

# МЕХАНИЧКИ ПРОРАЧУН УЖАДИ НАДЗЕМНИХ ВОДОВА НА АНДРОИД УРЕЂАЈИМА – РЕАЛИЗАЦИЈА И ПРИМЕНА

Никола ПАВЛОВИЋ, ЕПС Дистрибуција Краљево, Србија

## КРАТАК САДРЖАЈ

У овом раду представљен је програм за механички прорачун ужади надземних водова, реализован кроз *android* апликацију под називом „*MPU*“.

Поступак механичког прорачуна ужади је добро познат и постоје бројни софтверски алати који га извршавају. Намена овог програма –*android* апликације, је да инжењерима омогући непосредно извођење механичког прорачуна док су још на терену, упоредо са њиховим оперативним активностима на снимању трасе далековода. Дакле, елиминише се потреба за повратком у канцеларију ради приступа десктоп рачунару, САД програму и специјализованим програмским додацима за механичке прорачуне и цртање ланчаница. На лицу места се проверава идејно решење и контролише испуњеност техничких прописа. Довољан је само паметан телефон или таблет, а он је практично увек при руци.

На тај начин се смањује време потребно за извршавање радних задатака који се односе на проверу сигурносних висина проводника надземних водова, контролу напрезања и угиба при укрштању далековода, и сл. Током снимања предметне ситуације на терену (мерења растојања, кога, стационажа и сл.), корисник ове апликације може паралелно да у њу уноси параметре механичког прорачуна, и да на основу резултата, на лицу места, одреди да ли је нпр. укрштање два далековода задовољава сигурносне висине, или да ли ће се уметањем новог стуба у постојећу трасу вода решити проблем преласка далековода преко неког стамбеног објекта, и сл. Тиме корисник апликације директно на терену проверава да ли конкретно решење задовољава прописе и унапред задате услове, и у зависности од тога усваја решење или наставља са снимањем терена тражећи ново.

Апликација се састоји из неколико независних целина – модула, а свака од њих извршава конкретан прорачун. Добијени резултати се могу сачувати и по потреби послати (нпр. налогодавцу радног задатка) мејлом или смс поруком.

За преузимање апликације и демонстрацију њених тренутних могућности и начина на који се користи, посетите линк: <https://rebrand.ly/mpu>. Апликација је на српском језику, без рекламних садржаја.

**Кључнечерчи:** проводник, угиб, напрезање, ланчаница, *android*.

## ABSTRACT

In this paper, I want to introduce a program for the mechanical calculation of overhead powerline conductors, which I developed through *android* application named "*MPU*".

The purpose of this program, that is, the *android* application, is to enable engineers to perform calculations while still on the field, along with their activities on data acquiring. Thus, the need for returning to the office in order to use the desktop computer, some CAD program and specialized program add-ons for mechanical calculations and catenary drawing, is eliminated. The solution concept, and its compliance to technical regulations, are checked on the field. Just a smart phone or tablet is needed, and that is practically always available.

This reduces the time required to carry out work tasks related to checking of overhead conductor's safety heights, controlling the tensions and sags when transmission lines cross each other, etc. On the field, during data acquisition, user can in parallel feed-in application with parameters, and based on the results, determine whether for example – the crossing of two transmission lines is carried out in the prescribed manner, or whether the new pillar insertion, in the existing powerline route, will solve the problem of transmission line crossing over a residential building, etc. By doing this, the user of the application directly on the field checks whether a particular solution meets the rules and conditions in advance, adopting the solution or continue searching for a new one.

The application consists of several parts, and each of them executes a concrete calculation for the parameters entered. The results obtained can be saved and, if necessary, sent (for example to those who ordered the assignment) by email or sms message.

To download the app and see demonstration of its current features and user manual, please visit the link below: <https://rebrand.ly/mpu>. The application is in Serbian language, without any advertising content.

**Key words:** conductor, sag, tension, catenary, *android*.

Контакт: Никола Павловић, Краљево, Србија, [nikola.app.mpu@gmail.com](mailto:nikola.app.mpu@gmail.com), <https://rebrand.ly/mpu>

## УВОД

Апликација „MPU“ намењена је извођењу прорачуна механичких величина, при пројектовању далековода напонског нивоа  $U \leq 110$  kV, са распонима  $a \leq 500$  m и углом нагиба у распону  $\psi \leq 30^\circ$ . Инсталира се на *android* телефону/таблету (или *android* емулятору на компјутеру). Подржава све *android* верзије почев од „jelly\_bean“ (API ниво: 16), односно 99% свих *android* уређаја који су данас у употреби. Апликација је организована кроз 8 модула (Слика 1), преко којих корисник задаје параметре или решава конкретне прорачуне:

- „Реши једначину стања“
- „Табеле угиба“
- „Укрштање два ДВ“
- „Стварно напрезање“
- „Провера сигурносних висина“
- „Очитај уздужни профил трасе“
- „Типови ужјади“
- „Температура проводника“



Слика 1 - Почетни приказ за телефон/таблет

Прорачуни се односе за свако затезно поље засебно, користећи идеални распон.

