

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ  
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ -  
БРОЈ: 3055/2  
ДАТУМ: 28.11.2014.

На основу захтева др Драгана Милутиновића, редовног професора Машинског факултета Универзитета у Београду, бр. 3055/1 од 26.11.2014. године и чл. 63. Статута Машинског факултета, Наставно-научно веће Машинског факултета на седници од 27.11.2014. године, донело је следећу

### ОДЛУКУ

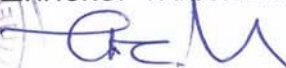
Да се за рецензенте Техничког решења под насловом: „**МЕХАНИЗАМ АКТИВНОГ П-ЗГЛОБА КАО ЕКВИВАЛЕНТА КОМБИНАЦИЈЕ ОБРТНОГ ЗГЛОБА И СЕГМЕНТА КОНСТАНТНЕ ДУЖИНЕ**“, чији су аутори: проф. др Драган Милутиновић, доц. др Бранко Кокотовић, Никола Славковић, дипл.инж.маш. и доц. др Саша Живановић, именују:

- проф. др Љубодраг Тановић, Универзитет у Београду, Машински факултет
- проф. др Милан Зељковић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Одлуку доставити: Министарству просвете, науке и технолошког развоја РС, рецензентима и архиви Факултета ради евиденције.



2 ДЕКАН  
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

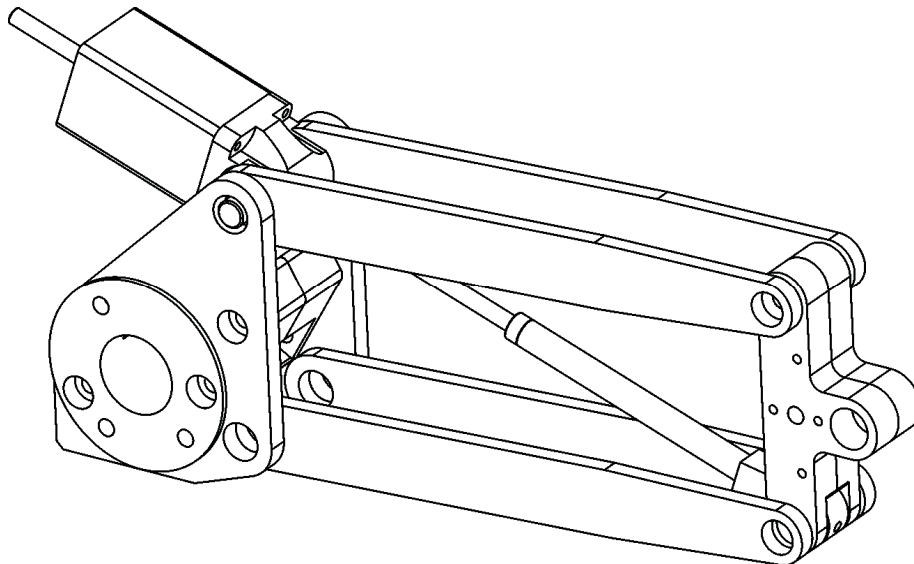
  
Проф. др Милорад Милованчевић

**УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ  
МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ  
Краљице Марије 16**

Драган Милутиновић  
Бранко Кокотовић  
Никола Славковић  
Саша Живановић

**МЕХАНИЗАМ АКТИВНОГ П-ЗГЛОБА КАО ЕКВИВАЛЕНТА  
КОМБИНАЦИЈЕ ОБРТНОГ ЗГЛОБА И  
СЕКМЕНТА КОНСТАНТНЕ ДУЖИНЕ**

**-Техничко решење-**



**У Београду, 2014. године**

**Подаци о техничком решењу**

Врста техничког решења	Нови производ, М82, механизам активног п-зглоба као еквивалента комбинације обртног зглоба и сегмента константне дужине
Аутори техничког решења	Драган Милутиновић, ред. проф. <sup>1)</sup> Бранко Кокотовић, доцент. <sup>1)</sup> Никола Славковић, дипл. инж. маш. <sup>1)</sup> Саша Живановић, доцент. <sup>1)</sup>  <sup>1)</sup> Универзитет у Београду, Машински факултет
Назив техничког решења	<b>МЕХАНИЗАМ АКТИВНОГ П-ЗГЛОБА КАО ЕКВИВАЛЕНТА КОМБИНАЦИЈЕ ОБРТНОГ ЗГЛОБА И СЕГМЕНТА КОНСТАНТНЕ ДУЖИНЕ</b>
За кога је рађено техничко решење	Нови производ, Механизам активног П-зглоба као еквивалента комбинације обртног зглоба и сегмента константне дужине, развијен је на Машинском факултету у Београду, у оквиру пројекта Технолошког развоја ТР035022 "Развој нове генерације домаћих обрадних система".
Ко користи техничко решење	Механизам активног П-зглоба се користи као важна компонента у широј класи машина алатки и робота са паралелном кинематиком. Такође се користи у настави и истраживањима на Машинском факултету Универзитета у Београду.
Година израде техничког решења	2014.
Верификација резултата	Од стране рецензената: 1. проф. др Љубодраг Тановић, Машински факултет Универзитета у Београду и 2. проф. др Милан Зељковић, Факултет техничких наука, Нови Сад
Ко је прихватио техничко решење	Машински факултет Универзитета у Београду
Примена резултата	Лабораторијски производ

