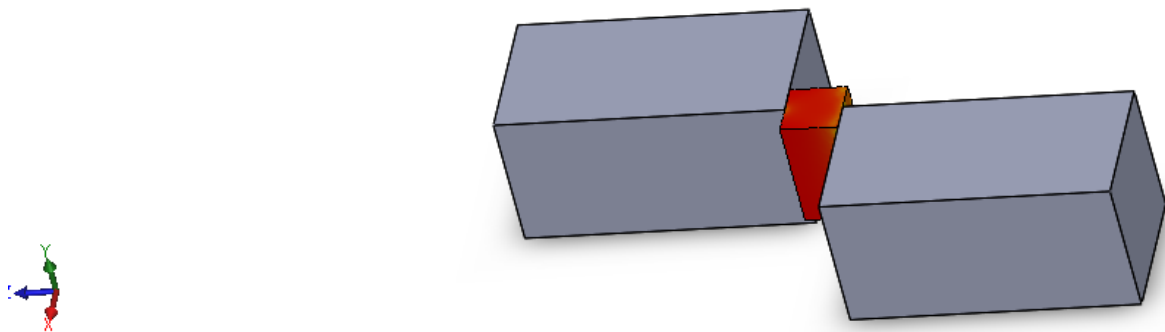
Fiksuojantis kaištis įdedamas į jam skirtą angą cilindre ir ant cilindro užmaunamas krumplių žiedas. Fiksuojantis kaištis, lygiomis dalimis, patalpinamas cilindro ir krumplių žiedo įpjovose (53 pav.).



53 pav. Spaudimo jėgos nustatymas

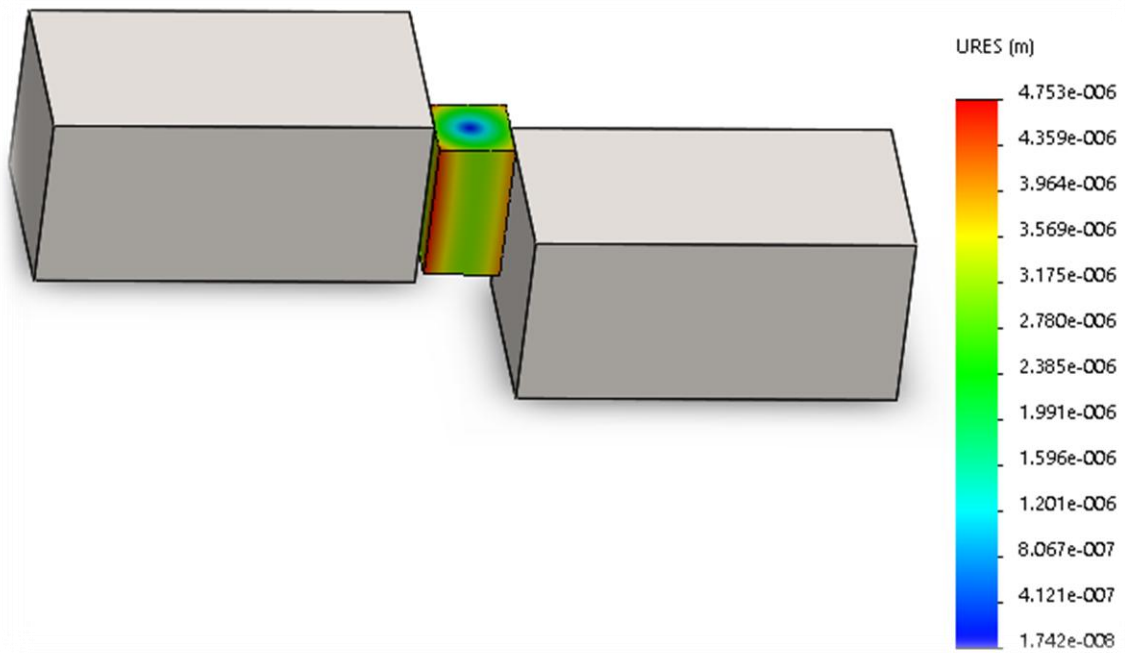
Atliekant bandymą Solidworks 2014 programa naudojamas supaprastintas modelis, imituojantis detalės kirtimą. Pagal atliktų skaičiavimų rezultatus matome, kad 131,75 N jėga spaudžiamo fiksuojančio kaiščio atsargos koeficientas 2,1 (54 pav.).

Model name: Assem1
Study name: Motion Study 1(-Default-)
Plot type: Factor of Safety Factor of Safety2
Criterion : Automatic
Factor of safety distribution: Min FOS = 2.1
Plot step: 1 time : 2.5 Seconds



54 pav. Atsargos koeficiento skaičiavimas

Remiantis Solidworks 2014 programa atliktais skaičiavimais, matome, kad fiksuojančio kaiščio deformacija, susidūrimo metu, 0,00475 mm (55 pav.).



