

Upotreba dodatka Rješavatelj programa Microsoft Excel pri donošenju odluka u okruženju elektroničkog poslovanja privatnog i javnog sektora

Kelava, Kristina

Graduate thesis / Diplomski rad

2025

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Economics and Business / Sveučilište u Zagrebu, Ekonomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:148:039438>

Rights / Prava: [Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported/Imenovanje-Nekomercijalno-Dijeli pod istim uvjetima 3.0](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-26**



Repository / Repozitorij:

[REPEFZG - Digital Repository - Faculty of Economics & Business Zagreb](#)



**Sveučilište u Zagrebu Ekonomski fakultet
Specijalistički diplomski stručni studij Elektroničko poslovanje u
privatnom i javnom sektoru**

**UPOTREBA DODATKA RJEŠAVATELJ PROGRAMA
MICROSOFT EXCEL PRI DONOŠENJU ODLUKA U
OKRUŽENJU ELEKTRONIČKOG POSLOVANJA
PRIVATNOG I JAVNOG SEKTORA**

Diplomski rad

Kristina Kelava, 0321012141

Zagreb, siječanj 2024.

**Sveučilište u Zagrebu Ekonomski fakultet
Specijalistički diplomski stručni studij Elektroničko poslovanje u
privatnom i javnom sektoru**

**UPOTREBA DODATKA RJEŠAVATELJ PROGRAMA
MICROSOFT EXCEL PRI DONOŠENJU ODLUKA U
OKRUŽENJU ELEKTRONIČKOG POSLOVANJA
PRIVATNOG I JAVNOG SEKTORA**

Diplomski rad

Student: Kristina Kelava

JMBAG studenta: 0321012141

Mentor: dr. sc. Jasmina Pivar

Zagreb, siječanj 2024.

Izjava o akademskoj čestitosti

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je diplomski rad / prijava teme diplomskog rada isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu, a što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

Izjavljujem da nijedan dio rada / prijave teme nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz necitiranog izvora te da nijedan dio rada / prijave teme ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem, također, da nijedan dio rada / prijave teme nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Kristina Kelava

(vlastoručni potpis studenta)

(mjesto i datum)

STATEMENT ON THE ACADEMIC INTEGRITY

I hereby declare and confirm by my signature that the final thesis is the sole result of my own work based on my research and relies on the published literature, as shown in the listed notes and bibliography.

I declare that no part of the thesis has been written in an unauthorized manner, i.e., it is not transcribed from the non-cited work, and that no part of the thesis infringes any of the copyrights.

I also declare that no part of the thesis has been used for any other work in any other higher education, scientific or educational institution.

(personal signature of the student)

Kristina Kelava

(place & date)

Sažetak i ključne riječi

Značenje engleskog glagola *excel* jest odlikovati se ili isticati čime, a u okruženju elektroničkog poslovanja to se može kazati za Microsoftov program *Excel*. Jedan od razloga je i njegov dodatak naziva *Rješavatelj* (engl. *Solver*) koji pruža potporu procesu donošenja odluka. Glavni cilj rada je opisati i kritički se osvrnuti na primjere primjene dodatka *Rješavatelja* pri donošenju odluka u elektroničkom poslovanju na zamišljenim primjerima pet poduzeća. U poglavlju o proračunskim tablicama i programu Excel bit će predstavljena kratka povijest računala, pojam proračunske tablice i kako se Excel pozicionirao na tako poželjno mjesto u glavama korisnika. Proračunske tablice pružaju mogućnost organizacije podataka, a *Excel* kao dio Microsoft Office paketa ima alate za rješavanje poslovnih problema. Jedan takav je i dodatak *Rješavatelj*, a u radu će biti pojašnjen njegov način rada, funkcionalnosti te prednosti i nedostaci. U radu će, nadalje, biti iznijete teorijske spoznaje o poslovnom odlučivanju – vrstama i metodama donošenja odluka u menadžmentu, alatima za potporu odlučivanju te kako dodatak *Rješavatelj* može pomoći u procesu donošenja odluka. Nedvojbeno menadžerima danas više nije dovoljna samo intuicija, već im treba sve više smjernica za poduzimanje daljnjih radnji temeljenih na stvarnim podacima. Kod strateških pitanja poput onih iz područja upravljanja lancem opskrbe, financijskog planiranja, rasporeda radnih sati te optimizacije proizvodnje menadžerima *Excel* može puno pomoći. U glavnom dijelu rada, dakle, demonstrirat će se upotreba *Rješavatelja* za analitičko modeliranje poslovnih problema u slučajevima pet zamišljenih poslovnih subjekata. Poslovni subjekti su u različitim sektorima i industrijama, a suočavaju se s problemima koji su rješivi pomoću *Rješavatelja*. Na taj način oslikat će se kako je široko primjenjiv ovaj dodatak. U preposljednjem poglavlju bit će napravljena diskusija o tome kako se *Rješavatelj* može upotrijebiti u elektroničkom poslovanju privatnog, ali i javnog sektora. Doprinos rada bit će i u provođenju upravo te diskusije, a od znanstvenih metoda bit će zastupljen kritički osvrt na mogućnosti primjene spomenutog dodatka u Excelu. Od izvora podataka, u radu će biti zastupljeni sekundarni izvori podataka, prvenstveno knjige u fizičkom i elektroničkom obliku te stručni i znanstveni članci iz elektroničkih baza.

