

## Упоредна анализа примене рачунарских програма за планирање извођења радова на примеру уређења слива Трнавске реке

### Comparative analysis of the application of computer software for planning the execution of works on the example of arrangement of Trnava river basin

Лазар Радловић<sup>1\*</sup>, Нада Драговић<sup>1</sup>, Живан Стојменовић<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Универзитет у Београду, Шумарски факултет, Кнеза Вишеслава 1

<sup>2</sup> Универзитет у Београду, Грађевински факултет, Булевар краља Александра 73

\*lazar.radulovic@sfb.bg.ac.rs

#### Извод

Специфичности извођења радова на уређењу бујичних токова, уз капацитете којима располажу извођачка предузећа, често доводе до прекорачења рокова за изградњу објеката, а самим тим и повећања трошкова за реализацију пројекта. Применом метода за планирања и управљања пројектима могуће је превазићи негативне појаве везане за извођење радова у бујичним сливовима. Планирањем се утврђује трајање радова, динамика извођења као и потребе у ресурсима што за циљ има најбржу и најекономичнију изградњу. Као подршка процесу планирања могу се користити различити софтверски пакети који омогућавају праћење животног циклуса пројекта. У раду је приказана упоредна анализа три рачунарска програма, *TactPlan*, *Microsoft Project* и *Primavera Project Planner* за планирање извођења радова на уређењу слива Трнавске реке.

Кључне речи: уређење бујичног тока, планирање, CPM метода, *Microsoft Project*, *TactPlan*, *Primavera Project Planner*.

#### Abstract

The specifics of execution of works on the arrangement of torrential flows with the capacities of the contractor companies often lead to exceeding the deadlines for the construction of facilities, and thus to an increase in the costs for the realization of the project. By applying the methods of planning and project management, it is possible to overcome negative phenomena related to the execution of works in torrential basins. Planning determines the duration of works, the dynamics of execution as well as the needs in resources, which aims at the fastest and most economical construction. Various software packages can be used to support the planning process, which enable the monitoring of the project life cycle. The paper presents a comparative analysis of three computer programs, *TactPlan*, *Microsoft Project* and *Primavera Project Planner*, for planning the execution of works on the improvement of the Trnava river basin.

Key words: torrent control, planning, CPM method, *Microsoft Project*, *TactPlan*, *Primavera Project Planner*.

#### УВОД

Бујичне поплаве припадају групи природних хидролошких непогода које су у директној вези са ерозионим процесима и распрострањене су у целом свету, укључујући и територију Републике Србије, где представљају једну од најфреквентнијих природних

непогода (Karović Solomun et al., 2021). Њихова појава везана је за бујичне водотокове којих је на територији Републике Србије регистровано преко 11.500 (Ристић и сар., 2016). Бујичне поплаве карактериште стохастички и стихијски карактер. Ове природне непогоде понекад имају немерљиве последице у еколошкој, економској и социјалној сфери. Због специфичности овог типа поплава који се у многе разликује од поплава на великим рекама немогуће је применити класичне мере одбране од поплава. С тим у вези неопходно је применити превентивне мере и радове и њима смањити вероватноћу од настанка бујичних поплава, при чему би требало тежити интегралном уређењу слива. Овакав концепт уређења бујичних слива обухвата стратегију, мере, методе, конструкције и активности усмерене у циљу управљања и обуздавања бујичних процеса, као и управљања и усмеравања друштвено-економских активности у угроженој зони (Драговић, 2021).

Извођење радова у бујичним сливовима, за разлику од сличних инвестиционих пројеката у грађевинарству, условљено је специфичностима у које спадају: саме карактеристике бујичног тока (поплавни таласи које је врло често немогуће предвидети), конфигурација терена (стрме и уске долине у горњим токовима који ограничавају фронт рада), врста и обим радова. Управо ове специфичности заједно са ресурсима (радна снага, материјал и механизација) којима располажу извођачке фирме у овој области, врло често доводе до продужетка рока за изградњу објекта, не стављања објекта у функцију у предвиђено време, а самим тим и повећања трошкова реализације пројекта (Драговић, 2021).

