Części wtryskowe — parametry form i procesu

Pole rzutu, masy i statystyki pochyleń policzono z modelu 3D (siatka trójkątów). Siła zwarcia = pole rzutu × ciśnienie w gnieździe × liczba gniazd × 1,15. Czas chłodzenia z rozwiązania przewodzenia dla płyty o największej grubości ścianki.

Poz.	Część	Materiał	Masa [g]	Gniazda	Pole rzutu [cm²]	Siła zwarcia [kN]	Wtryskarka [t]	Grubość nom./m/ks.	L/t (gran.)	Punkty wtr.	Chłodzenie [s]	Cykl [s]	Suwaki
1	Obudowa	PP-TD40	1269,3	1+1 (L+P)	1216	9788	1000	2,5 / 4,0	132 (220)	3	22	34	5
2	Klosz	PC	544,4	1+1 (L+P)	1146	14 500	1500	3,0 / 3,2	88 (110)	2	18	30	0
3	Ramka (maskownica)	PC-HT	420,4	1+1 (L+P)	875	13 077	1350	2,5 / 3,2	80 (85)	4	17	29	0
4	Rama nośna modułu	PA6-GF30	128,8	2	184	2119	250	4,0 / 4,0	30 (150)	1	15	27	0
9	Oprawa soczewki	PA66-GF30	68,1	2	57	725	100	2,0 / 3,0	48 (140)	3	8	20	3
6	Odbłyśnik świateł mijania	PC-HT	10,1	2	30	444	50	2,2 / 2,2	34 (85)	1	8	20	0
7	Odbłyśnik świateł drogowych	PC-HT	8,1	2	25	367	50	2,2 / 2,2	34 (85)	1	8	20	0
12	Światłowód (klamra)	PMMA	30,8	1+1 (L+P)	40	413	50	8,0 / 8,0	32 (120)	1	144	156	0
13	Koryto światłowodu	PC-W	48,9	1+1 (L+P)	89	1129	150	1,5 / 2,4	80 (110)	4	10	22	0
14	Soczewka kierunkowskazu	PMMA	23,7	1+1 (L+P)	61	633	100	2,5 / 4,4	42 (120)	1	43	55	0
15	Odbłyśnik kierunkowskazu	PC-HT	130,8	1+1 (L+P)	62	928	100	2,0 / 6,0	55 (85)	2	59	71	0
21	Nakrętka ślizgowa kulowa	POM	3,0	8	2	124	50	2,0 / 3,0	10 (160)	1	11	23	0
43	Suwak kulowy regulatora	PA66	4,8	4	6	157	50	2,0 / 4,0	28 (180)	1	20	32	1
23	Pokrętło regulatora	POM	4,0	8	3	179	50	2,5 / 4,0	7 (160)	1	20	32	0