Ključne riječi: *Microsoft Excel*, *Rješavatelj*, donošenje poslovnih odluka, linearno programiranje, e-poslovanje

Summary and keywords

To excel is to be very good and even better than most others at something and in today's day and age of electronic businesses *Microsoft Excel* certainly meets that definition. One of the reasons is its *Solver* add-on that provides support in decision-making process. The main goal of the paper is to critically reflect on the application of the *Solver* add-on as described on five imaginary business cases of companies from private and public sector. Firstly, in the chapter on spreadsheets and *Excel* software a brief history of computers will be laid out, as well as something about spreadsheets. Ideas on how and why Microsoft's product was so successfully positioned in the minds of users will also be presented. The following chapter is a deep-dive behind the idea of *Solver* add-on, its mode of operation, functionalities, advantages and disadvantages. The paper will also delve into theoretical knowledge about business decision-making - types and methods of decision-making in management, decision-making support tools, and how *Solver* can help managers in their decision-making process. Undoubtedly managers in e-business environments can no longer rely solely on intuition as they need more and more guidance and insights from historical data on how to make future decisions. In strategic decisions such as supply chain management, financial planning, scheduling and production optimization, managers can greatly benefit from *Excel*. In the main part of the work, business cases of the aforementioned five imaginary companies will be presented - five business problems in different industries, each of which can be modelled and solved using *Solver*. In this way, the wide applicability of the *Solver* plugin will be demonstrated. In the penultimate chapter, a discussion will be made on how *Solver* can be used in electronic business of private and public sector. Of the scientific methods included in this thesis is a critical review, namely the aforementioned discussion on the applicability of the *Solver* in the electronic business of the private and public sector. As for data sources, the work will include secondary data sources, primarily books in physical and electronic form, as well as expert and scientific articles from electronic databases.

Keywords: *Microsoft Excel*, *Solver*, business decision-making, linear programming, e-business

Sadržaj

1. Uvod.....	1
1.1. Predmet i ciljevi rada.....	2
1.2. Metode istraživanja i izvori podataka	2
1.3. Sadržaj i struktura rada.....	3
2. Proračunske tablice i program Microsoft Excel.....	4
2.1. Povijesni kontekst nastanka programa proračunskih tablica.....	4
2.2. Predstavnicu programa proračunskih tablica	5
2.3. Profiliranje Microsoft Excela	7
3. Dodatak Rješavatelj u Microsoft Excelu i njegove mogućnosti primjene u elektroničkom poslovanju	9
3.1. Ideja iza nastanka dodatka Rješavatelj.....	9
3.2. Način rada i funkcionalnosti dodatka Rješavatelj	11
3.3. Mogućnosti primjene dodatka Rješavatelj u elektroničkom poslovanju	13
3.4. Prednosti i nedostaci dodatka Rješavatelj	14
4. Korištenje dodatka Rješavatelj u Microsoft Excelu pri donošenju odluka od strane menadžmenta u elektroničkom poslovanju.....	16
4.1. Definicija menadžmenta i proces donošenja odluka u menadžmentu.....	16
4.2. Metode i alati potpore donošenju odluka u elektroničkom poslovanju	17
4.3. Primjene dodatka Rješavatelj pri donošenju odluka u elektroničkom poslovanju... ..	18
5. Primjeri primjene dodatka Rješavatelja pri donošenju odluka u elektroničkom poslovanju	19
5.1. Adria Mundis.....	19
5.2. Emundatio	26
5.3. Zelenjava	31
5.4. Elektrana Borovnica	34
5.5. Logistica Palermo.....	37

6. Diskusija o primjenjivosti dodatka Rješavatelj u elektroničkom poslovanju privatnog i javnog sektora	41
6.1. Primjenjivost dodatka Rješavatelj u elektroničkom poslovanju privatnog sektora .	41
6.2. Primjenjivost dodatka Rješavatelj u elektroničkom poslovanju javnog sektora.....	43
6.3. Kritički osvrt na perspektivu dodatka Rješavatelj u elektroničkom poslovanju budućnosti.....	47
7. Zaključak.....	50
Literatura	51
Popis slika	54
Životopis.....	56

1. Uvod

Elektroničko se poslovanje javlja na sjecištu ekonomije i računarstva te je uzrokom promjena brojnih društvenih paradigmi posljednjih desetljeća. Ipak, Internet i elektronički procesi ne čine posao menadžera u poduzeću lakšim, već zahtjevnijim (Panian, 2013.). Postaje teže upravljati zaposlenicima opremljenima tehnologijom jer dodatni tehnološki resursi čine vođenje poduzeća složenijim (Panian, 2013.). Također, Internet kao virtualni gospodarski prostor iziskuje širenje vidokruga menadžera koji mora nadgledati oba prostora i biti jednako učinkovit u oba. Tehnologija osnažuje zaposlenike, a zadatak menadžera prestaje biti samo kako voditi ljude, već prerasta u to kako voditi ljude osnažene tehnologijom. Operativna, taktička i strateška pitanja su, uz vođenje ljudi, glavni zadatak menadžera u svakodnevici. Upravljanje poduzećem s njegovim ljudskim, tehnološkim, podatkovnim i inim resursima u svakom slučaju zahtijeva prilagodljivost, vještine i znanje. Za pristup podatkovnim resursima poduzeća važan je informacijski sustav koji točnu, kvalitetnu, relevantnu i potpunu informaciju treba dostaviti na pravo mjesto u pravo vrijeme. Na *hardver* tog informacijskog sustava instalirani su i brojni *softveri* kojima se poduzeća privatnog i javnog sektora koriste u poslovnoj svakodnevici. Sve se više uviđa važnost skladnog funkcioniranja komponenti informacijskog sustava, a kupovina dodatna *softvera* može zakomplicirati sustav. Nasuprot tome, nekada *softver*, primjerice Microsoftov Excel, koji već postoji u poduzeću u sebi skriva funkcionalnosti koje doslovno podižu poslovanje na višu razinu, a da menadžer toga ne mora biti ni svjestan. Taj mu softver može pomoći modelirati poslovne probleme i iznaći njihova rješenja bez potrebe za kupovinom dodatnih alata dostupnih na tržištu. Filozofija poslovnog minimalizma poželjna je i zbog rastućeg pitanja zbrinjavanja tehnološkog otpada¹ pa se novi *hardver* i *softver* doista ne bi trebali kupovati *per se*, već samo u slučaju prijeko potrebe. Poslovna današnjica obilježena je brojnim promjenama te se često čini kako je, slikovito rečeno, teško od šume uočiti stablo. Jasno je kako je današnjim menadžerima potrebna podrška u okruženju elektroničkog poslovanja, kako u privatnom, tako i javnom sektoru, a takvu podršku može pružiti i softver *Excel* sa svojim dodatkom *Rješavatelj*.