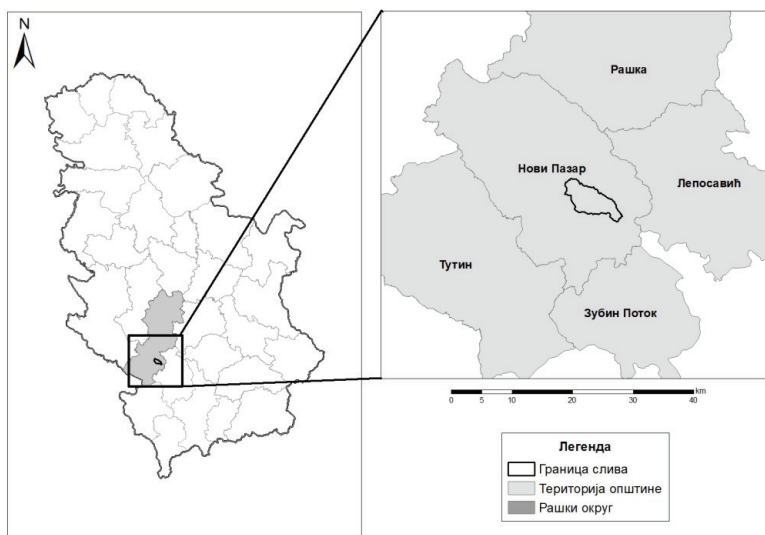
Негативне појаве везане за извођење ових радова могуће је превазићи израдом пројекта организације и технологије грађења који омогућава ефикасно сагледавање неопходних корака које треба предузети за формирање градилишта, припрему посла, почетак и реализацију радова чиме се формира комплетна представа о реализацији посла (Ивковић и сар. 2021.). Уз то, кроз пројекат организације грађења дефинишу се кључни елементи (време, трошкови и ресурси) на основу којих се закључује о динамици одвијања радова. Технологија грађења у случају изградње објекта за заштиту од бујичних поплава и ерозије условљена је специфичностима бујичних слива: фронтом рада, топографским карактеристикама посматраног подручја, стручном, кадровском и техничком оспособљеношћу потенцијалног извођача и др. (Драговић, 2021).

Планирање, као иницијална функција у процесу управљања, од значаја за сагледавање будућих догађаја, задатака и циљева, много је олакшана применом рачунара и софтвера за планирање. Рачунарски програми и програмски пакети омогућавају интегрално управљање, планирање, реализацију али и контролу тока реализације пројекта (Мирковић, 2006). Осим тога, рачунарски програми за планирање омогућавају добру прегледност и видљивост тренутног стања одвијања радова, њихову анализу и реакцију на уочене грешке и недостатке (Јовановић, 2008).

У овом раду је разматрана примена различитих рачунарских програма за планирање извођења радова на примеру уређењу слива Трнавске реке.

## МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

Планирање извођења радова применом рачунарских програма вршено је за уређење слива Трнавске реке. Слив Трнавске реке налази се на територије општине Нови Пазар. Слив је издуженог облика, површине 9,4km<sup>2</sup>, са правцем пружања северозапад-југоисток. Трнавска река представља највећу притоку реке Јошанице и у њу се улива у Новом Пазару. Просторни положај слива приказан је на слици 1.



Слика 1. Географски положај слива Трнавске реке  
Figure 1. Location of Trnava river basin

Планирани радови на Трнавској реци разматрани су кроз концепт интегралног антиерозионог уређења слива, у циљу превенције од бујичних поплава и заштите земљишта од ерозије. Предвиђени радови обухватају техничке, биотехничке и биолошке радове (Станојевић, 2016).

За планирање извођења радова за уређење бујичних сливова највећу примену нашли су мрежни дијаграми и гантаграми који се израђују у оквиру метода мрежног планирања (Драговић, 2021). Технике мрежног планирања нарочито су ефикасне када се планирају процеси који трају једнократно (Петрић, 1987), какви су радови у бујичарству. Уз то технике мрежног планирања чине основу већине рачунарских програма за планирање и управљање пројектима (Петровић и сар. 2020).