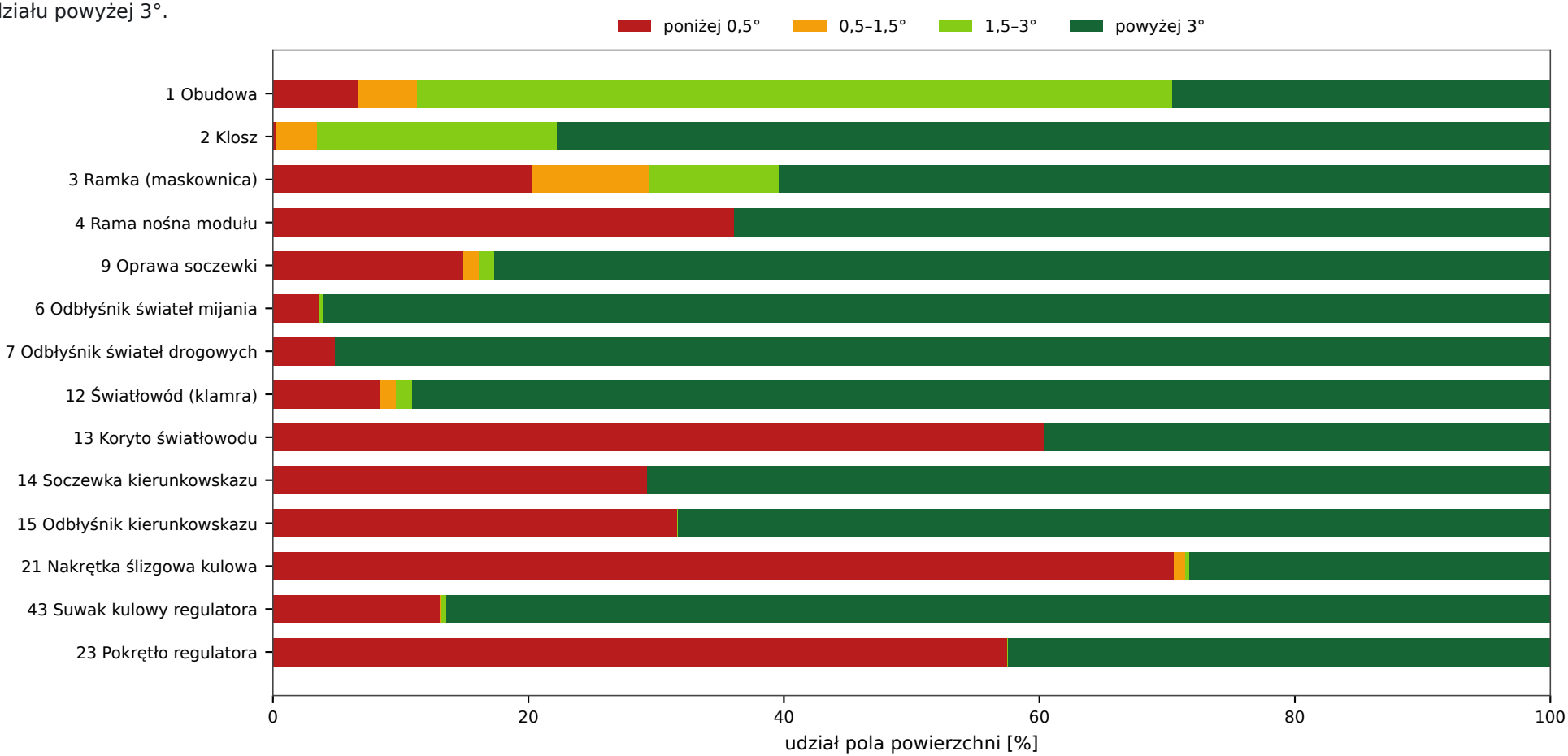
Radiator (odlew ciśnieniowy EN AC-44300): pole rzutu 77 cm², siła zwarcia formy dwugniazdowej 1107 kN, masa odlewu 359 g. Odlew ciśnieniowy zimnokomorowy, kierunek otwarcia wzdłuż żeber. Żebra 2,0 mm u wierzchołka, pochylenie 1,5° na stronę (grubość u podstawy 4,4 mm przy długości 46 mm). Powierzchnie języka, czoła słupków i podpory odbłyśników obrabiane w jednym zamocowaniu. Porowatość w strefie pod diodami: klasa 2 wg VDG P202. Rew. F: 6 otworów ⌀2,5 P7 pod kołki bazowe wierconych i rozwiercanych w tym samym zamocowaniu; kołki stalowe wciskane po obróbce (kołki odlewane byłyby podcięciami przy otwarciu formy wzdłuż żeber).