¹ U 2022. godini bilo je 62 tone tehnološkog otpada na Zemlji (izvor: [World Health Organization](#)).

1.1. Predmet i ciljevi rada

Glavni cilj rada je opisati mogućnosti primjene proračunskih tablica u softveru *Excel* i dodatka koji se naziva *Rješavatelj*. On može biti dobra potpora menadžeru pri donošenju odluka u elektroničkom poslovanju, što će se vidjeti na zamišljenim primjerima pet poduzeća. Sam naziv softvera *Excel* na engleskom znači 'biti veoma dobar' i 'bolji od većine drugih', dok se na hrvatski prevodi kao 'odlikovati se' ili 'isticati se čime'. U okruženju elektroničkog poslovanja ne može se preneglasiti važnost Microsoftovog *Excela* te se on u pravom smislu ističe od većine programa tabličnih kalkulatora. Jedan od razloga za to je i spomenuti njegov dodatak *Rješavatelj* (engl. *Solver*) koji analitičkim modeliranjem (Bosilj Vukšić, i sur., 2020.) poslovnog problema pruža potporu procesu donošenja odluka.

Nadalje, sekundarni je cilj ovoga rada pokazati kako u nizu *softvera* koji se nalaze na tržištu doista vrijedi da je manje-više te da je za brojne kalkulacije i dalje dovoljan upravo ovaj *softver*. Softverska poduzeća na B2B tržištu (engl. *Business to Business*) *SaaS* usluga (engl. *Software as Service*) poduzećima marketinški prezentiraju značajke koje poduzeća često već imaju u *softveru* koji posjeduju. *Excel*, međutim, uza svoje jednostavne mogućnosti, pruža funkcionalnosti koje podjednako privlače početnike kao i menadžere s programerskim tendencijama. Cilj je ovoga rada na elaboriran način predstaviti koliko se toga pomoću *Excela* može napraviti, a optimizacija cilja jedna je od takvih zadaća.

1.2. Metode istraživanja i izvori podataka

Od izvora podataka, u radu će biti zastupljeni sekundarni izvori podataka, prvenstveno knjige u fizičkom i elektroničkom obliku te stručni i znanstveni članci iz elektroničkih baza. Nadalje, rad se temelji i na primarnim podacima *id est* razgovorima sa zaposlenicima koji posjeduju iskustvo rada u privatnom i javnom sektoru: nekadašnjim regionalnim upraviteljem u multinacionalnoj kompaniji, voditeljicom poslovnog odnosa u neimenovanoj banci te računovotkinjom. Od znanstvenih metoda, bit će zastupljen kritički osvrt to jest diskusija o mogućnostima primjene dodatka *Rješavatelj* za analitičko modeliranje poslovnih problema u elektroničkom poslovanju privatnog i javnog sektora.

1.3. Sadržaj i struktura rada

U ovom će radu prvo u poglavlju o proračunskim tablicama i *Excelu* biti predstavljena kratka povijest računala i kako se upravo Microsoftov softver za rad u proračunskim tablicama na računalima među korisnicima pozicionirao na zavidno mjesto. Unutar *softvera* Excel bit će pojašnjena ideja iza dodatka *Rješavatelj*, njegov način rada, funkcionalnosti te prednosti i nedostaci. U radu će, nadalje, biti iznijete teorijske spoznaje o poslovnom odlučivanju – vrstama i metodama donošenja odluka u menadžmentu, alatima za potporu odlučivanju te kako dodatak *Rješavatelj* može pomoći u procesu donošenja odluka.

U glavnom dijelu rada bit će predstavljeni poslovni slučajevi pet zamišljenih poduzeća – pet poslovnih problema u različitim industrijama, svaki od kojih je rješiv pomoću *Rješavatelja*. Na taj način demonstrirat će se široka primjenjivost dodatka *Rješavatelj*. U pretposljednem poglavlju bit će napravljena diskusija o tome kako se *Rješavatelj* može upotrijebiti u elektroničkom poslovanju privatnog, ali i javnog sektora. *Excel* i njegov dodatak *Rješavatelj* doista mogu biti izvrstan čimbenik potpore u donošenju operativnih, ali i složenijih, strateških odluka u okruženju elektroničkog poslovanja današnjice.