55 pav. Fiksuojančio kaiščio paviršiaus deformacija

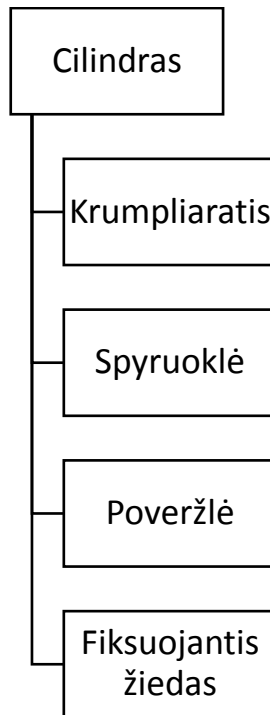
Remiantis atliktais skaičiavimais priimame, kad kaitis atlaikys jam tenkančias apkrovas, nes jo atsargos koeficientas 2,1.

Modernizuojant movą pasikeitė ir movoje esančių elementų skaičius. Senąją movą sudarė 5 elementai, o modernizuotą apsauginę movą sudaro 15 elementų (lentelė Nr. 14).

5.1 Lentelė. movų elementų skaičius

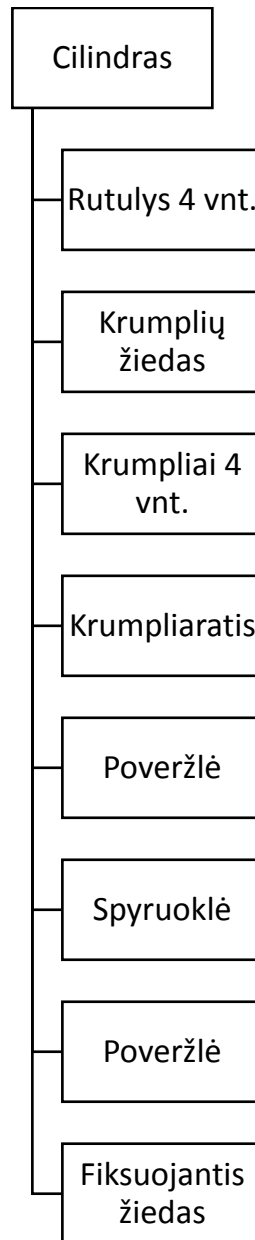
Senoji mova			Modernizuota mova		
Eilės Nr.	Pavadinimas	Kiekis	Eilės Nr.	Pavadinimas	Kiekis
1	Cilindras	1	1	Cilindras	1
2	Krumpliaratis	1	2	Krumplių žiedas	1
3	Spyruoklė	1	3	Fiksuojantis kaištis	4
4	Poveržlė	1	4	Krumplis	4
5	Fiksuojantis žiedas	1	5	Krumpliaratis	1
			6	Poveržlė	1
			7	Spyruoklė	1
			8	Poveržlė	1
			9	Fiksuojantis žiedas	1
Viso elementų:		5	Viso elementų:		15

Pagal lentelės Nr. 8 duomenys matome, kad senoji mova turėjo 5 elementus, o modernizuota mova turi tris kartus daugiau elementų – 15. Movos sudėtinių elementų kiekio didinimas daro movą pigiau eksploatuojama, nes reikalui esant galima keisti atskirus movos elementus, o ne visą movą. Didesnis movos elementų skaičius padaro movą sunkiau surenkamą. Paveikslėlyje Nr. 57 matome senosios movos elementų sudėjimo tvarką:



57 pav. Senosios movos elementų surinkimo eiliškumas

Kadangi modernizuota mova turi daugiau elementų, tai jos surinkimo procesas yra sudėtingesnis ir ilgesnis. Įvorių žiedą su cilindru laikantys rutuliai reikalauja atsargaus ir kruopštaus sudėjimo į jiems skirtas ertmes, esančias cilindro korpuse. Taip pat įvorių žiedą reikia uždėti neišstumiant fiksuojančių rutulių – rutuliai turi likti cilindro korpuse ir papulti į įvorių žiedo ertmes skirtas rutuliams. Jeigu rutuliai nepapuls į jiems skirtas vietas ir iškris, tai mova suksis praktiškai be apkrovimo, nes niekas nefiksuos įvorių žiedo su cilindru. Sudėtingesnio surinkimo reikalauja ir įvorės kurios pakeitė krumplius, nes jas reikia pataikyti į įdubas esančias įvorių žiede ir neišstumti įvorių iš savo vietų dedant krumpliaratį. Krumpliaratis ant cilindro turi būti užmaunamas taip, kad įvorės papultų į joms skirtas ertmes krumpliaratyje. Modernizuotos movos elementų surinkimo eiliškumas matomas 58 paveikslėlyje.