Linie podziału, wtrysk, suwaki i uwagi technologiczne

Poz.	Część	Kierunek otwarcia	Linia podziału	Układ wtryskowy	Uwagi
1	Obudowa	Y (oś lampy)	po zewnętrznej krawędzi kołnierza rowka klejowego (linia przestrzenna)	gorące kanały, 3 dysze igłowe na ścianie tylnej, sterowanie sekwencyjne	Rew. C: korpus jest przedłużeniem wewnętrznej ścianki rowka klejowego, kołnierz rowka wystaje na zewnątrz — rdzeń (wnętrze i rowek) wychodzi do przodu bez podcięcia. Wewnętrzna ścianka rowka pochylona 1°. Wieże wkrętów ramki są skorupami: kieszeń od zewnątrz formuje połówka tylna. Rowek klejowy formowany w stemplu — bez linii łączenia w rowku. Elementy zewnętrzne na ścianach bocznych (ucha, gniazdo sterownika, kołek) wymagają suwaków S1–S5. Rew. E: tuleja prowadząca suwaka regulatora (otwór ⌀13 z dwoma rowkami 3,4 mm, uskok oporowy) formowana rdzeniem od przodu, gniazdo pierścienia uszczelniającego ⌀7,8 od tyłu; przylgi wież wkrętów ramki płaskie, prostopadłe do osi wkrętu; otwory słupków sterownika głębokości 12 mm (suwak S1).
2	Klosz	Y (oś lampy)	na odsadzeniu nad stopką klejową (powierzchnia przestrzenna); stopka w rowku stempla	gorący kanał 2-dyszowy, kanał zimny i szczelina filmowa na kołnierzu dolnym przy linii podziału, poza strefą optyczną	Rew. B: ściana zewnętrzna kołnierza i wnęka rozszerzają się ku tyłowi o 2°, wewnętrzna ściana stopki o 1° — forma otwiera się w osi Y bez suwaków (test wyjmowania: 0 % powierzchni zasłoniętej). Droga płynięcia 265 mm z modelu formy prototypowej BRL-01-F02 (raport R5). Gniazdo polerowane SPI A1, pomieszczenie czyste. Tabela dotyczy formy seryjnej 1+1; forma prototypowa BRL-01-F02 jest jednogniazdowa (klosz lewy): zwarcie 7 787 kN, wtryskarka klasy 1000 t, cykl 45 s.
3	Ramka (maskownica)	Y (oś lampy)	po zewnętrznej krawędzi płyty czołowej (nasada kołnierza bocznego)	gorące kanały, 4 dysze zamykane sekwencyjnie od strony tylnej (niewidocznej)	Powierzchnie metalizowane: polerowanie SPI A2, linie łączenia poza polem widzenia (pod lamelami). Lamele formowane w kierunku otwarcia. Rew. C: wewnętrzna ściana kołnierza bocznego rozszerza się ku tyłowi o 1° — obie ściany kołnierza formuje połówka tylna; czoła lamel pochylone 3° w stronę połówki przedniej. Bez suwaków. Rew. E: podpory ⌀11,4 pod 4 wkręty ramki i 5 słupków ⌀5,4 wkrętów koryta i kierunkowskazu po stronie tylnej (otwory ⌀2,4 formowane kołkami połówki tylnej); obrzeże szczeliny światłowodu kończy się 0,2 mm przed płaszczyzną osi pręta. Słupki leżą za powierzchnią metalizowaną — zapadnięcia na stronie widocznej ujęte w DFMEA.
4	Rama nośna modułu	oś optyczna modułu	w płaszczyźnie przedniej powierzchni płyty	punktowy centralny w żebro otworu	Orientacja włókien: żebro obwodowe ogranicza paczenie; płaskość bazy A kontrolować po kondycjonowaniu. Forma otwiera się wzdłuż osi optycznej modułu. Rew. C: gniazda nakrętek z pogłębieniem od przodu i podtoczeniem od tyłu — kołki stopniowane z obu połówek, bez suwaków.
9	Oprawa soczewki	oś optyczna modułu	w płaszczyźnie kołnierza tylnego	3 punkty tunelowe na kołnierzu	Rew. C: rowek pierścienia zastąpiony trzema szczelinami przelotowymi na kierunkach okien odciążających — okno i szczelinę formuje ten sam suwak promieniowy (3 suwaki). Gniazdo soczewki formowane po stronie stempla razem z kołnierzem (współosiowość). Forma otwiera się wzdłuż osi optycznej. Rew. E: wybrania ⌀8,8 w kołnierzu nad łbami 4 wkrętów M4 ramy nośnej (łby przenikały kołnierz).
6	Odbłyśnik świateł mijania	prostopadle do kołnierza (układ modułu)	w płaszczyźnie kołnierza	tunelowy w ucho kołnierza	Stempel (powierzchnia optyczna) polerowany SPI A1, twardość ≥ 52 HRC, chłodzenie konformalne. Elipsoida ścięta 0,55 mm nad równikiem — bez podcięcia. Rew. E: lewa podpora przeniesiona na Z = −44 (wkręt leżał we wnęce odbłyśnika); odsadzenia pod łby wkrętów od strony zewnętrznej skorupy.
7	Odbłyśnik świateł drogowych	prostopadle do kołnierza (układ modułu)	w płaszczyźnie kołnierza	tunelowy w ucho kołnierza	Jak odbłyśnik mijania; oś elipsoidy pochylona 9,6° — kierunek otwarcia prostopadły do kołnierza.
12	Światłowód (klamra)	Y (oś lampy)	w płaszczyźnie osi pręta	na końcu gałęzi pionowej (poza strefą świecenia), przekrój wlewka 6 × 3	Część grubościenna: długi czas chłodzenia, docisk do końca krzepnięcia, forma 70 °C. Pryzmaty we wkładce niklowanej galwanicznie. Rew. E: 6 łapek 6 × 1,5 mm za płaszczyzną osi pręta (płaszczyzna podziału) — formuje je połówka tylna; dwie łapki gałęzi pionowej sięgają 7,7 mm od osi i ustalają pręt wzdłużnie w wycięciach koryta.
13	Koryto światłowodu	Y (oś lampy)	po krawędzi ścianek	4 punkty tunelowe rozłożone wzdłuż koryta	Ścianki 1,5 mm przy głębokości 9 mm — pochylenie 1°. Przy 2 punktach wtrysku stosunek drogi płynięcia do grubości wynosi 153 (granica 110) — stąd 4 punkty. Rew. D: gniazda płytek LED na końcach (prowadnice z rowkiem 1,14 × 11,6 mm głębokości — płytki formujące w stemplu, do wymiany) i dno przedłużenia; wszystkie ściany równoległe do kierunku otwarcia, bez suwaków. Rew. E: wycięcia 6,3 mm w ściankach na łapki ustalające pręta (otwarte do przodu), otwory ⌀3,4 w uchach.
14	Soczewka kierunkowskazu	Y (oś lampy)	po krawędzi kołnierza	filmowy na krótkim boku kołnierza	Poduszki rozpraszające we wkładce stempla. Rew. D: osie walców poduszek równoległe do powierzchni wewnętrznej (wysokość 0,6 mm na całej wysokości okna). Rew. E: model jest miską o ściance 2,5 mm (dno w oknie ramki, boki, kołnierz); poduszki stoją na dnie od strony wewnętrznej.
15	Odbłyśnik kierunkowskazu	prostopadle do płytki LED	w płaszczyźnie tylnej (płytki LED)	2 punkty tunelowe od strony tylnej	Model pokazuje blok pełny z komorami stożkowymi. W formie wykonać jako skorupę 2,0 mm (rdzeniowanie od tyłu) — inaczej zapadnięcia i czas chłodzenia ponad 60 s. Rew. E: blok dłuższy o 2,5 mm z lewej i niższy o 1,5 mm u dołu (ścianki przy komorach skrajnych ≥ 1,9 mm); wybranie w czole usunięte; dwa ucha z otworami pod wkręty o osi