2. Proračunske tablice i program Microsoft Excel

Obilježje današnjeg doba je da je podataka sve više, ali je nedovoljno informacija dobivenih iz tih podataka. Menadžerima u okruženju elektroničkog poslovanja više nije dovoljna intuicija, već im trebaju jasne smjernice za poduzimanje daljnjih radnji temeljene na stvarnim povijesnim podacima. Jedan način unosa i objedinjavanja poslovnih podataka su i elektroničke proračunske tablice. Kao dio sustava za podršku odlučivanju, one u sebi sadržavaju aritmetičke, statističke, logičke, financijske i ostale funkcije (Bosilj Vukšić, i sur., 2020.). Nadalje, srž poslovanja ista je kao u doba hrvatskog trgovca i ekonomista Benedikta Kotruljevića. On je kazao kako nijedan trgovac, ma bio on i kralj Kir koji poimence zna sve svoje vojnike, ne smije napamet računati, već sve poslovne događaje treba pomno bilježiti (Kotruljević, b. d., prema Mikulić, 2019.). Stoljećima kasnije, dobar menadžer i dalje bilježi podatke – unosi ih, uređuje i analizira pomoću proračunskih tablica.

2.1. Povijesni kontekst nastanka programa proračunskih tablica

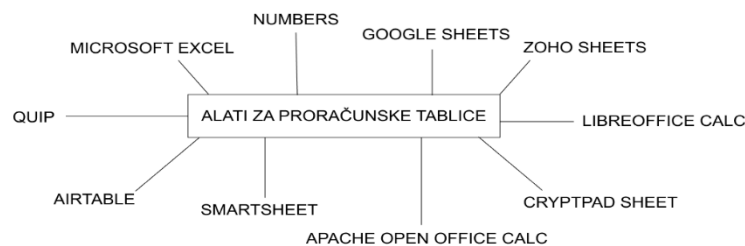
Od abaka do digitrona, eponima za džepni kalkulator, potreba je čovjekova od drevne Mezopotamije bila računati u osobne i poslovne svrhe. U sedamnaestom stoljeću kuglice abaka zamijenjene su arapskim brojevima i računanjem na papiru, a tada se otprilike javljaju i prvi logaritmi² (Grundler i Šutalo, 2014.). Elemente koje posjeduju suvremena računala – ulazni uređaj, memoriju, središnju jedinicu za obradu podataka, program i izlazni uređaj – imao je nedovršeni stroj Charlesa Babbagea u osamnaestom stoljeću (Grundler i Šutalo, 2014.). Herman Hollerith u devetnaestom je stoljeću sastavio stroj za obradu podataka, a bušene kartice zamijenjene su u dvadesetom stoljeću vakuumskim cijevima elektroničkog računala ENIAC (Grundler i Šutalo, 2014.). U dvadesetom stoljeću prva računala na tržištu krajnje potrošnje prodavali su IBM i Apple, a Microsoftov Windows postao je i do danas ostao najrasprostranjeniji operacijski sustav (Grundler i Šutalo, 2014.). Danas reći za računalo da je ono elektroničko bio bi gotovo pleonazam jer se pod pojmom računala podrazumijeva da se ono temelji na elektroničkim sastavnicama te da je za njegovo funkcioniranje potreban pristup električnoj struji. Već spomenuta sintagma elektroničkog poslovanja označava poslovanje u kojem se intenzivno primjenjuju informatička rješenja u svim bitnim poslovnim funkcijama i

² Logaritmi pojednostavnjuju računanje jer se pomoću zbrajanja može množiti, a pomoću oduzimanja dijeliti (Grundler i Šutalo, 2014.).

procesima (Panian, 2013.). Njihova je zadaća pružati potporu poslovnom sustavu u cjelini. Dio poslovnog informacijskog sustava poduzeća čini i sustav za potporu upravljanju. Veliku važnost u tom sustavu imaju proračunske tablice (Bosilj Vukšić, i sur., 2020.), koje su moderni ekvivalent Kotruljevićevim papirnatim poslovnim bilježnicama.

2.2. Predstavnici programa proračunskih tablica

Računalo je, u širem smislu, uređaj koji služi za izvršavanje matematičkih operacija, odnosno računanje, a ono je pak u svakom poslovanju zastupljeno u jednostavnijem ili složenijem obliku, ovisno o tome zahtijeva li računica skladištenje mnogo podataka u programerskim varijablama ili tek osnovno bilježenje brojčanih prihoda i rashoda. Odabir prikladnog računalnog programa za proračunske tablice katkad nije jednostavan zbog kontinuiranih digitalnih inovacija na tom području. Poslovna higijena današnjice, bez obzira na sve promjene što ih izaziva digitalna transformacija³, i dalje je uvelike sastavljena od urednog vođenja računa. Prirodno se nameće potreba za adekvatnom *softverskom* podrškom poslovanju, kakav je i program *Excel* poduzeća Microsoft. Međutim, *Excel* nije jedini alat za proračunske tablice (Slika 1).



Slika 1: Sistematizacija nekih od dostupnih alata za proračunske tablice u obliku mentalne mape (izvor: autorski rad pomoću softvera Figma)

Alternative za *Excel* na tržištu su prisutne u nemalom broju. Poslovni korisnik može birati iz plejade alata za rad s proračunskim tablicama, ovisno o poslovnoj potrebi. *Google Sheets* je besplatan, jednostavan i pruža mogućnost suradnje u stvarnom vremenu (engl. *real-time*) zbog svoje dostupnosti na Internetu *id est* u oblaku (Hartshorne, 2023). Jedna od prednosti *Google*

³ Pojam se odnosi na intenzivnu primjenu digitalne tehnologije i digitalnih resursa u poslovanju (Spremić, 2020.).