Две најпознатије методе технике мрежног планирања, из којих су развијене многобројне модификоване методе су *CPM* – метода (*Critical Path Method* – метода критичног пута) и *PERT* – метода (*Program Evaluation and Review Technique* – Метода оцене и ревизије пројекта). *CPM* – метода представља детерминистичку методу технике мрежног планирања јер се прорачун трајања активности врши на основу норматива рада, статистичких и искуствених података. *PERT* – метода је стохастичког карактера, односно време трајања активности се претпоставља. *PERT* – метод се најчешће користи код пројеката који се реализују по први пут и где није могуће прецизно одредити време трајања појединих активности.

Када су у питању противерозиони радови, с обзиром на познату технологију извођења, најчешће се примењује *CPM* – метода (Dragović et al. 2017).

Прва фаза у примени *CPM* методе је анализа структуре која са аспекта планирања обухвата испитивање и утврђивање редоследа и узајамних односа свих активности у пројекту, што не представља ништа друго до одраз технологије извођења радова (Петрић, 1987.). Резултат спроведене анализе стурктуре је мрежни дијаграм. Први корак у анализи

структуре представља састављање листе активности и анализа њихове међусобне повезаности и условљености, узимајући у обзир изабрану технологију грађења. Након састављања списка активности и утврђивања њиховог логичног редоследа приступа се конструкцији мрежног плана. Анализа структуре извршена је на основу Пројекта за уређење слива Трнавске реке (Станојевић, 2016).

Други корак у примени *CPM* методе представља анализа времена. Циљ анализе времена је да конструисан мрежни дијаграм, односно технологија одвијања радова добије временску димензију (Драговић, 2021). Анализа времена спроводи се независно од анализе структуре што је једна од предности техника мрежног планирања. Прецизно одређивање времена трајања активности условљено је тачним описом предвиђених поступака за њено извршење, односно изабраном технологијом грађења. Прорачун потребног времена за сваку активност извршен је према нормативима рада и количинама које су наведене у предмру радова, као и прорачун потреба у ресурсима (радној снази, механизацији и материјалу).

Поред анализе структуре и времена у оквиру *CPM* методе спроводи се и анализа трошкова, односно разматрање односа трошкова и времена реализације појединих активности.

## РАЧУНАРСКИ ПРОГРАМИ ЗА ПЛАНИРАЊЕ И УПРАВЉАЊЕ

Софтверски пакети за планирање и управљање користе се у различитим областима друштвене и привредне делатности, те је самим тим, јако интензиван развој нових и усавршавање постојећих рачунарских програма. Рачунарски програми за планирање и управљање пружају широк спектар алата који омогућавају процес управљања пројектом. Користе се за планирање активности, управљање ресурсима, праћење реализације пројекта, процену трошкова, упоређивање планираних активности са реализованима, као и низ других операција (Mitrović i sar. 2011).

Избор рачунарског програма који ће се користити за планирање најчешће зависи од сложености пројекта. Данас постоји велика понуда софтверских пакета за планирање и управљање пројектима. Неки од тих програма су: *Microsoft Project*, *GanttProject*, *Primavera Project Planner*, *Jira*, *One point Project*, *Copper*, *Liquid planner*, *Project Open*, *Asana*, *Vico office*, *Work Plan Enterprise* и други (Mitrović i sar. 2011). Програмски пакети разликују се према начину рада – могу се инсталирати на рачунару или користити „на мрежи“ путем интернет претраживача. Такође разликују се и према трошковима – одређени програмски пакети захтевају лиценцу док су неки *open - source* типа (Петровић и сар. 2020). Рачунарски програми се такође разликују према спектру додатних алата који се користе за различите сегменте у управљању (анализа ресурса, анализа ризика, различите врсте извештаја и сл.), те разликујемо једноставне и сложене софтвере.

У овом раду анализиране су могућност и функционалност три програма: *Microsoft Project (MS Project)* и *Primavera Project Planner* који су одавно присутни на тржишту и *Tact-Plan* који је софтвер новије генерације намењен планирању и управљању пројектима у грађевинарству.