Иако је поступак механичког прорачуна проводника добро познат, у стручној литератури често се утицај нагиба трасе у косим распонима не уважава на јединствен начин, чак и за умерене распоне. Зато су у наставку дате основне једначине прорачуна, у којима је јасно приказано на који начин је узет у обзир угао нагиба  $\psi$ .

Основу свих прорачуна представља једначина стања <sup>Турпић (1)</sup> проводника:

$$\frac{a^2 \cdot \cos^2 \psi}{24} \cdot \left[ \left( \frac{\delta}{\sigma} \right)^2 - \left( \frac{\delta_0}{\sigma_0} \right)^2 \right] = \alpha_t \cdot (t - t_0) + \frac{\sigma - \sigma_0}{E \cdot \cos \psi}$$

Израз за идеални распон у затезном пољу <sup>(1)</sup>:  $a_{id} = \frac{1}{\cos \psi_{id}} \cdot \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n a_j^3 \cdot \cos^2 \psi_j}{\sum_{j=1}^n a_j}}$ ,  $\cos \psi_{id} = \frac{\sum_{j=1}^n a_j}{\sum_{j=1}^n \frac{a_j}{\cos \psi_j}}$

Једначина за одређивање критичног распона <sup>(1)</sup>:  $a_{kr} = \frac{\sigma_0}{\cos \psi} \cdot \sqrt{\frac{360 \cdot \alpha_t}{\delta_r^2 - \delta^2}}$

Коефицијенти полинома за одређивање напрезања  $\sigma^3 + A \cdot \sigma^2 - B$  су <sup>(1)</sup>:

$$A = E \cdot \cos \psi \cdot \left[ \alpha_t \cdot (t - t_0) + \frac{a^2 \cdot \delta_0^2 \cdot \cos^2 \psi}{24 \cdot \sigma_0^2} \right] - \sigma_0, \quad B = \frac{a^2 \cdot \delta^2 \cdot \cos^3 \psi}{24}$$

Максимални угибу распону је рачунат преко једначине <sup>(1)</sup>:  $f = \frac{a^2 \cdot \delta}{8 \cdot \sigma \cdot \cos \psi} + \frac{a^4 \cdot \delta^3 \cdot \cos \psi}{384 \cdot \sigma^3}$

Вредност  $x$  координате за теме ланчанице у распону <sup>Хатибовић (2)</sup> је рачуната као:  $x_{tl} = \frac{a}{2} - c \cdot \sin^{-1} \frac{h_2 - h_1}{2 \cdot c \cdot \sinh \frac{a}{2 \cdot c}}$

Могућности апликације, уношење параметара прорачуна и добијање резултата, биће обрађени по поглављима – за сваки модул апликације посебно.

## МОДУЛ 1 – РЕШИ ЈЕДНАЧИНУ СТАЊА

**Намена.** Прорачун напрезања проводника решавањем једначине стања. Најједноставнији модул којим се демонстрира промена напрезања проводника у зависности од параметара једначине стања. Сви модули, па тако и овај, користе исти алгоритам за постављање једначине стања и њено решавање.

**Коришћење.** Кориснику је приказана радна површина која се састоји из два дела – део за унос параметара једначине стања и део за приказ резултата (Слика 2).

Први део – улаз – чине 6 засебних ставки којима корисник уноси:

- Претходно дефинисан тип проводника
- Коефицијент додатног оптерећења { 1; 1,6; 2,5; 4; 8 }
- Температуру проводника у опсегу [-40, 200]°C
- Пројектом дефинисано максимално радно напрезање [daN/mm<sup>2</sup>]
- Дужину распона [m]
- Вредност  $\cos \psi$

Сличан поступак уноса параметара се понавља и у осталим модулима.

Други део – излаз – чини приказ четири израчунате вредности, чији се прорачун покреће кликом на било коју од њих:

- Напрезање проводника [daN/mm<sup>2</sup>]
- Угиб [cm]
- Коефицијент једначине, A [-]
- Коефицијент једначине, B [-]



Слика 2 – реш.јед.стања

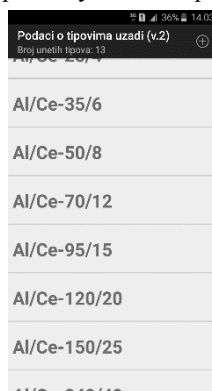
**Напомена.** Прорачун наравно зависи од прецизности унетих параметара. Кориснику је омогућено да кроз следећа два наведена модула дефинише механичке параметре и процени температуру проводника, како би добио што прецизније резултате. Такође, овим модулом корисник може да провери прецизност рада коришћеног алгоритма, а према резултатима добијеним у већ провереним програмима сличне намене.

## МОДУЛ 2 – ТИПОВИ ПРОВОДНИКА

**Намена.** Омогућава кориснику увид у вредности параметара, измену, додавање и брисање типова проводника. Иницијално унети типови имају параметре у складу са важећим стандардом СРПС50182(3) и прописом ТП10(4).