Sheetsa je i jednostavna integracija s drugim Googleovim alatima, na primjer s *Driveom* i *Gmailom*, što podosta olakšava svakodnevne *online* zadatke (Hartshorne, 2023). S druge strane, *Zoho Sheets* su proračunske tablice naprednijih funkcionalnosti te se dobro uklapaju u informacijske sustave u kojima se već koriste *Zoho* aplikacije. Budući da je u oblaku, *Zoho Sheets* je dobar za suradnju, a njegova je značajka i moćna analiza podataka (Hartshorne, 2023). Sve navedeno čini ovaj alat pogodnim za poduzeća koja žele alat za proračunske tablice koji se dobro uklapa u postojeći poslovni sustav s drugim *Zohoovim* aplikacijama. Kad je riječ o naprednom upravljanju projektima, valja istaknuti alat *Smartsheet*, koji nudi funkcionalnosti za vođenje projekata i upravljanje timovima, kombinirajući snagu proračunskih tablica s funkcionalnošću za planiranje, podjelu uloga, rokove i praćenje izvršenja zadataka (Hartshorne, 2023). To ga čini odličnim izborom za organizacije s većim timovima i složenijim projektima (Hartshorne, 2023). *Apache Office Calc* njegovi tvorcii opisuju kao rješenje za sve vaše brojeve i brojčane popise, a riječ je o besplatnu programu otvorena koda (engl. *open source*). Njegova je značajka mogućnost stvaranja formula upotrebom riječi i *DataPilot* za učitavanje podataka iz baza sa središnjeg poslužitelja poduzeća (Gillis, 2021). *LibreOffice Calc* nudi besplatnu alternativu za radnu površinu računala tj. izvanmrežni (engl. *offline*) rad. Iako nije toliko moderan kao ostale platforme, *LibreOffice* ipak pruža sve osnovne funkcionalnosti potrebne za rad s proračunskim tablicama, posebno zbog spomenute neovisnosti o oblaku (Hartshorne, 2023). Nadalje, *Quip* se izdvaja po svojoj jednostavnosti i mogućnosti integriranja proračunskih tablica unutar dokumenata, uz ugrađenu timsku suradnju i komunikaciju (Hartshorne, 2023). On omogućuje suradnju i pregled podataka unutar jedne platforme, bez potrebe za dodatnim alatima (Hartshorne, 2023). Posebno kad je riječ o Appleovom ekosustavu, korisnik može organizirati podatke u alatu *Numbers* koji je dobar za grafikone i dijagrame, no dostupan je isključivo na iMacu, iPadu i iPhoneu (Gillis, 2021).

2.3. Profiliranje Microsoft Excela

Povijesno govoreći, Microsoft je svoj *Excel* plasirao na tržište 1985. godine pod nazivom *Microsoft Multiplan* (Gillis, 2021), a Jones je već 1988. godine pisao o učinkovitosti *Excela* na osobnim računalima (Jones, 1988.). Danas je taj alat sastavni dio poslovne svakodnevice. Kao jedna od glavnih prednosti u usporedbi s tadašnjim glavnim konkurentom na tržištu, programom *Lotus 1-2-3*, ističe se kraće vrijeme potrebno za izvršenje izračuna (Jones, 1988.). Načelo rada danas mu je isto kao i prije trideset godina – *Excel* ne opetuje sve izračune promjenom pojedinačnih ćelija na listu, već skladišti popis ćelija koje su ovisne o mijenjanoj ćeliji, odnosno formuli koja je u njoj sadržana (Jones, 1988.). Ovaj pristup omogućio je velike uštede vremena pri računanju u proračunskim tablicama, a samim time i konkurentsku prednost na tržištu.

Za mnoge je korisnike *Excel* tu nekako oduvijek pa i ne razmišljaju o kupovini novog softvera. Poslovni korisnici i donositelji odluka navikli su na *Excel* jer je on povijesno davao dobre rezultate pa vjeruju kako će tako biti i u budućnosti. Svojevrsni otpor zaposlenika ka uvođenju novog softvera može biti i pozitivan. Postoji, naime, razlika između neprilagodljivosti poduzeća dinamičnom tržištu i, s druge strane, posve poželjnog poslovnog minimalizma o kojem je bilo riječi u uvodu. Analogno otporniku u fizici koji u strujnom krugu pruža otpor električnoj struji i služi za ograničavanje njezine jakosti⁴, ljudski otpor novitetima u poduzeću ponekad je sasvim poželjan. Katkad dodavanje novog softvera i hardvera u informacijski sustav može učiniti više štete nego koristi. Ako već postoji zadovoljavajuća infrastruktura, umjesto u novi softver poduzeća mogu uložiti u obrazovanje zaposlenika. Konkretni primjer mogao bi biti ECDL certifikacija zaposlenika i pohađanje naprednih tečajeva *Excela*. Učenjem o *Excelu*, pa i njegovom programskom jeziku *Visual Basic* zaposlenici bi, osim razumijevanja ovog alata, mogli poboljšati i svoje kognitivne vještine.