58 pav. Modernizuotos movos elementų surinkimo eiliškumas

Solidworks 2014 programa darytų tyrimų pagalba nustatė, kad sukimo momentas reikalingas, kad tiriamoji apsauginė mova pradėtų veikti yra 24,72 Nm, o sukimo momentas, reikalingas, kad pradėtų veikti modernizuota apsauginė mova 25 Nm. Tarp jų 1,12 procentų skirtumas. Modernizuotoje movoje, maksimali smūgio jėga tenkanti krumpliui yra 527 N, o tiriamajai apsauginei movai 1125 N. Šių jėgų skirtumas 14,69 procento. Toks smūgio jėgų skirtumas susidaro dėl padidėjusio kontakto ploto. Mažesnė smūgio jėga lemia mažesnes krumplio paviršiaus deformacijas, o tai lėtina krumplio dėvėjimąsi.

Išvados

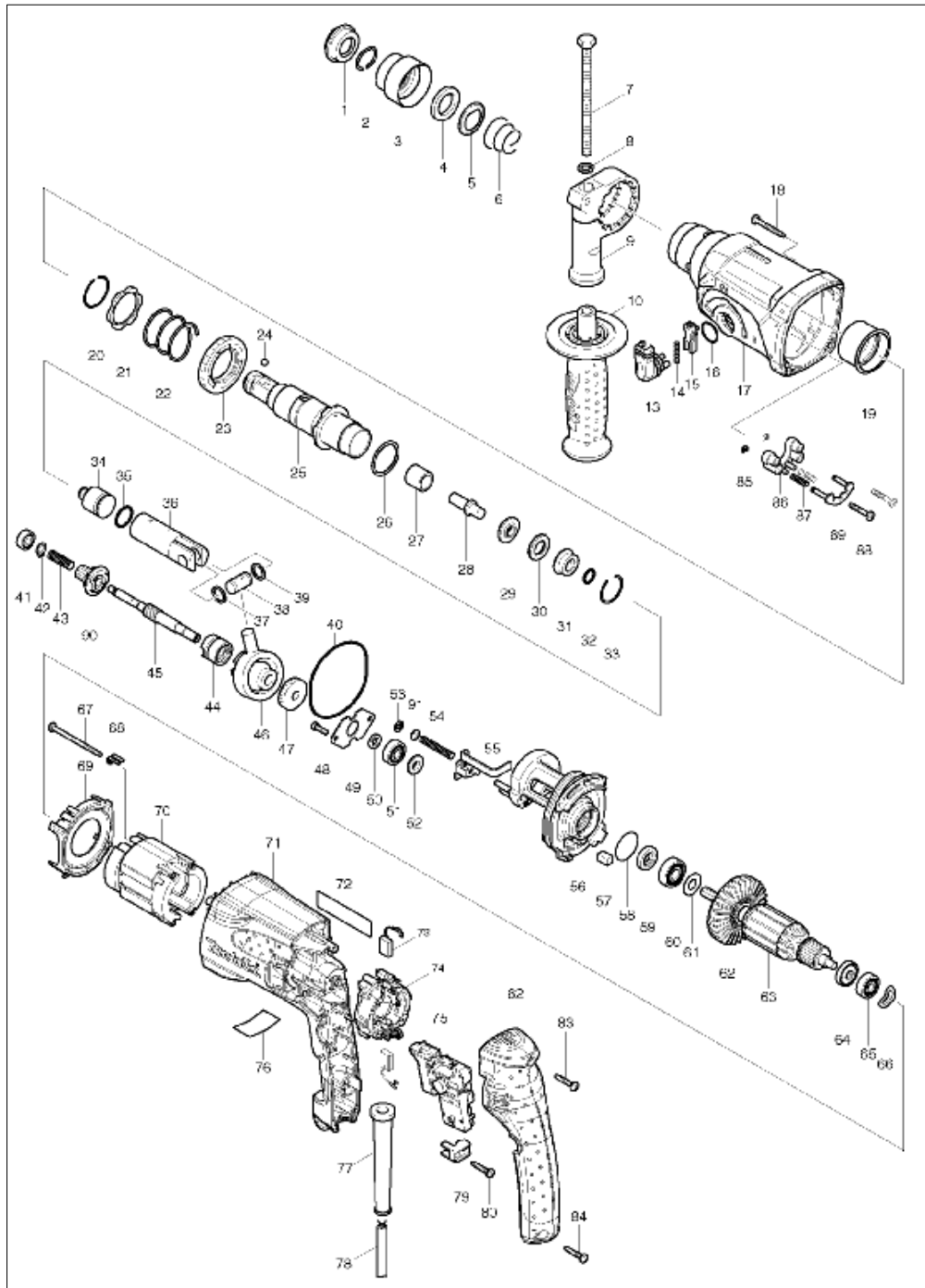
1. Darbe atliktas keturių panašaus tipo perforatorių apsauginių movų palyginimas pagal maksimalų leistiną skylės gręžimo skersmenį betone, perforatoriaus kainą, movos elementų ir apsauginės movos pakeitimo kainą. Pagal šiuos duomenys gamintojo Nr. 4 mova buvo nustatyta kaip silpniausia – santykis 2,18 mm/1000 aps.
2. Nustatytas tiriamosios movos spyruoklės standumo koeficientas 333. Remiantis apskaičiuotu standumo koeficientu spyruoklė spaudžia krumpliaratį 6,67 Kg arba 667 N jėga.
3. Nustatytas vidutinis sukimo momentas, reikalingas, kad tiriamoji apsauginė mova pradėtų veikti – 24,72 Nm.
4. Tiriamosios apsauginės movos krumpliai atskirti nuo krumplio žiedo – taip šie elementai gali būti keičiami atskirai.
5. Gabaritiniai modernizuotos movos matmenys išliko tokie patys kaip ir senosios, todėl modernizuota mova pritaikoma prie kitų perforatoriaus mechanizmo elementų.
6. Nustatytas sukimo momentas, kurio reikia, kad modernizuota mova pradėtų veikti 25 Nm.
7. Pakeitus krumplių formą paviršiaus patiriama deformacija sumažinta nuo 1125 N (senoji apsauginė mova) iki 527 N (modernizuota apsauginė mova).