Pochylenia ścian względem kierunku otwarcia formy

Udział pola powierzchni części w przedziałach kąta między ścianą a kierunkiem otwarcia. Ściany prostopadłe do kierunku otwarcia (dna, czoła) mają kąt 90° i wchodzą do przedziału powyżej 3°.



Ocena. Wykres pokazuje tylko WARTOŚĆ kąta między ścianą a kierunkiem otwarcia — nie mówi, czy ściana jest pochylona we właściwą stronę (to sprawdza test wyjmowania na następnej stronie). Ściany modelowane jako wyciągnięcia proste (żebra, tuleje, lamele ramki, ścianki koryta, okna, pokrętło) mają w modelu nominalnym 0° — czerwone pola na wykresie. Rysunki nakładają na nie wymaganie pochylenia: 1° na stronę dla ścian formujących, 0,5° dla powierzchni zamykających, 3° dla powierzchni fakturowanych. Pochylenia te nanosi się w modelu narzędziowym od wymiaru nominalnego „w materiał" (bez zmiany wymiarów funkcjonalnych z tabel charakterystyk). To otwarta pozycja przed zamówieniem form.

Test wyjmowania z formy (kierunkowy) — rewizja E

Dla każdego punktu powierzchni części sprawdzono, czy połówka formy, która go formuje, może odejść wzdłuż kierunku otwarcia bez przechodzenia przez materiał części. Punkt zasłonięty jest pokryty, jeżeli leży w obszarze opisanego suwaka i da się odsłonić ruchem tego suwaka na długości jego skoku, albo leży w obszarze opisanego podcięcia zdejmowanego sprężyście. Kolumny: Suwaki — liczba suwaków w koncepcji formy; Niepokryte — udział powierzchni zasłoniętej poza zasięgiem połówek i suwaków; > 3 mm — w tym zasłoniętej głębiej niż 3 mm; Pokryte — udział powierzchni formowanej suwakami lub zdejmowanej sprężyście; 0° — udział ścian równoległych do kierunku otwarcia.