Kao što je već rečeno, poslovni subjekti upotrebljavaju *Excel* stoga što je on povijesno davao dobre rezultate, te će se nastaviti oslanjati na ovaj program i u budućnosti. Osim toga, drugi je razlog i taj što je *Excel* sastavnica *Office* paketa pa korisnici koji imaju cijeli *Office* paket i svakodnevno upotrebljavaju *Word* za pisanje ili *Outlook* za slanje elektroničke pošte prirodno naginju upotrebi *Excela* za izračune. Po definiciji, *Excel* omogućava korisniku oblikovanje, organiziranje i vršenje izračuna s podacima u proračunskim tablicama (Gillis, 2021). U

⁴ [Otpornik](#), natuknica u Hrvatskoj enciklopediji

informatičkoj infrastrukturi brojnih poduzeća već postoji Microsoftov *Excel* pa se zato i koristi. Osim što je svrsishodan, on je i učinkovit, a Microsoft evidentno ulaže veliki trud da ostane tržišnim vođom. Slušanjem povratnih informacija od svojih korisnika, sastavnice *Office* paketa nadograđuju se svakog mjeseca pa se skori kraj *Excelu* ne nagovješćuje. Preporuka svakom rukovoditelju je, u metaforičkom smislu, zagrijati stolicu i upoznati se s brojnim mogućnostima *Excela*.

3. Dodatak Rješavatelj u Microsoft Excelu i njegove mogućnosti primjene u elektroničkom poslovanju

Osim što je tablični kalkulator, *Excel* ima i druge zanimljive mogućnosti, poput svog dodatka *Rješavatelja* pokriva područje linearnog programiranja. To je polje matematike koje se bavi rješavanjem problema optimizacije (Bosilj Vukšić, i sur., 2020.). *Rješavatelj* sadrži tri glavne metode za optimizaciju: *Jednostavni LP* (engl. *LP Simplex*) za linearne probleme, *GRG nelinearno* (engl. *Generalized Reduced Gradient*) ili generalizirano reducirano stupnjevanje za nelinearne probleme te *Evolucijski* (engl. *Evolutionary*) za složenije, nelinearne probleme s diskontinuitetima (Microsoft, b. d.). Alat omogućuje korisniku definiranje cilja, odabir ćelija s promjenjivim vrijednostima te postavljanje uvjeta za optimizaciju. Nakon postavljanja ograničenja, alat traži optimalno rješenje, pomažući pri donošenju poslovnih i analitičkih odluka (Microsoft, b. d.).

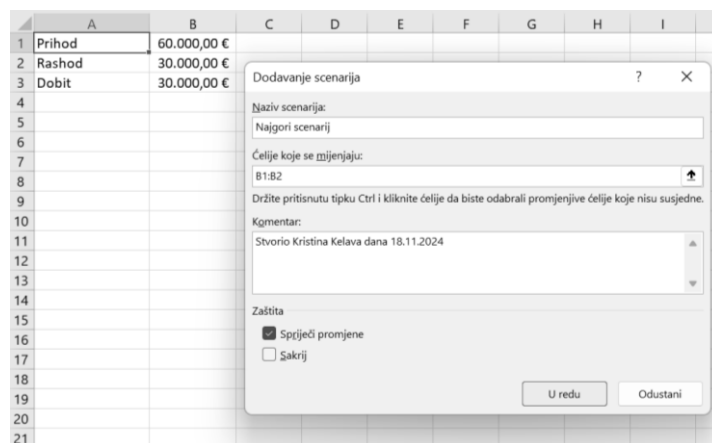
3.1. Ideja iza nastanka dodatka Rješavatelj

Dodatak *Rješavatelj* za Microsoft je razvilo poduzeće Frontline Systems temeljem znanstvenih radova inženjera Leona Lasdona i Alana Warena. Od spomenute tri glavne metode rješavanja problema, *GRG nelinearno*, *Evolucijski* i *Jednostavni LP*, u praksi se najviše upotrebljava potonji. *GRG nelinearno* upotrebljava se za nelinearne probleme, ali njegov je nedostatak što može zakazati kod traženja specifičnog optimuma (Halvorson i Young, 2000). *Evolucijski*, iako sporiji od ostalih metoda rješavanja, ima veću vjerojatnost pronalaska općenitog rješenja (Halvorson i Young, 2000). Konačno, *Jednostavni LP* najpogodniji je za linearne probleme dajući optimalno rješenje općenitih problema (Halvorson i Young, 2000). Svaka od spomenutih metoda korisna je za modeliranje određenih vrsta poslovnih problema.

Prednosti *Rješavatelja* vidljive su u strateškim pitanjima poput onih iz područja upravljanja lancem opskrbe, financijskog planiranja, rasporeda radnih sati te optimizacije proizvodnje (Microsoft, b. d.). Od alata za podršku pri donošenju poslovnih odluka, u *Excelu* postoje još i *Traženje rješenja* (*Goal Seek*) i *Upravljanje scenarijima* (*Scenario Manager*). Ideja *Rješavatelja* vjerojatno se najbolje razlučuje ako se *Rješavatelj* uspoređi s tim dodatcima. Unutar odjeljka *Predviđanje* na kartici *Podatci* nalaze se *Traženje rješenja* i *Upravitelj scenarija* objedinjeni u kategoriji *Što-ako analiza*. *Traženje rješenja* koristi se kad donositelj odluke unaprijed zna vrijednost koju želi dobiti nekom formulom, ali ne zna koju ulaznu vrijednost upisati. On prima jednu i samo jednu ulaznu vrijednost čijom se izmjenom dolazi do