**Коришћење.** При одабиру овог модула прво се приказује списак типова проводника који се већ налазе у бази – слика 3. Одабиром конкретног типа појављује се приказ унетих параметара – слика 4, а које корисник може да мења:

- попречни пресек проводника [mm<sup>2</sup>];
- пречник проводника [mm];
- тежина проводника [daN/m·mm<sup>2</sup>];
- E – модулеластичностиужета [daN/mm<sup>2</sup>];
- $\alpha$  – топлотни коеф. линеарног ширењаужета [1/°C];
- I – интензитет струје при којој се проводник загрева до 80°C<sup>(3)</sup> [A].



Слика 3 – списак типова проводника



Слика 4 – параметри проводника

Омогућено је копирање, додавање потпуно нових, брисање постојећих типова проводника, као и слање параметара смс/мејлом.

**Напомена.** Параметри одабраног типа проводника значајно утичу на механички прорачун и потребно је да корисник уноси/мења параметре са што већом прецизношћу. Иницијално унети типови проводника, са

параметрима у складу са прописима<sup>(3),(4)</sup>, корисник не може да мења/брише – али може да их копира и да врши промене над тим копијама.

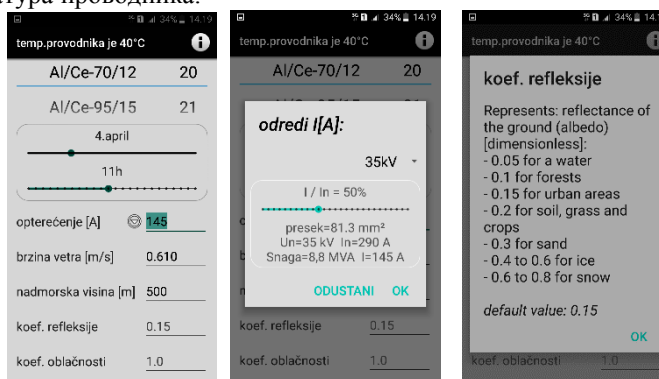
### МОДУЛ 3 – ТЕМПЕРАТУРА ПРОВОДНИКА

**Намена.** Одређивање температуре проводника у стационарном стању – при задатим климатским условима и струјном оптерећењу проводника. Алгоритам прорачуна, као и вредности параметара, урађени су према *Cigre* смерницама<sup>Cigre(5)</sup>.

**Коришћење.** Корисник задаје параметре прорачуна, као на слици 5. На основу задатих параметара на врху екрана се приказује прорачуната температура проводника.

Ако корисник нема информацију о тренутном струјном оптерећењу проводника, омогућено је да се на основу процене процента оптерећења далековода одреди интензитет струје – слика 6.

У падајућем менију омогућен је одабир приказа додатних информација о свим појединачним параметрима које уноси корисник, или су предефинисане у алгоритму – слика 7.



Слика 5 – температура пров.

Слика 6 – струјно оптерећење

Слика 7 – појашњење парамет.

**Напомена.** Често се најгрубља грешка, при одређивању параметара једначине стање, јавља при процени температуре проводника. Стога је потребно да корисник пре сваког механичког прорачуна проводника провери и што је могуће прецизније одреди температуру. У примеру на слици 5 је приказана израчуната температура при струјном оптерећењу од 145A:  $t(145A) = 40^{\circ}\text{C}$ , за разлику од:  $t(0A) = 31^{\circ}\text{C}$ .

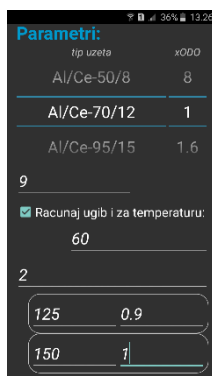
### МОДУЛ 4 – ТАБЕЛЕ УГИБА

**Намена.** Прорачун угиба у сваком појединачном распону у затезном пољу, и формирање табеле угиба.

**Коришћење.** Унос параметара је сличан као у модулу за решавање једн. стања. Разлика је у томе што корисник сада уноси и број распона у пољу, као и дужину и нагиб за сваки распон појединачно. Такође, корисник може да, поред стандардних, унесе и неку другу температуру за коју ће такође бити извршен прорачун и резултати приказани у табели угиба.

На слици 8 је приказан унос параметара. У питању је затезно поље од два распона: 125m( $\cos \psi=0,9$ ) и 150m( $\cos \psi=1$ ).

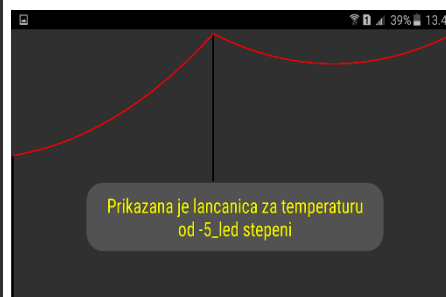
Табела угиба, са прорачунатим вредностима, приказана је на слици 9. Ту су наведене све релевантне величине прорачуна: критични и идеални распон, напрезања при коеф. „А“ и „В“ за сваку приказану температуру, и наравно угиб проводника у [cm].