8. Remiantis mažesne krumplio deformacija, 0,001239 mm senoji mova ir 0,001057 mm modernizuota mova, apsauginės movos tarnavimo resursai pailgės 14,69 procento.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. <http://services.milwaukeetool.co.uk/materiel.asp?zzz=> [Interaktyvi nuoroda. 2015.04.06]
2. <http://eginalas.lt/lt/prekiu-katalogas/perforatorius-ph-28-x/i1335.html> [Interaktyvi nuoroda. 2015.04.12]
3. http://www.mtmc.co.uk/BOSCH-GBH-2-26-DFR-/-0611254741-Spare-Parts__p-49445.aspx [Interaktyvi nuoroda. 2015.04.20]
4. <http://www.elremta.lt/lt/sds+-perforatoriai/bosch-gbh-2-26-dfr-professional.html> [Interaktyvi nuoroda. 2015.05.02]
5. http://www.toolspareparts.com.au/shop_image/category/00657001.pdf [Interaktyvi nuoroda. 2015.05.05]
6. <http://www.stokker.lt/p:2226275/elektriniai-irankiai/greztuvai-suktuvai/elektriniai-kujai/perforatorius-khe-2851-su-papildomu-griebtuvu> [Interaktyvi nuoroda. 2015.05.06]
7. <http://www.powertoolspares.com/tool/makita/spares-and-accessories-for-hr2470/hr2470/spares/> [Interaktyvi nuoroda. 2015.05.06]
8. http://www.rankis.lt/lt?com=products&id=1159&makita_Perforatorius_HR2470FT [Interaktyvi nuoroda. 2015.05.07]
9. <http://www.fizika.ktu.lt/melbpdf/Spyruoklines%20svyruokles%20svyravimu%20tyrimas.pdf> [Interaktyvi nuoroda. 2015.05.10]
10. <http://eginalas.lt/lt/prekiu-katalogas/perforatorius-ph-28/i1333.html> [Interaktyvi nuoroda. 2015.07.14]
11. <http://www.elremta.lt/lt/sds+-perforatoriai/bosch-gbh-2-26-dfr-professional.html?keyword=GBH+2-26+DFR> [Interaktyvi nuoroda. 2015.08.20]
12. <http://www.powertools-aftersaleservice.com/public/> [Interaktyvi nuoroda. 2015.08.21]
13. <https://www.stokker.lt/> [Interaktyvi nuoroda. 2015.09.02]
14. http://irankiucentras.lt/perforatorius_hr2470ft_sds_makita?keyword=hr247#.VnVD3PmLQdU [Interaktyvi nuoroda. 2015.09.04]

PRIEDAI

Nr. 1 Gamintojo Nr. 4 perforatoriaus išskleistinė	44 psl.
Nr. 2 Cilindro brėžinys	45 psl.
Nr. 3 Krumplių žiedo brėžinys	46 psl.
Nr. 4 Krumplio brėžinys	47 psl.
Nr. 5 Krumpliaracio brėžinys	48 psl.
Nr. 6 Kaiščio brėžinys	49 psl.
Nr. 7 Surinkimo brėžinys	50 psl.