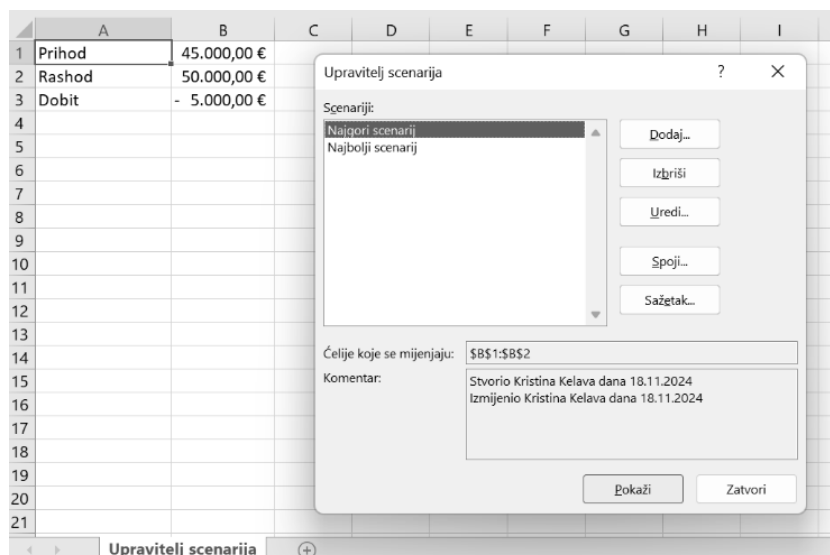
krajnjeg rješenja (Microsoft, b. d.). To je ujedno i glavna razlika između alata *Traženje rješenja* i *Rješavatelj* – *Traženje rješenja* kao argument prima samo jednu ulaznu vrijednost, a *Rješavatelj* prima više njih.

Na Slika 2 vidljiva je primjena *Upravitelja scenarija* u slučaju poduzeća koje očekuje prihod u iznosu od šezdeset tisuća eura i rashod u iznosu od trideset tisuća eura, što bi značilo dobit od trideset tisuća eura. Može se stvoriti pesimistični i optimistični scenarij promjenom varijabilnih ćelija *B1* i *B2*.



Slika 2: Pomoću upravitelja scenarija moguće je osmisliti pesimističan scenarij izmjenom varijabilnih ćelija u rasponu od *B1* do *B2* (izvor: autorski rad pomoću softvera Excel)

Kad se aktivira pesimistični scenarij prihoda i rashoda, vidljiv je negativan rezultat u ćeliji dobiti, *B3* (Slika 3 **Pogreška! Izvor reference nije pronađen.**). Različiti scenariji mogu biti i dobar predložak za razgovor podređenog s menadžerom jer se unaprijed daju pripremiti jednostavne projekcije za sve slučajeve. Pojedini scenarij u *Upravitelju scenarija* može primiti ukupno trideset dvije varijabilne ćelije (Microsoft, b. d.). S druge strane, *Rješavatelj* uz varijabilne ćelije prima i ograničenja pa je u odnosu na *Upravitelj scenarija* sofisticiraniji.



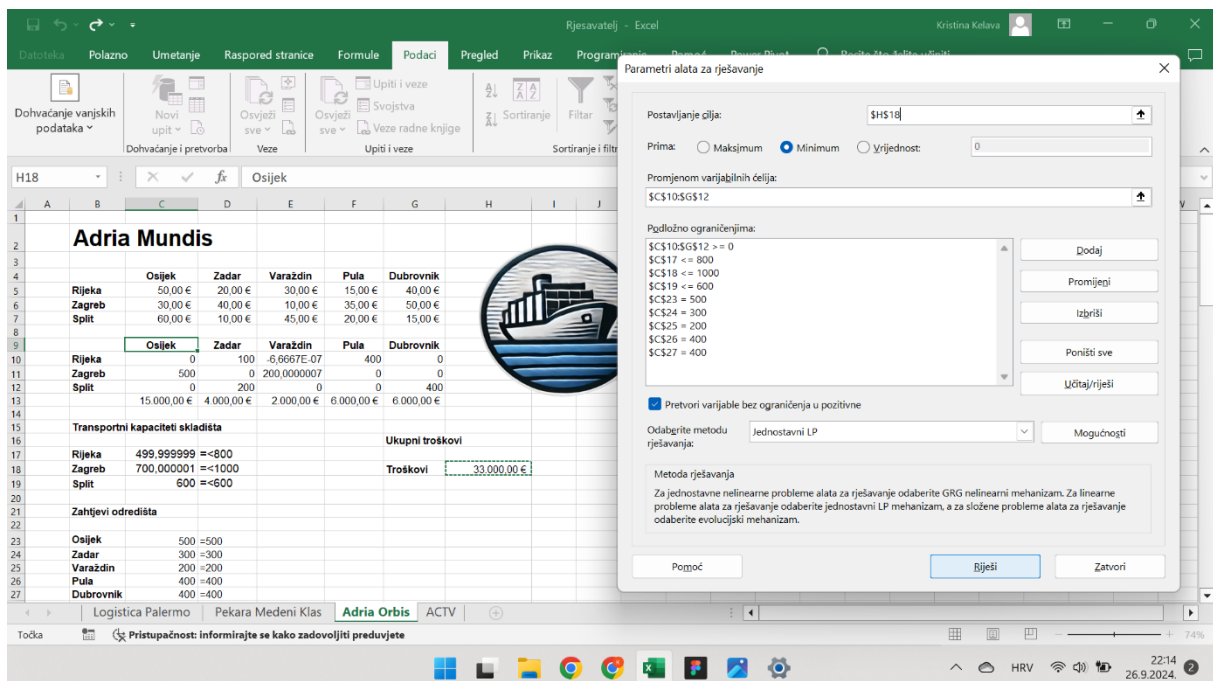
Slika 3: Najlošiji scenarij sadržava prihod u iznosu od 40000 eura, a rashod u iznosu od 45000 eura (izvor: autorski rad pomoću softvera Excel)