Zmiany testu w rewizji C. (1) Części modułu projektora są badane we własnym układzie, wzdłuż osi optycznej; w rewizji B badano je w układzie lampy, pochylone o nastawę 0,945°, co fałszywie zasłaniało ściany równoległe do osi części (rama nośna 6,0 %, oprawa 6,7 %, nakrętka 28,1 % — wyniki błędne). (2) Ściany równoległe do kierunku otwarcia też są sprawdzane. (3) Wąskie ściany są dogęszczane — rewizja B nie próbkowała rowka pierścienia oprawy. (4) Nakrętka ślizgowa nie ma gwintu: ma czaszę kulową; zapis o rdzeniu wykręcanym z rewizji B był błędny.

Poz.	Część	Suwaki	Niepokryte [%]	> 3 mm [%]	Pokryte [%]	0° [%]	Ocena
1	Obudowa	5	0,00	0,00	3,4	5,5	rew. C: korpus od wewnętrznej ścianki rowka — wnętrze bez podcięć; elementy zewnętrzne w 5 suwakach (rew. B: 33,2 % zasłonięte)
2	Klosz	0	0,00	0,00	0,0	0,0	bez zmian od rew. B: bez podcięć
3	Ramka (maskownica)	0	0,00	0,00	0,0	21,1	rew. C: kołnierz boczny rozszerza się ku tyłowi — bez podcięć (rew. B: 9,2 % zasłonięte)
4	Rama nośna modułu	0	0,00	0,00	0,0	36,2	bez podcięć; wynik 6,0 % z rew. B był błędem testu
9	Oprawa soczewki	3	0,00	0,00	1,7	17,9	rew. C: szczeliny pierścienia zamiast rowka; okna i szczeliny w 3 suwakach promieniowych
6	Odbłyśnik świateł mijania	0	0,00	0,00	0,0	3,6	wyjmowanie w osi otwarcia możliwe
7	Odbłyśnik świateł drogowych	0	0,01	0,00	0,0	4,7	wyjmowanie w osi otwarcia możliwe
12	Światłowód (klamra)	0	0,00	0,00	0,0	2,0	rew. E: łapki za płaszczyzną osi pręta; przy pręcie przednia powierzchnia łapki w płaszczyźnie osi — bez podcięć
13	Koryto światłowodu	0	0,00	0,00	0,0	61,5	rew. E: wycięcia na łapki pręta otwarte do przodu, otwory uch — bez suwaków
14	Soczewka kierunkowskazu	0	0,00	0,00	0,0	28,8	rew. E: miska o ściance 2,5 mm, poduszki na dnie — bez podcięć
15	Odbłyśnik kierunkowskazu	0	0,00	0,00	0,0	35,0	rew. E: ucha z otworami formowanymi dwoma trzpieniami (styk w połowie grubości), kołki i otwory płytki — bez podcięć
21	Nakrętka ślizgowa kulowa	0	0,00	0,00	4,7	71,3	rew. C: czasza segmentowa zdejmowana z rdzenia sprężyście; bez suwaków
43	Suwak kulowy regulatora	1	0,00	0,00	30,3	12,5	rew. E, część nowa: forma dzielona w osi, trzpień osiowy (S1), zaczepy zdejmowane sprężyście (Z1)
23	Pokrętło regulatora	0	0,00	0,00	0,0	57,5	rew. D: otwór czopa i gniazdo zabierające od przodu, gniazdo klucza od tyłu — bez podcięć

Wniosek. Wszystkie 14 części wtryskowych da się wyjąć z form: żadna nie ma powierzchni zasłoniętej głębiej niż 3 mm poza zasięgiem połówek i opisanych suwaków. Odlewu radiatora test nie obejmuje. Ściany równoległe do kierunku otwarcia (0°) nie są podcięciami, ale wymagają naniesienia pochyleń w modelu narzędziowym (DFMEA FM28).