Слика 8 – списак типова проводника

temp / raspon	-5_led	0	40	60
125,00	269	190	270	306
150,00	348	246	350	397
naprezanja	9,00	4,08	2,86	2,52
koef A	-0,57	0,12	5,66	8,43
koef B	682,60	69,85	69,85	69,85

Слика 9 – параметри проводника



Слика 10 – параметри проводника

Притиском на неку од вредности за температуру у табели угиба, на екрану се приказује ланчаница проводника – слика 10. Приказана ланчаница служи само као визуелизација затезног поља и нема посебну употребну намену.

**Напомена.** Предметни модул има јако битну улогу, јер поред самог одређивања табеле угиба омогућује да се на једноставан и брз начин упореде резултати ове апликације, са резултатима у табели угиба пројекта неког стварног далековода. Табела угиба је обавезан део сваког пројекта изградње/реконструкције далековода, и у њој се могу наћи сви подаци на основу којих је рачунат угиб. Корисник тако може да параметре наведене у пројекту унесе у ову апликацију и упореди добијене резултате у табелама угиба. Како сви модули ове апликације користе исти алгоритам за постављање и решавање једначине стања, тиме би верификацијом резултата из модула табеле угиба верификовали и тачност прорачуна напрезања и у свим осталим модулима.

Посебну пажњу обратити на вредност параметара проводника, јер су често у пројектима коришћене вредности који се разликују од оних иницијално унетих у ову апликацију<sup>(3),(4)</sup>.

## МОДУЛ 5 – УКРШТАЊЕ ДВА ДАЛЕКОВОДА

**Намена.** Прорачун вертикалног растојања између проводника два далековода на месту њиховог укрштања, а у складу са захтевима ПТН<sup>ПТН 1-400kV(6 чл.155)</sup>.

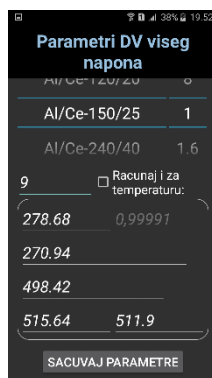
**Коришћење.** Модул је организован у три целине. Прва се односи на унос параметара далековода вишег напонског нивоа, односно далековода који је на вишој висини, други на параметре нижег напона, а трећи на приказ резултата.

На сликама испод приказан је пример прорачуна при укрштању ДВ 110kV (Al/Ce 150mm<sup>2</sup>) са ДВ 10kV (Al/Ce 50mm<sup>2</sup>).

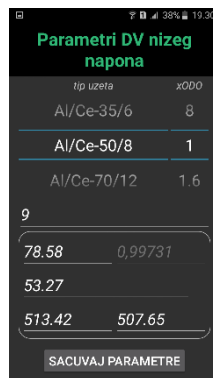
У примеру на слици 11, параметри далековода вишег напона су:

- распон – 278,68 m
- удаљеност места укрштања од вишег стуба – 270,94 m
- кота места укрштања – 498,42 m
- висина вешања на првом стубу – 515,64 m
- висина вешања на другом стубу – 511,9 m

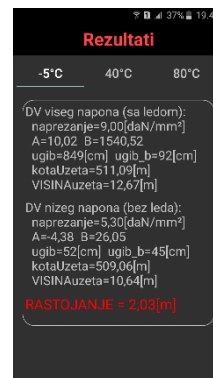
Параметри далековода нижег напона су приказани на слици 12.



Слика 11 – парам. ДВ вишег напона



Слика 12 – парам. ДВ нижег напона



Слика 13 – растојање проводника два ДВ

Резултати, односно коте и висине проводника на месту укрштања су дате на слици 13.

Конечан резултат је растојање између проводника ова два ДВ, које у овом примеру износи 2,03 m, што је мање од прописима дозвољених 2,5 m<sup>(6)</sup> – приказано црвеном бојом.

Прорачуни се врше за температуре проводника {-5,40,80}°C, а омогућено је кориснику да зада и неку другувредност. Извештај се корисничким одабиром може аутоматски послати путем смс/вибер/мејл поруке.

**Напомена.** Овим модулом апликације је аутоматизован прорачун који се врло често среће у пракси. Корисник може да упоредо са „снимањем трасе“ уноси податке у апликацију, и на лицу места одреди да ли је укрштање ДВ изведено у складу са прописима<sup>(6)</sup>.

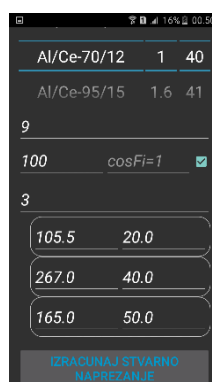
## МОДУЛ 6 – СТВАРНО НАПРЕЗАЊЕ

**Намена.** Прорачун напрезања проводника на основу мерења угиба у распону.

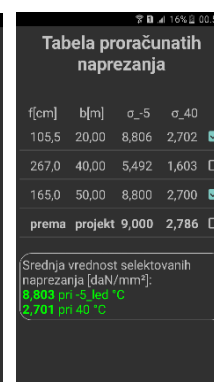
**Коришћење.** Ако је потребно да се упореди вредност напрезања проводника према пројекту и вредност која одговара тренутном угибу проводника, потребно је измерити угиб проводника на више места у једном распону.