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS

Tvirtinu:

Gamybos inžinerijos

(parašas, data)

katedros vedėjas

(vardas, pavardė)

Magistrantūros studijų baigiamojo darbo užduotis

Studijų programa GAMYBOS INŽINERIJA

Magistrantūros studijų, kurias baigus įgyjamas magistro kvalifikacinis laipsnis, baigiamasis darbas yra mokslinio tiriamojo ar taikomojo pobūdžio darbas (projektas), kuriam atlikti ir apginti skiriama 30 kreditų. Šiuo darbu studentas turi parodyti, kad yra pagilinęs ir papildęs pagrindinėse studijose įgytas žinias, yra įgijęs pakankamai gebėjimų formuluoti ir spręsti aktualią problemą, turėdamas ribotą ir (arba) prieštaringą informaciją, savarankiškai atlikti mokslinius ar taikomuosius tyrimus ir tinkamai interpretuoti duomenis. Baigiamuoju darbu bei jo gynimu studentas turi parodyti savo kūrybingumą, gebėjimą taikyti fundamentines mokslo žinias, socialinės bei komercinės aplinkos, teisės aktų ir finansinių galimybių išmanymą, informacijos šaltinių paieškos ir kvalifikuotos jų analizės įgūdžius, skaičiuojamųjų metodų ir specializuotos programinės įrangos bei bendrosios paskirties informacinių technologijų naudojimo įgūdžius, taisyklingos kalbos vartosenos įgūdžius, gebėjimą tinkamai formuluoti išvadas.

1. Darbo tema Perforatoriaus apsauginės movos modernizavimas.

Patvirtinta 2015 m. gruodžio mėn. 11 d. dekanų įsakymu ST17-F11-15

2. Darbo tikslas: Modernizuoti rankinio perforatoriaus apsauginę movą siekiant padidinti jos ilgaamžiškumą ir supaprastinti taisymą

3. Darbo struktūra: Rankinių įrankių apsauginių movų veikimo principų, konstrukcijų apžvalga ir analizė. Modernizuotinos apsauginės movos konstrukcijos ir funkcinių savybių analizė, modernizavimo galimybių ir būdų paieška. Modernizuotinos apsauginės movos kompiuterinio geometrinio modelio sukūrimas ir skaitinis modeliavimas. Modernizuotos

apsauginės movos kompiuterinio geometrinio modelio sukūrimas ir funkciškumo patikrinimas skaičiuojamaisiais metodais. Išvados

4. Reikalavimai ir sąlygos: Privaloma nustatyti tiriamosios perforatoriaus apsauginės movos matmenys. Tiriamosios apsauginės movos krumplių susidūrimo jėgą pradedant movai veikti. Sukimo momentą, reikalinga, kad apsauginė mova pradėtų veikti. Pritaikyti modernizuotą apsauginę movą esamai sistemai (turi sutapti gabaritiniai senosios ir modernizuotos movos matmenys). Palyginti senąją ir modernizuotą movas pagal gautus skaičiavimo rezultatus.

4.1. Išanalizuoti ne mažiau, kaip 4 modernizuotinos apsauginės movos analogus;

4.2. Modernizuoti apsauginę movą taip, kad jos ilgaamžiškumas padidėtų ne mažiau, kaip 10 %, kad būtų galima nesunkiai pakeisti greičiausiai sudylančias dalis ir kad diegiant patobulintą konstrukciją nereikėtų keisti kitų įrankio dalių.