Одлуком Наставно-научног већа Машинског факултета Универзитета у Београду, број 3055/2 од 28. 11. 2014. године, именовани смо за рецензенте Техничког решења под насловом

**" Механизам активног П-зглоба као еквивалента комбинације обртног зглоба и сегмента константне дужине",**

реализованог у оквиру пројекта ТР-35022, чији су аутори:  
проф. др Драган Милутиновић, дипл.маш.инж., доц. др Бранко Кокотовић,  
дипл.маш.инж., Никола Славковић, дипл. инж. маш., доц. др Саша Живановић,  
дипл.маш.инж.

На основу прегледа Елабората овог техничког решења и увида у публиковане радове о њему подносимо следећи

**ИЗВЕШТАЈ**

Техничко решење **"Механизам активног П-зглоба као еквивалента комбинације обртног зглоба и сегмента константне дужине"**, аутора проф. др Драган Милутиновић, доц. др Бранко Кокотовић, Никола Славковић, дипл. инж. маш. и доц. др Саша Живановић, приказано је Елаборатом на 26 страница формата А4 писаних фонтом величине 12 pt са нормалним проредом. Елаборат има пет поглавља, списак коришћене литературе и два прилога. Садржи 18 слика и једну табелу у основном делу текста, један проспект на 4 стране у Прилогу 7.1 и списак комплета документације која прати признавање овог техничког решења, Прилог 7.2. Наслови поглавља су:

1. Област на коју се техничко решење односи
2. Технички проблем
3. Стање технике
4. Суштина и детаљан опис техничког решења
5. Закључак
6. Литература
7. Прилози

Техничко решење припада области развоја активних (оснажених) зглобова као кључној компоненти за нове генерације робота и машина алатки са паралелном кинематиком и реализовано је у оквиру пројекта ТР-35022 "Развој нове генерације домаћих обрадних система", који подржава Министарство просвете, науке и технолошког развоја Владе Републике Србије.

Механизам активног П-зглоба се користи као еквивалент комбинацији активног обртног зглоба и сегмента константне дужине у кинематичким ланцима који повезују базу и покретну платформу код робота и машина алатки са паралелном кинематиком.

### Извештај рецензената.

У поглављима *Област на коју се техничко решење односи* и *Технички проблем* су описани значај и утицаји активних зглобова у кинематичким ланцима који повезују базу и покретну платформу паралелних механизма. Посебно је наглашен значај зглобног паралелограма као еквивалента обртног зглоба и сегмента константне дужине како у погледу перформанси механизма са паралелном кинематиком тако и у погледу остваривања ограничења, односно броја степени слободе механизма са паралелном кинематиком.

У поглављу *Стање технике* поред детаљније анализе простих и комбинованих зглобова и кинематичких ланаца разматран је кључни недостатак односно погон активног П-зглоба који се користи уместо комбинације активног обртног зглоба и полуге константне дужине.

Поглавље *Суштина и детаљан опис техничког решења* поред описа развијеног механизма и датих примера примене обухвата и следеће целине:

#### 4.1 Моделирање и анализа механизма

4.1.1 Инверзна и директна кинематика

4.1.2 Односи брзина, Јакобијан матрица и сингуларитети

4.1.3 Статичка анализа механизма

4.1.4 Анализа убрзања

#### 4.2 Развијени прототип П-зглоба са техничким карактеристикама и испитивањем геометрије и статичке крутости.

На почетку овог поглавља дата је суштина техничког решења, односно развијени комплексни механизам са једним степеном слободе на бази раванског зглобног паралелограма и са дијагоналном телескопском спојком инспирисан решењем датим патенту првог аутора. Затим су дате кључне предности развијеног механизма у погледу: (1) крутости механизма коју обезбеђује сама структура механизма; (2) погона и управљања издужењем и скраћењем дијагоналне телескопске спојке; (3) елиминације сила и момената савијања чланова механизма; (4) задржавања габарита механизма у оквиру габарита раванског зглобног четвороугла; (5) самокочивости, итд.

У оквиру подпоглавља *Моделирање и анализа механизма* је дат приступ моделирања који омогућава анализу и оптимизацију механизма. Поред решавања инверзне и директне кинематике механизма показана је: (1) њихова веза са инверзном и директном кинематиком машина са паралелном кинематиком; (2) анализа параметара и димензионисање механизма; (3) разматрање односа брзина и сингуларитета кроз извођење и анализу Јакобијан матрица; (4) статичка анализа механизма и (5) анализа убрзања као основе за моделирање динамике механизма.