На слици 14 приказан је пример у коме је мерена вредност угиба на три места у правом распону ( $\cos \psi=1$ ) дужине 100 m:

1. угиб 105,5cm на удаљености 20 m од стуба
2. угиб 267,0cm на удаљености 40 m од стуба
3. угиб 165,0cm на удаљености 50 m од стуба



Слика 14 – унос параметара



Слика 15 – ново напрезање

Прорачун се врши за задату температуру проводника, као и за температуру од  $-5(-20)^{\circ}\text{C}$ , и приказује се прорачунато напрезање за сваку унету вредност угиба – слика 15.

У последњем реду резултата дато је напрезање које је наведено у пројекту, односно оно које је корисник задао.

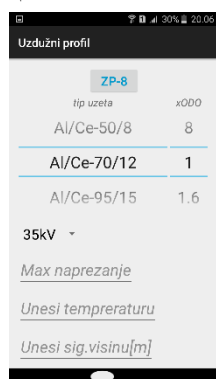
На дну екрана дата је средња вредност прорачунатих напрезања, при чему корисник, селектовањем, може да одабере које вредности улазе у збир.

**Напомена.** Препоручује се унос више мерених величина угиб/удаљеност, како би корисник имао увид у већи број прорачунатих напрезања, и тиме смањено грешку у процени стварног напрезања проводника. У примеру је коришћена и децимална вредност угиба (тачност у mm), чиме се утиче на прорачун друге и треће децимале напрезања.

## МОДУЛ 7 – ПРОВЕРА СИГУРНОСНИХ ВИСИНА

**Намена.** Ово је модул који има највише могућности и вероватно највећу употребну вредност. Користи се за исцртавање попречног профила трасе далековода, са учртаним објектима преко којих далековод прелази, ланчаницом проводника и провером сигурносних висина. Поред тога, омогућен је прорачун табеле угиба, сила напрезања стубова, сигурносних размака, отклона изолатора и предмера/предрачуна. Сви прорачуни се врше за конкретно затезно поље.

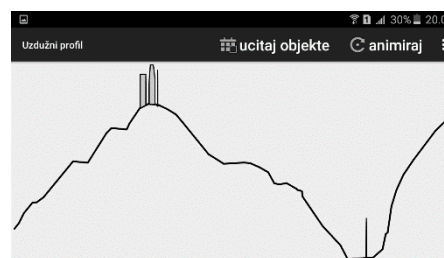
**Коришћење.** Поред стандардних улазних параметара – слика 16, додатни улазни податак је уздужни профил трасе. Корисник га учитава одабиром .txt фајла са меморије уређаја. То је текстуални фајл који садржи податке о појединачним тачкама уздужног профила, а свака тачка је дефинисана као уређен пар (стационажа, кота) – слика 17. Омогућено је кориснику да директно из апликације зада дужину за коју ће бити формиран уздужни профил са правим распонима. Тиме се елиминише потреба за екстерним фајловима код прорачуна величина једноставних траса (без нагиба) – равничарски предели, или нпр. сабирнице спољашњих постројења 110kV и 35kV у трафостаницама.



Слика 16 – унос параметара

0.00	322.47
6.43	323.41
13.60	325.07
26.06	326.82
32.20	326.88
41.99	327.71
84.83	333.71
106.16	333.48
133.32	338.44
140.44	339.27
162.54	339.03
166.54	340.03
181.28	342.55

Слика 17 – тачке профила



Слика 18 – исцртавање профила трасе

На сличан начин, одабиром *.txt* фајла са меморије уређаја, учитавају се подаци о објектима на правцу трасе далековода – у нашем примеру имамо два стамбена објекта и два стуба. Учитавањем наведених фајлова појављује се визуелни приказ уздужног профила – слика 18.

Након одабира улазних параметара корисник треба да унесе податке о стубним местима, односно стационаже и висине вешања најнижег проводника, на основу којих ће бити приказана слика трасе вода, заједно са стубовима и ланчаницом – слика 19 и слика 20.