5. Darbo pateikimo terminas 2015 m. Gruodžio mėn. 21 d.

6. Ši užduotis yra neatskiriama baigiamojo darbo dalis

Išduota studentui Andriui Ramoškai

Užduotį gavau Andrius Ramoška

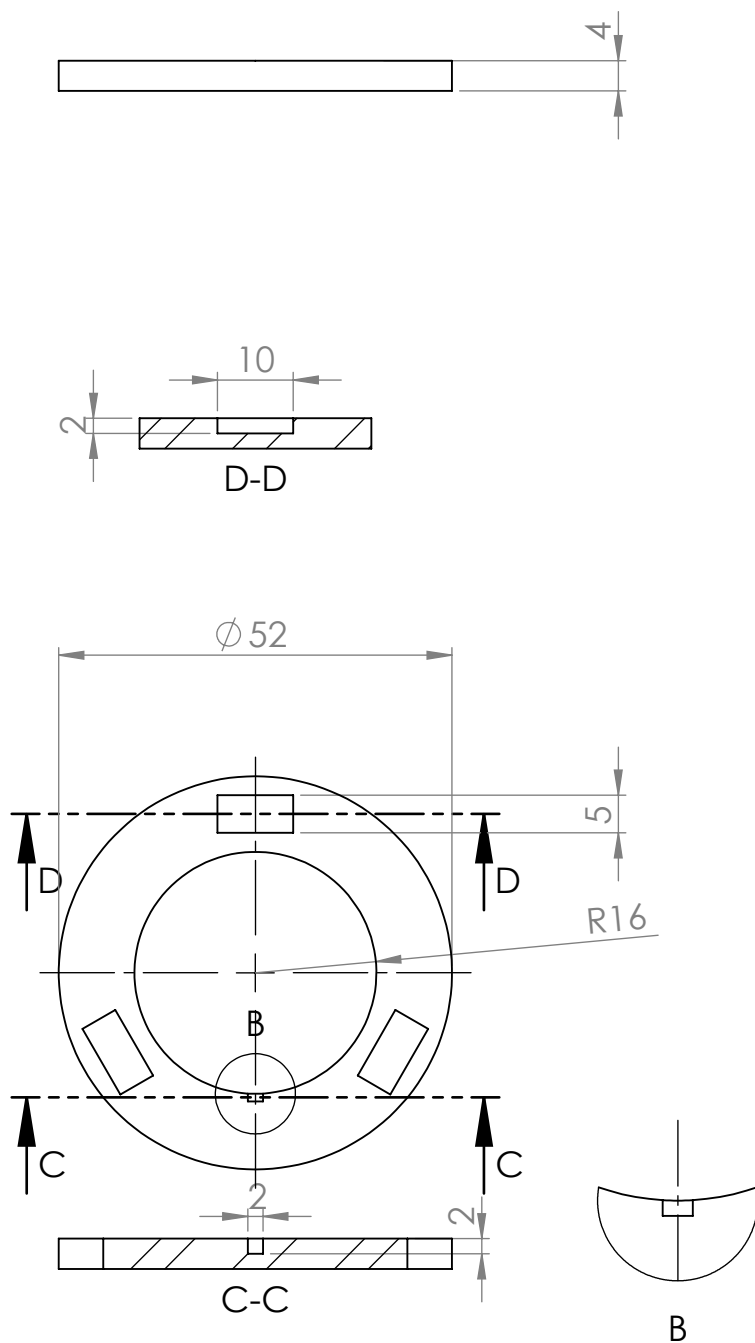
(studento vardas, pavardė)
data)

(parašas,

Vadovas Prof. dr. Vytautas Grigas

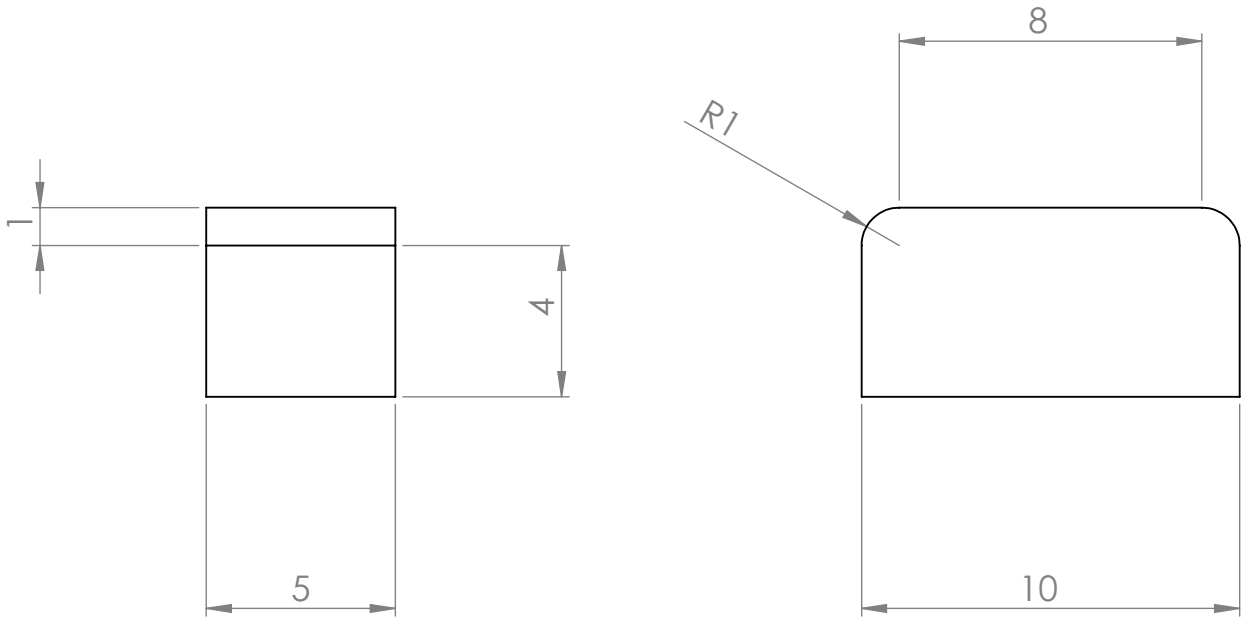
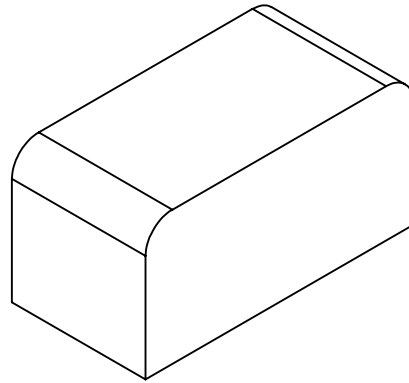
(pareigos, vardas, pavardė)
data)