Suwaki i podcięcia zdejmowane sprężyście — wykaz

Każdy suwak ma kierunek odjazdu, skok i obszar; test wyjmowania sprawdza, czy powierzchnie zasłonięte w tym obszarze dają się odsłonić ruchem suwaka. Definicje: reflektor/sim/suwaki.py. Kierunki obudowy w układzie lampy (X w poprzek, Y w głąb, Z do góry); oprawy — kąt w płaszczyźnie prostopadłej do osi optycznej.

Część	Nazwa	Rodzaj	Skok [mm]	Obejmuje	Pokrycie [%]
Obudowa	S1	suwak	45	dolny, odjazd −Z: przylga i słupki sterownika LED z otworami wkrętów, obrzeże i okno przepustu wiązki, pas ściany dolnej przed gniazdem	1,53
Obudowa	S2	suwak	45	dolny, odjazd −Z: kołek ustalający i pas ściany dolnej przed kołkiem	0,07
Obudowa	S3	suwak	55	górny, odjazd −X wzdłuż ściany górnej: kieszeń między kołnierzem rowka a uchem górnym wewnętrznym (czoło ucha, pas ściany, spód kołnierza)	0,80
Obudowa	S4	suwak	55	górny, odjazd −X wzdłuż ściany górnej: kieszeń między kołnierzem rowka a uchem górnym zewnętrznym	0,12
Obudowa	S5	suwak	50	boczny, odjazd −X: czoło ucha bocznego i pas ściany bocznej przed uchem	0,88
Oprawa soczewki	S1	suwak	12	promieniowy 30°: okno odciążające i szczelina pierścienia sprężystego	0,57
Oprawa soczewki	S2	suwak	12	promieniowy 150°: okno odciążające i szczelina pierścienia sprężystego	0,57
Oprawa soczewki	S3	suwak	12	promieniowy 270°: okno odciążające i szczelina pierścienia sprężystego	0,57
Nakrętka ślizgowa kulowa	Z1	zdejmowanie sprężyste	—	czasza kulowa ⌀8,2 z wejściem ⌀6,8: podcięcie 0,7 mm na stronę zdejmowane z rdzenia sprężyście przy otwartej formie (4 segmenty, odkształcenie ok. 2,5 %)	1,57
Nakrętka ślizgowa kulowa	Z2	zdejmowanie sprężyste	—	czasza kulowa ⌀8,2 z wejściem ⌀6,8: podcięcie 0,7 mm na stronę zdejmowane z rdzenia sprężyście przy otwartej formie (4 segmenty, odkształcenie ok. 2,5 %)	1,57
Nakrętka ślizgowa kulowa	Z3	zdejmowanie sprężyste	—	czasza kulowa ⌀8,2 z wejściem ⌀6,8: podcięcie 0,7 mm na stronę zdejmowane z rdzenia sprężyście przy otwartej formie (4 segmenty, odkształcenie ok. 2,5 %)	1,57
Suwak kulowy regulatora	S1	suwak	42	trzpień osiowy, odjazd +Y: otwór pod gwint M6, komora kołnierza, otwór zaczepów i dwie szczeliny segmentów	20,61
Suwak kulowy regulatora	Z1	zdejmowanie sprężyste	—	zaczepy: komora ⌀8,6 za otworem ⌀6,6 (podcięcie 1,0 mm na stronę) zdejmowana z trzpienia sprężyście — 4 segmenty długości 10 mm, odkształcenie ok. 3,0 %	9,71

Suwaki obudowy wynikają z elementów zewnętrznych na ścianach bocznych korpusu: za kołnierzem rowka klejowego połówka tylna nie sięga powierzchni leżących przed uchem, słupkiem albo kołkiem. Liczbę suwaków można zmniejszyć, przenosząc ucha na kołnierz rowka — to zmiana interfejsu z nadwoziem, której ta rewizja nie wprowadza. Odkształcenie segmentów czaszy nakrętki policzono z modelu belki wspornikowej ($1{,}5 \cdot \delta \cdot t / L^2$); wartość dopuszczalną dla POM trzeba potwierdzić danymi dostawcy, a siłę zatrzaśnięcia i wyrwania kuli — próbą (charakterystyka CC na rysunku BRL-01-021). Rew. E: zaczepy suwaka regulatora (PA66) — ta sama metoda; odkształcenie przy zdejmowaniu z trzpienia i przy nasuwaniu na kołnierz śruby podano w opisie Z1; wartość dopuszczalną dla PA66 trzeba potwierdzić danymi dostawcy.