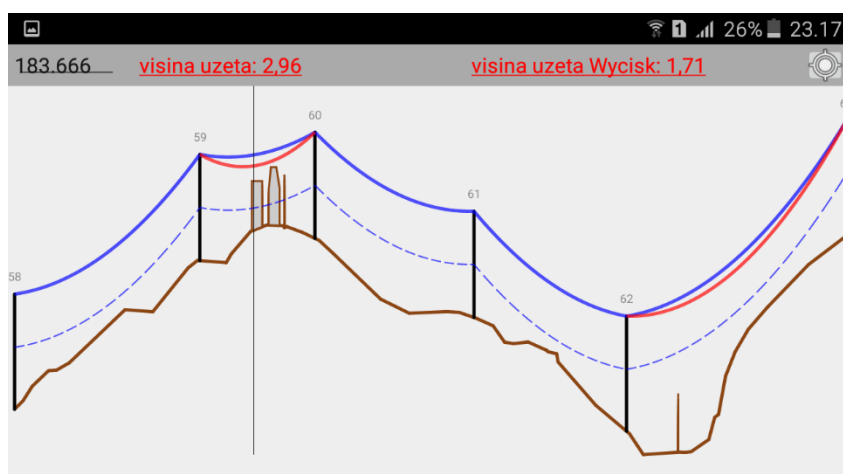


Слика 19 – одабир стубних места



Слика 20 – приказ уздужног профила са уцртаним стубовима и ланчаницом проводника

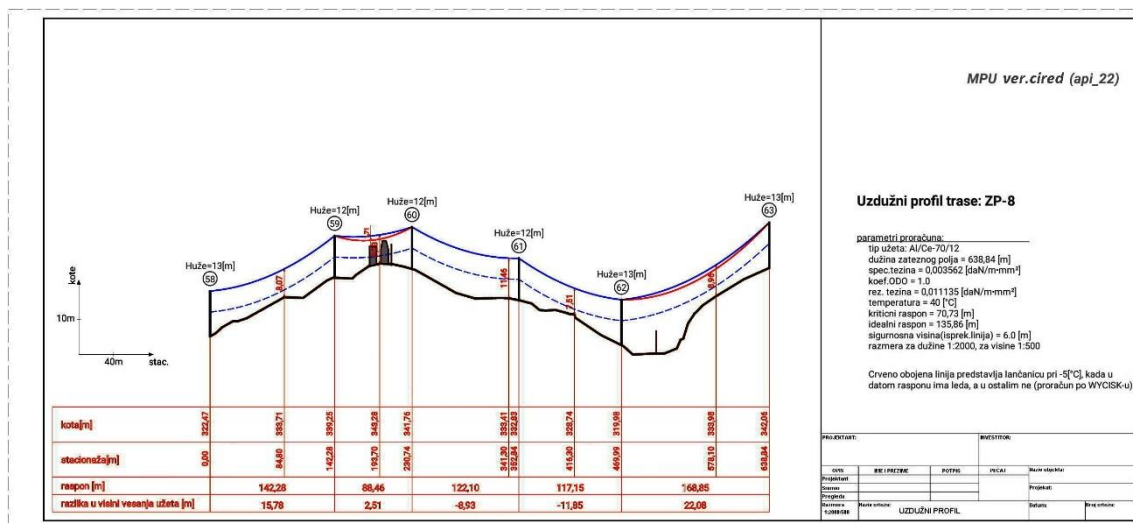
Испрекиданом линијом је приказана сигурносна висина, чију вредност уноси корисник – у овом примеру је 6m. Активирањем функције „prikazi visine uzeta“ корисник може да додиром екрана означи (или зада вредност) тачку за коју га интересује висина проводника. Уколико је потребно, може се задати у ком распону је потребно извршити прорачун и нацртати ланчаницу (црвена боја), када у њему има додатног терета на проводницима, а у суседним распонима не<sup>(6.чл.106)</sup>. Тај прорачун се извршава применом Wycisk



Слика 21 – корисник додиром екрана одабира тачке за приказ висине проводника изнад тла, односно изнад објекта методе<sup>КоментарПТН(7)</sup> – слика 21.

Одабир излазних података, које корисник може да копира/сними/пошаље, се врши преко падајућег менија:

Сачувај график: извршава креирање .png или .pdf фајла у коме је приказан уздужни профил са припадајућим елементима – слика 22. Профил се црта у размери 1:2000 по апциси и 1:500 по ординати.



Слика 22 – излазни подаци – уздужни профил затезног поља ознаке „ZP8“

Табела угиба: приказ резултата као у модулу „ТАБЕЛЕ УГИБА“.

Напрезање стубова: изводи прорачун сила којим проводник делује на конзолу, односно на врх стуба, за сваки стуб посебно. Прорачун је у складу са ПТН<sup>(6.чл.67÷70)</sup>.

При одабиру челично-решеткастих стубова прорачуни се врше за све три компоненте резултантне силе којом **један** проводник делује на место учвршћења на конзолу/стуб – Слика 23.

За бетонске стубове рачунате су<sup>ПТ 106(8)</sup> – Слика 24:

- вертикалне силе којом **један** проводник делује на место учвршћења на конзолу/стуб
- хоризонталне силе од **сва три** проводника заједно, сведене на врх стуба

Корисник за свако стубно место одабира тип стуба, тип конзоле и тип изолатора. Сви наведени елементи имају своју базу података у коју корисник може да додаје (брише) нове типове. У складу са одабраним параметрима и типовима елемената рачунају се силе, за сваки случај оптерећења дефинисан прописима<sup>(6),(8)</sup>.

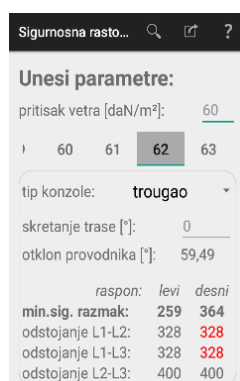
Добијени подаци могу се сачувати у ексел .xls табели, што знатно олакшава касније форматирање и презентацију добијених резултата, не везано за матичну апликацију.