У подпоглављу *Развијени прототип П-зглоба са техничким карактеристикама и испитивањем геометрије статичке крутости* је, на бази развијеног приступа моделирања, у итеративној процедури извршено димензионисање прототипа механизма. Дат је опис развијеног и израђеног прототипа механизма на основу усвојених параметара. Извршена је анализа основних карактеристика механизма (излазна резолуција, излазна угаона брзина и излазни статички момент) за дате карактеристике изабраног хибридног корачног мотора са интегрисаним завојним вретеном као погонског система механизма. Такође, извршено је и прелиминирано испитивање геометрије и статичке крутости развијеног активног П-зглоба.

У оквиру Закључка се наводи да је развој механизма са једним степеном слободе на бази раванског зглобног паралелограма имао за циљ решење проблема погона раванског зглобног паралелограма као кинематичког еквивалента обртног зглоба и полуге константне дужине. Активни П-зглоб на бази развијеног механизма поред примене код паралелних робота и машина алатки може бити примењен и на другим типовима машина. Такође, развој и прелиминарно тестирање прототипа показује да овакав активни П-зглоб омогућава читав низ предности у поређењу са досадашњим активним П-зглобовима што оправдава даља истраживања и развој у овом правцу.

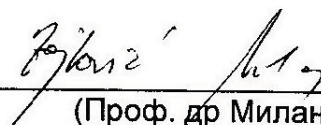
На крају Елабората су прилози. У Прилогу 7.1 је Проспект механизма активног П-зглоба као еквивалента комбинације обртног зглоба и сегмента константне дужине, који је главни део овог техничког решења. У Прилогу 7.2 је списак комплета пратеће документације за признавање овог техничког решења.

### МИШЉЕЊЕ

Аутори техничког решења "**Механизам активног П-зглоба као еквивалента комбинације обртног зглоба и сегмента константне дужине**" јасно су приказали и теоријски обрадили комплетну структуру техничког решења. Приказане могућности механизма активног П-зглоба као еквивалента комбинације обртног зглоба и сегмента константне дужине јасно указују да ово техничко решење представља допринос у развоју активних зглобова као кључној компоненти за нове генерације робота и машина алатки са паралелном кинематиком. Предлажемо Наставно-научном већу Машинског факултета Универзитета у Београду да се нови производ "**Механизам активног П-зглоба као еквивалента комбинације обртног зглоба и сегмента константне дужине**" прихвати као ново техничко решење.



(Проф. др Љубодраг Тановић,  
Машински факултет,  
Београд)



(Проф. др Милан Зељковић,  
Факултет техничких наука,  
Нови Сад)

У Београду и Новом Саду, децембар 2014. године

Naš znak: 1283 Datum:  
17.12.2014.

**Предмет: Механизам активног П-зглоба као еквивалента комбинације обртног зглоба и сегмента константне дужине**

Прототип механизма активног П-зглоба као еквивалента комбинације обртног зглоба и сегмента константне дужине је развијен на Машинском факултету Универзитета у Београду.

Овај прототип са техничким решењем су развили аутори: проф. др Драган Милутиновић, дипл.маш.инж., доц. др Бранко Кокотовић, дипл.маш.инж., Никола Славковић, дипл. инж. маш., доц. др Саша Живановић, дипл.маш.инж., сви са Машинског факултета Универзитета у Београду, у оквиру пројекта TR35022 („Развој нове генерације домаћих обрадних система“).

С обзиром да је прототип механизма активног П-зглоба као еквивалента комбинације обртног зглоба и сегмента константне дужине, комплетно завршен, планирамо да га користимо у пројектовању машина за паковање, робота и машина алатки са паралелном кинематиком.

У Београду, 17.12.2014.

В.Д. директора  
Владимир Квргић



УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ  
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ -  
БРОЈ: 3055/3  
ДАТУМ: 26.12.2014.

На основу захтева др Драгана Милутиновића, редовног професора Машинског факултета Универзитета у Београду, бр. 3055/1 од 26.11.2014. године и чл. 63. Статута Машинског факултета, Наставно-научно веће Машинског факултета на седници од 25.12.2014. године, донело је следећу

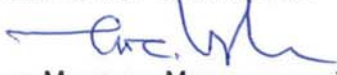
### ОДЛУКУ

Прихвата се Техничко решење (М82) под насловом: „**МЕХАНИЗАМ АКТИВНОГ П-ЗГЛОБА КАО ЕКВИВАЛЕНТА КОМБИНАЦИЈЕ ОБРТНОГ ЗГЛОБА И СЕГМЕНТА КОНСТАНТНЕ ДУЖИНЕ**“, чији су аутори: проф. др Драган Милутиновић, доц. др Бранко Кокотовић, Никола Славковић, дипл.инж.маш. и доц. др Саша Живановић.

Одлуку доставити: Министарству просвете, науке и технолошког развоја РС, рецензентима и архиви Факултета ради евиденције.



Д Е К А Н  
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

  
Проф.др Милорад Милованчевић