***MS Project*** је један од најпознатијих софтверских пакета који се користи у планирању пројеката. Иницијално је развијен као интерни алат који је требао да служи за

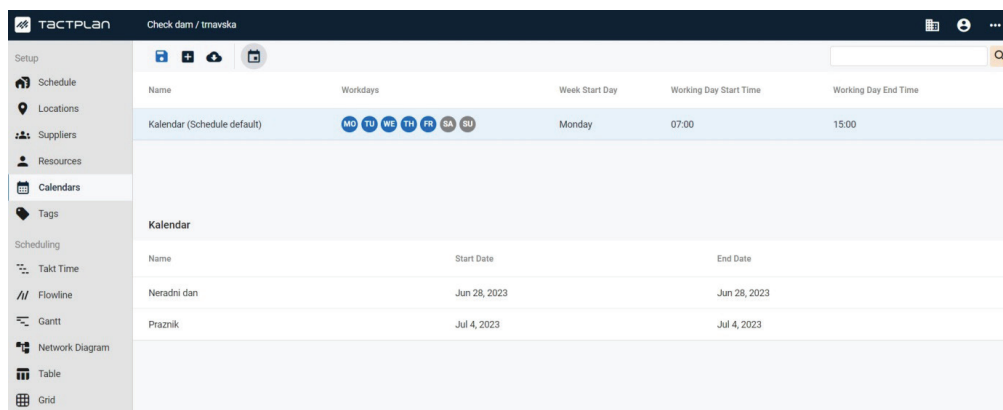
управљање velikim brojem projekata koji su se u to vreme razvijali u kompaniji *Microsoft* (Mitrović i sar. 2011). Razvijen je u skladu sa logikom široko prihvaćenog *MS Office* paketa te je ostvarena konzistentnost u smislu jedinstva komandi i mogućoj integraciji sa drugim programima iz *MS Office* paketa (Momirowiћ, 2014).

**Primavera Project Planner** razvijen je osamdesetih godina dvadesetog века kao jedan od najboljih softverskih rešenja na tržištu projektnog portfolija menadzmenta (Mitrović i sar. 2011). Od 2009. godine pripojena je kompaniji *Oracle* te se naziv softvera meња u *Oracle Primavera (Oracle Primavera P6 Enterprise Project Portfolio Management)*. Uz *MS Project*, *Primavera* se danas nalazi među najrasprostranjenijim softverima za planiranje i upravljanje projektom u svetu.

**TactPlan** je softver novijeg datuma koji se i dalje unapređuje. Njega karakteriše takozvani *cloud-based* princip rada, odnosno rad u programu se odvija na mreži, gde se i čuvaju podaci, tako da je pristup moguć sa različitih mesta od strane nekoliko rukovodilaca projekta u isto vreme.

## РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Пре примене рачунарских програма извршен је прорачун времена неопходног за извршење сваке активности према нормативима рада и количинама које су одређене предмером радова, као и прорачун потребних ресурса (радна снага, механизација и материјал). Рад у софтверу *TactPlan* карактерише једноставност приликом уношења података и дефинисања свих параметра неопходних за планирање извођења пројекта. Рад у програму започиње се уношењем основних података о пројекту (назив и време трајања извођења). Следећи корак је дефинисање радног времена као и броја радних дана у недељи као и дефинисање нерадних дана односно празника (слика 2).



Слика 2. Приказ дефинисања радног времена и нерадних дана у *TactPlan*-у  
Figure 2. Defining working hours and non working days in *TactPlan*

*TactPlan* даје могућност дефинисања добављача за материјала, где се на једном месту, у посебној картици, може саставити списак добављача са основним подацима о сваком добављачу (слика 3). Такође, у истој картици могуће је дефинисати и подизвођаче укључене у реализацију

Уношење активности у *TactPlan* може да се обави на неколико начина. Активности је могуће уносити табеларно где није неопходно пратити хронолошки редослед одвијања активности или се активности се могу уносити кроз мрежни дијаграм. Након уношења активности неопходно је дефинисати њихово време трајања као и међусобну зависност. Програм даје могућност дефинисања четири типа веза између активности: завршетак – почетак (*finish to start – FS*), завршетак – завршетак (*finish to finish – FF*), почетак - почетак (*start to start – SS*), и почетак – завршетак (*start to finish – SF*). За сваку активност уз међусобну зависност и трајање, могуће је дефинисати и ресурсе као и пратити прогрес извршења активности.