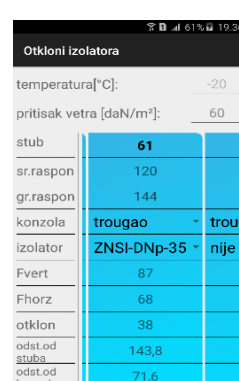
Слика 23 – прорачун сила Fx Fy Fz Frez



Слика 24 – прорачун верт. и хориз. сила



Слика 25 – сиг. растојања



Слика 26 – оtkлон изолатора

Сигурносни размаци: извршава проверу сигурносних размака између проводника<sup>(6.чл.28÷34)</sup>, за свако стубно место посебно.

На основу унетих параметара, користећи прорачунат угиб, рачуна се минимално међу-растојање које проводници морају да испуне.

Ако је стварно растојање између проводника, на средини распона, мање од минималног – тада је вредност растојања обележена црвеном бојом (слика 25), чиме се сигнализира кориснику да је потребно да промени неке од параметара прорачуна како би задовољио сигурносне размаке дефинисане прописима.



И овде је омогућен приступ бази податка за одабир типа конзоле, а такође и чување резултата уексел .xls табели.

**Отклон изолатора:** прорачун отклона viseћих изолатора на носећим стубовима у складу са прописима<sup>(6.чл.34)</sup>, за свако стубно место посебно.

На слици 26 приказан је пример резултата прорачуна. Основни излазни подаци су максимални отклон изолатора [°], одстојање изолатора (при максималном отклону) од стуба, и одстојање од конзоле, оба у [cm].

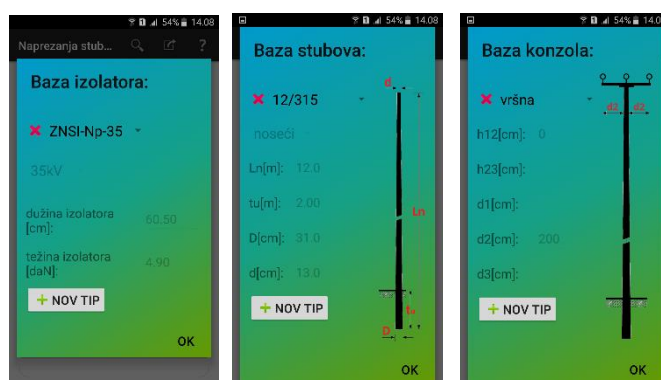
Тakoђе, и овде је омогућен приступ бази податка за одабир типа конзоле и изолатора, а такође и чување резултата уексел .xls табели.

**Предмер и предрачун:** на основу свих параметара које је унео корисник, формира се табела у којој су дате укупне количине по типовима употребљених елемената, као и њихова укупна и јединична цена[€]. У питању су пројектантске цене, за потребе утврђивање буџета за изградњу посматраног затезног поља. Јединичне цене обухватају средства потребна за набавку и уградњу предметне опреме. Корисник има могућност да их коригује. Омогућено је креирање ексел .xls табеле предмера са предрачуном.

**Напомена.** Корисник има могућност да додаје нове типове стубова, конзола и изолатора у базу података.

Тачност унетих параметара ће се одразити на тачност прорачуна и вредност излазних података.

На слици 27 дат је преглед поступка којим корисник дефинише нове типове, са одговарајућим визуелним приказом који се мења у складу са унетим параметрима.