(parašas,



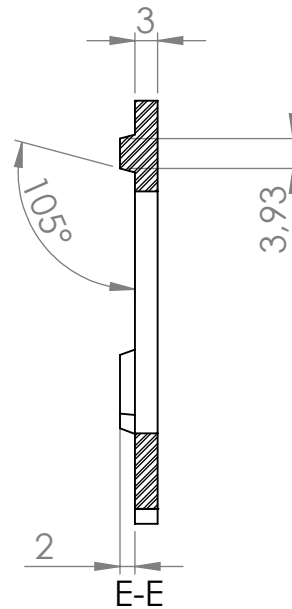
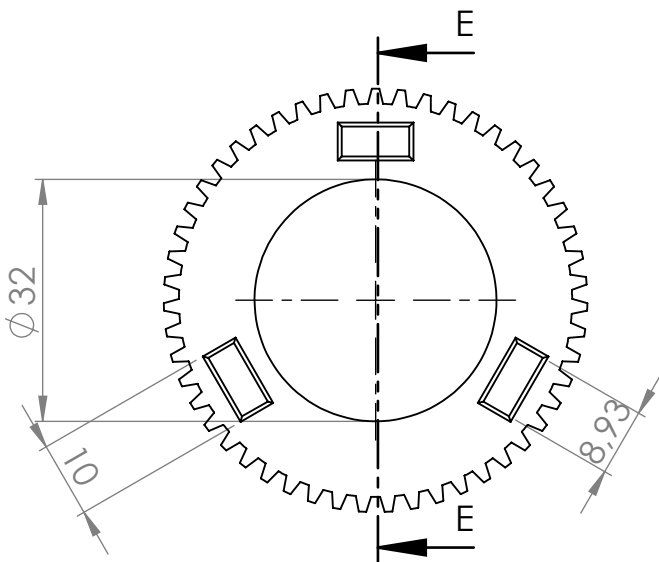
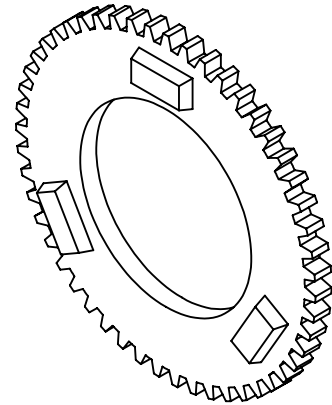
Nenurodytos matmenų, padėties ir formos nuokrypos pagal LST EN 22768-mK

	<i>Byla, laikmena</i>	<i>Papildoma informacija</i>	<i>Medžiaga</i> <i>Plienas C45 LST EN 10083-1</i>	<i>Mastelis</i> <i>M 1:1</i>
<i>Atsakinga žinyba</i> IPK	<i>Vadovas</i>	<i>Dokumento tipas</i> Detalės brėžinys	<i>Dokumento statusas</i> Mokomasis	
<i>Savininkas</i> KTU	<i>Rengė</i> Andrius Ramoška	<i>Antraštė</i> Krumplių žiedas	<i>Žymuo</i> PR-00.00.00.002	
	<i>Tvirtino</i> Vytautas Grigas		<i>Laida</i> A	<i>Data</i> 2016-01-10
			<i>Kalba</i> lt.	<i>Lapas</i> 2/6




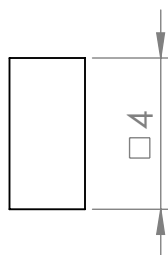
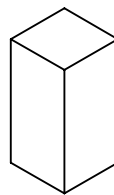
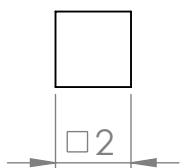
Nenurodytos matmenų, padėties ir formos nuokrypos pagal LST EN 22768-mK