| TACTPLAN            |  |  |  |  |  |
|---------------------|--|--|--|--|--|
| Check dam / tmavska |  |  |  |  |  |
| Setup               |  |  |  |  |  |
| Schedule            |  |  |  |  |  |
| Locations           |  |  |  |  |  |
| Suppliers           |  |  |  |  |  |
| Resources           |  |  |  |  |  |
| Calendars           |  |  |  |  |  |
| Tags                |  |  |  |  |  |

| Color                                                                             | Code | Name | Capacity | Supplier                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------|------|----------|-----------------------------|
|  | 1    | RIV  | 2        | Podizvođač, zidarski radovi |
|  | 1.1  | Rili | 1        | Podizvođač, zidarski radovi |

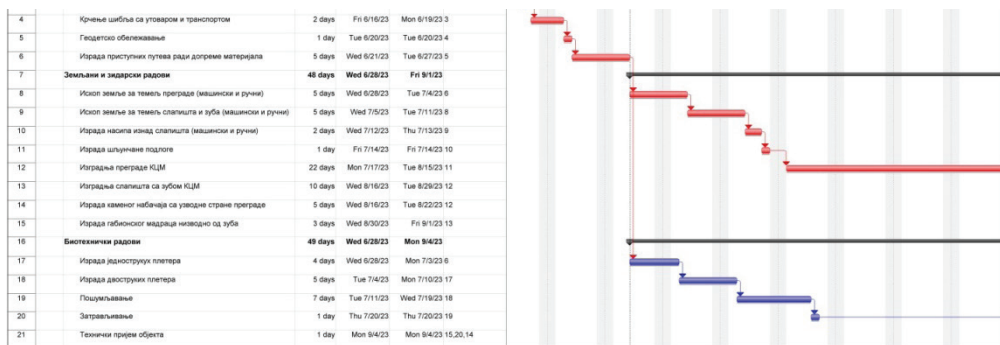
Дефинисањем ових параметара добија се динамички план извођења радова. *TactPlan* даје могућност прегледа радова на неколико различитих начина, у виду гантограма (слика 5), мрежног плана, циклograma или кроз табеларни приказ.



( 28 )

Програм *MS Project* има велику примену код планирања извођења радова и реализације најразличитијих пројеката. Рад у програму је сличан као и рад у програму *Tact Plan*. Интерфејс програма креиран је тако да корисника систематично води кроз процес планирања. Први корак је дефинисање пројекта, где је неопходно дефинисати датум почетка пројекта. Следећи корак је дефинисање радног времена при чему се дефинишу радни дани, број радних сати као и нерадни дани у току месеца (викенди и празници). Након дефинисаног почетка пројекта и радног времена неопходно је унети активности у склопу пројекта. Активности се уносе у табелу, при чему се у оквиру активности дефинишу трајање активности као и ресурси (радна снага, механизација) који су неопходни за извршење активности у планираном трајању. Такође радове је могуће поделити у фазе што је превасходно од значаја за грађевинарство, али приликом планирања бујичарских и противерозионих радова поделу је могуће извршити на припремне, земљане, тесарске, зидарске и друге радове. Активности се не морају бити нужно хронолошки уносити у табелу али је то препоручљиво због лакшег праћења процеса одвијања радова. Следи успостављање међусобне зависности са другим активностима при чему *MS Project*, као и код *TactPlan* –а, нуди четири врсте веза између активности - завршетак – почетак (*finish to start – FS*), завршетак – завршетак (*finish to finish – FF*), почетак - почетак (*start to start – SS*), и почетак – завршетак (*start to finish – SF*). Међусобним повезивањем активности добија се гантограм радова. За разлику од *Tact Plan* – а у коме је поред гантограма могуће мењати приказ у циклограм или мрежни дијаграм, *MS Project* уз приказ гантограма нуди приказ мрежног дијаграма као и календарског приказа који се ретко користи. *MS Project* даје приказ критичног пут који је приказан изнад критичних активности на гантограму, што није случај у софтверу *TactPlan*.