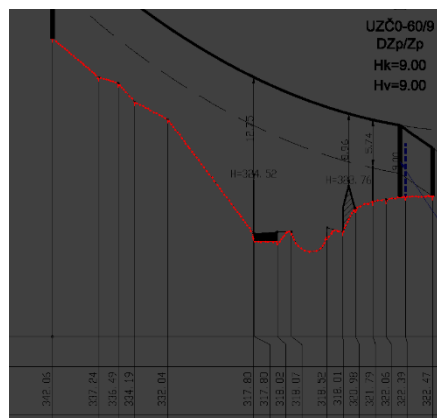


Слика 27 – креирање нових типова изолатора/стубова/конзола

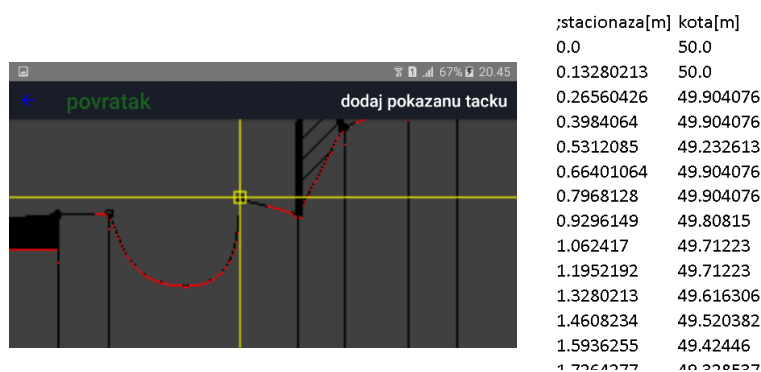
## МОДУЛ 8 – ОЧИТАЈ УЗДУЖНИ ПРОФИЛ ТРАСЕ

**Намена.** Креирање табеле са подацима о тачкама уздужног профила трасе – уређеним паровима (стационажа, кота), на основу слике уздужног профила, односно .png/.jpg фајла. Често при реконструкцији/санацији далековода нису доступни подаци о снимљеним тачкама дуж трасе – у постојећем пројекту нису наведене тачке које су геометри снимили при креирању уздужног профила, али у пројекту свакако постоји цртеж трасе на основу снимљених података. Управо тај цртеж (слику) користи овај модул како би могли да програмски реконструирамо тачке уздужног профила, без потребе за изласком на терен геометара и поновним снимањем трасе.

**Коришћење.** Корисник одабира слику уздужног профила на основу које ће бити креиране појединачне тачке. На слици означава линију којом је исцртана траса (тло/земља) далековода, а апликација даље врши препознавање линије трасе и креира појединачне тачке – тачке означене црвеном бојом, слика 28.



Слика 28 – препознавање тачака



Слика 29 – корисничко дефинисање тачке Слика 30 – излазни подаци

Омогућено је да корисник по потреби додаје/брише појединачне тачке како би повећао прецизност препознавања – слика 29. Када су све тачке препознате корисник уноси минималну и максималну вредност и стационарна и кота, што читава са слике уздужног профила. На основу тога апликација скалира препознате тачке и релативне вредности конвертује у апсолутне, које затим сачува .txt фајлу у меморији уређаја – слика 30. Тиме добијамо податке које можемо да користимо у претходном модулу, и да на тако учитаној траси вршимо нпр. померање стубних услед реконструкције (повећања пресека проводника) далековода.

**Напомена.** Модул није комплетан, тачније није завршен. Ради искључиво са сликама које су настале директним конвертовањем оригиналних .pdf фајлова профила трасе – у .png/.jpg слике. Проблем је што корисник најчешће нема оригинални .pdf фајл профила, већ цртеж профила добија сликањем/скенирањем профила који се налази у папирном пројекту далековода. То модулу ствара проблем због неравномерног фокусирања слике и/или неједнаког растојања између објектива и делова слике – јер долази до неправилног скалирања и препознавања тачака. Тада прави значајне грешке па добијени резултати нису довољно прецизни, што значајно умањује употребну вредност овог модула.

Проблем је наравно решив, само ја немам потребно знање за то, а ни времена да сада активно приступим његовом решавању. Професионални програмери могу ово да направе, али то наравно кошта. Пошто сам планирао да апликација буде бесплатна, онда је питање да ли ће овај модул бити део апликације коју ћу да представим. Можда ће и бити, са јасном назнаком о тренутним ограничењима.

## ДРУГАЧИЈА ПРИМЕНА МОДУЛА

Корисник није обавезан да модуле стриктно употребљава на претходно дефинисане начине. Има слободу да прорачуне, које модули нуде, прилагоди својим потребама и условима. Тако на пример, модул „Укритање два ДВ“ може да се користи за проверу сигурносних висина изнад стамбеног објекта или пута. За параметре ДВ вишег напона унесу се параметри ДВ који посматрамо, а за параметре ДВ нижег напона уносимо удаљеност од стуба – 0 m, коте вешања – 0 m (или уносимо висину објекта), а све остале параметре занемаримо. На тај начин добијамо вредност удаљености проводника од коте терена (коте објекта) за различите температуре.

## ЗАКЉУЧАК

Апликација „MPU“ аутоматизује и значајно убрзава извођење прорачуна везаних за пројектовање далековода. Елиминише потребе за десктоп рачунаром и пратећим лиценцама за windows, CAD програме и додатке за механичке прорачуне. Апликација је бесплатна (или са ценом нижом од пар €...), на српском језику, без рекламе и ради без потребе за интернет конекцијом. Демонстрација употребе апликације је доступна на линку <https://rebrand.ly/mpu>.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ђурић М, 2009, „Елементи ЕЕС-а”, „Беопрес” Београд, стр. 34÷48
2. Хатибовић А, 2014, „Одређивање једначина водода и угибана основу заданог параметралне линице”, „Босанскохерцеговачка електротехника“ бр.8
3. SRPS EN 50182, 2012, „Table F.19“
4. ЈП ЕПС, 2014, „Прилог ГП број 10 а и 10 г“, IV издање, стр.4
5. Cigre-Working Group B2.43, 2014, „Guide for thermal rating calculations of overhead lines“
6. „ПТН за изградњу надземних елевоводова називног напона 1 kV ÷ 400 kV“, 1988
7. „Коментар ПТН за изградњу надземних елевоводова“ – ГСЕ 44/80, 1988, стр.122
8. ЈП ЕПС, 2003, „ТП број 10б“, I издање, одељак 6