	Byla, laikmena	Papildoma informacija	Medžiaga <i>Plienas C45 LST EN 10083-1</i>	Mastelis <i>M 1:2</i>
Atsakinga žinyba <i>IPK</i>	Vadovas	Dokumento tipas <i>Detalės brėžinys</i>	Dokumento statusas <i>Mokomasis</i>	
Savininkas <i>KTU</i>	Rengė <i>Andrius Ramoška</i>	Antraštė <i>Krumplis</i>	Žymuo <i>PR-00.00.00.003</i>	
	Tvirtino <i>Vytautas Grigas</i>		Laida <i>A</i>	Data <i>2016-01-10</i>



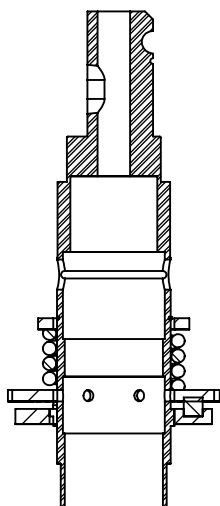
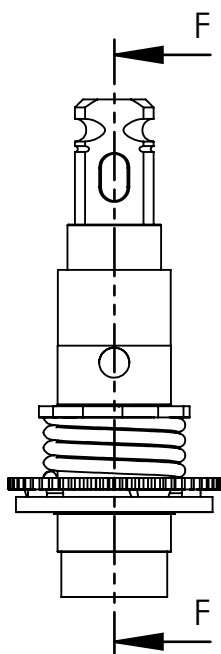
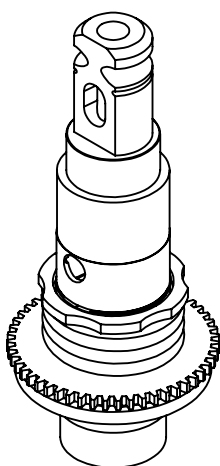
Nenurodytos matmenų, padėties ir formos nuokrypos pagal LST EN 22768-mK

	<i>Byla, laikmena</i>	<i>Papildoma informacija</i>	<i>Medžiaga</i> <i>Plienas C45 LST EN 10083-1</i>	<i>Mastelis</i> <i>M 1:1</i>
<i>Atsakinga žinyba</i> IPK	<i>Vadovas</i>	<i>Dokumento tipas</i> Detalės brėžinys	<i>Dokumento statusas</i> Mokomasis	
<i>Savininkas</i> KTU	<i>Rengė</i> Andrius Ramoška	<i>Antraštė</i> Krumpliaratis	<i>Žymuo</i> PR-00.00.00.004	
	<i>Tvirtino</i> Vytautas Grigas		<i>Laida</i> A	<i>Data</i> 2016-01-10
			<i>Kalba</i> lt.	<i>Lapas</i> 4/6

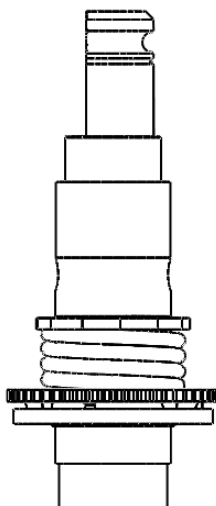


*Nenurodytos matmenų, padėties ir formos nuokrypos
pagal LST EN 22768-mK*

	Byla, laikmena	Papildoma informacija	Medžiaga <i>Plienas C45 LST EN 10083-1</i>	Mastelis <i>M 5:1</i>
Atsakinga žinyba <i>IPK</i>	Vadovas	Dokumento tipas <i>Detalės brėžinys</i>	Dokumento statusas <i>Mokomasis</i>	
Savininkas <i>KTU</i>	Rengė <i>Andrius Ramoška</i>	Antraštė <i>Fiksuojantis kaištis</i>	Žymuo <i>PR-00.00.00.005</i>	
	Tvirtino <i>Vytautas Grigas</i>		Laida <i>A</i>	Data <i>2016-01-10</i>



F-F



Nenurodytos matmenų, padėties ir formos nuokrypos pagal LST EN 22768-mK

	<i>Byla, laikmena</i>	<i>Papildoma informacija</i>	<i>Medžiaga</i> <i>Plienas C45 LST EN 10083-1</i>	<i>Mastelis</i> <i>M 1:2</i>
<i>Atsakinga žinyba</i> IPK	<i>Vadovas</i>	<i>Dokumento tipas</i> <i>Surinkimo brėžinys</i>	<i>Dokumento statusas</i> <i>Mokomasis</i>	
<i>Savininkas</i> KTU	<i>Rengė</i> <i>Andrius Ramoška</i>	<i>Antraštė</i> <i>Apsauginė mova</i>	<i>Žymuo</i> <i>PR-00.00.00.006</i>	
	<i>Tvirtino</i> <i>Vytautas Grigas</i>		<i>Laida</i> A	<i>Data</i> 2016-01-10
			<i>Kalba</i> lt.	<i>Lapas</i> 6/6