Потребе у ресурсима уносе се у засебну табелу, при чему се дефинишу радници по структури и квалификацији као и цена њиховог ангажовања по часу. Такође, још једна предност *MS Project* – а је приказ хистограма у потребама за ресурсима, што је од великог значаја за оптимизацију пројекта. На слици 6 приказан је динамички план извођења радова на уређењу слива Трнавске реке применом *MS Project* - а.



Слика 6. Динамички план напредовања радова на уређењу слива Трнавске реке применом *MS Project*-а

Figure 6. Gantt chart for the progress of works on arrangement of the Trnava river in *MS Project*

*Primavera Project Planner* представља сложенији програм од претходна два. Рад у програму отпочиње дефинисањем назива и времена почетка односно завршетка пројекта. Након тога неопходно је формирање *EPS* чворишта (*Enterprise Project Structure*) који представља пројекте на којима се тренутно ради, односно представља фазе пројекта. За уношење активности



закључити да су сви анализирани програми применљиви у сфери бујичарских радова при чему предњачи *MS Project* због једноставности и времена колико је присутан на тржишту. Међутим не треба занемарити и софтвере новије генерације, као што је анализирани *Tact-Plan* јер се са развојем технологије побољшава и поједностављује планирање радова.

## ЛИТЕРАТУРА:

- Драговић Н. (2021): Организација противерозионих радова, Материјал за припрему испита. Шумарски Факултет Универзитета у Београду, Београд;
- Dragović N., Vulević T., Todosijević M., Kostadinov S., Zlatić M. (2017): Minimization of direct costs in the construction of torrent control structures, *Tehnički vjesnik*, 24 (4), 1123-1128. <https://doi.org/10.17559/TV-20140612215042>
- Ивковић Б., Поповић Ж., Стојадиновић З. (2021): Управљање пројектима у грађевинарству, CFP Apostrof;
- Jovanović, P. (2008): Upravljanje projektima, Project management, Visoka škola za upravljanje projektima, Beograd;
- Kapović Solomun, M., Ferreira, C. S. S., Zupanc, V., Ristić, R., Drobnjak, A., & Kalantari, Z. (2021): Flood legislation and land policy framework of EU and non-EU countries in Southern Europe. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, e15596. <https://doi.org/10.1002/wat2.1566> ;
- Mitrović Z., Obradović V., Mihić M. (2011): Usporedna analiza softvera za upravljanje projektima, *Zbornik radova, VIII Skup privrednika i naučnika: Operacioni menadžment u funkciji održivog ekonomskog rasta i razvoja Srbije 2011-2020*, Beograd, 01-02. novembar 2011 godine;
- Mirković S. (2006): Civil engineering projects realization management, *Facta universitatis - series: Architecture and Civil Engineering* 2006, vol. 4, br. 2, str. 85-89;
- Петрић Ј. (1987) : Операциона истраживања, Научна књига, Београд;
- Петровић В., Драговић Н., Вулевић Т., Тодосијевић М., Момировић Н. (2020): Упоредна анализа примене рачунарских програма за планирање извођења радова на санацији бране Каменица, часопис Ерозија 46, Удружење бујичара Србије;
- Ристић Р., Милчановић В., Малушевић И., Половина С. (2016): Ерозија земљишта и бујичне поплаве у Србији, Тематски зборник – Деградација и заштита земљишта, Шумарски факултет Универзитета у Београду, Београд;
- Станојевић А. (2016): Пројекат за извођење уређења слива Трнавске реке, стручни рад, Шумарски Факултет Универзитета у Београду, Београд;
- Cvijanović, D., Hamović, V., Mihailović, B. (2011): Menadžment koncepti i tehnike kao podrška poslovnom odlučivanju preduzeća, *Škola biznisa*, preuzeto sa <http://www.vps.ns.ac.rs/SB/2011/5.7.pdf> (februar 2023.);