3.2. Način rada i funkcionalnosti dodatka Rješavatelj

Ako je na računalu instaliran program *Excel*, donositelj odluke jednostavno može instalirati dodatak *Rješavatelj* na način da odabere na programskoj traci karticu *Datoteka*, a zatim *Mogućnosti* i *Dodatci*. U dijaloškom okviru potom treba odabrati s popisa dodatak *Rješavatelj* i instalirati ga klikom na gumb *U redu*. Na taj način dodatak postaje dostupan na kartici *Podaci* u odjeljku *Analiza* pod nazivom *Alat za rješavanje*. Postavljanje ciljne ćelije u *Rješavatelju* podrazumijeva identifikaciju ćelije koja odražava rezultate promjena u ostalim ćelijama na radnom listu (Frye, 2013.). U njoj treba biti funkcija cilja to jest formula pomoću koje se računa optimalno rješenje – ono koje maksimizira ili minimizira neku varijablu (Bosilj Vukšić, i sur., 2020.). Za postavljanje cilja u *Rješavatelju* potrebno je kliknuti na okvir *Postavljanje cilja*, a zatim i označiti ciljnu ćeliju. Nakon toga poslovni korisnik odabire prima li ćelija *Maksimum*, *Minimum* ili određenu *Vrijednost*. U praksi je čest slučaj odabira gumba *Minimum* ili *Maksimum* kad se nastoji minimizirati troškove odnosno maksimizirati uštedu ili maksimizirati dobit. Na Slika 4 poduzeće je u kojem se traže minimalni mogući troškovi pa je u *Rješavatelju* označen *Minimum*.

S druge strane, varijabilne ćelije su one čijom izmjenom *Rješavatelj* traži rješenje. Matematičkim rječnikom, varijabilne ćelije su nezavisne varijable koje se po funkciji iz ciljne ćelije mijenjaju dajući zavisnu varijablu, a to je optimalno rješenje. U dijaloškom okviru *Rješavatelja* u polju *Promjenom varijabilnih ćelija* (Slika 4) potrebno je označiti sve ćelije čijom kombinacijom *Rješavatelj* traži i nudi rješenje. U dijaloškom okviru vidljivo je i okno

naziva *Podložno ograničenjima* u kojem korisnik klikom na gumb *Dodaj* treba dodati sva ograničenja kojima podliježe rješavanje poslovnog problema. To mogu biti, primjerice, novčani resursi, raspoloživa radna snaga, ograničavajući, skupi sastojak proizvoda, kapaciteti skladišta, novčani iznosi projekata i drugi matematički uvjeti. U njih se mogu svrstati uvjet binarnosti rezultata, različitosti rezultata te uvjet cjelobrojnih rezultata. Za potrebe unosa ćelija koje sadržavaju ograničenja otvara se zaseban dijaloški okvir u kojima se definiraju ograničenja te matematički operatori korišteni u ograničenjima. Primjerice, ukupan iznos projekata u zamišljenom primjeru poduzeća Logistica Palermo, koje će biti detaljnije opisano u petom poglavlju, mora biti manji ili jednak od ukupnog budžeta koji je 1,8 milijuna eura (≤ 1800000). Kad je riječ o ograničenjima, jedno od najčešćih u praksi je ograničenje za pozitivne rezultate tj. Uvjet da rješenja moraju biti pozitivni brojevi (≥ 0). Uvjet za binarna rješenja je *bin*, za cijele brojeve *int*, a za različite vrijednosti *dif*. Kao metodu rješavanja donositelj odluke može odabrati između spomenutih metoda, dakle *GRG nelinearno*, *Jednostavni LP* ili *Evolucijski*.



Slika 4: Dijaloški okvir dodatka Rješavatelj na primjeru zamišljenog poduzeća Adria Mundis opisanog u petom poglavlju (izvor: autorski rad pomoću softvera Excel)

Gundić u radu o *Solveru* upozorava kako je nedostatak taj što su pojedini dijelovi *Rješavatelja* i *Visual Basica* preteški za shvatiti korisnicima koji su početnici (Gundić, 2012.). Međutim, ono što je za jedne nedostatak za druge je prednost. Većina funkcija *Alata za rješavanje* može se koristiti bez programerskog predznanja, no za naprednije korisnike postoji i mogućnost

unosu argumenata funkcija na razini koda. Neke od *Visual Basic* funkcija koje će ovdje biti spomenute, a odnose se na prilagođavanje *Rješavatelja* su: *SolverAdd* za dodavanje ograničenja, *SolverChange* za izmjenu ograničenja, *SolverDelete* za brisanje ograničenja, *SolverFinish*, *SolverFinishDialog*, *SolverGet*, *SolverLoad*, *SolverOk*, *SolverOkDialog*, *SolverOptions*, *SolverReset*, *SolverSave* te *SolverSolve* (Microsoft Press, 1999). Opisna imena ovih funkcija ekvivalenti su istoimenim gumbima u dijaloškim okvirima dodatka pa je u većini slučajeva, kao što je već rečeno, dovoljno ono što nudi osnovni dijaloški okvir *Rješavatelja*.

3.3. Mogućnosti primjene dodatka Rješavatelj u elektroničkom poslovanju

Rješavatelj se u e-poslovanju može koristiti za optimizaciju različitih poslovnih odluka, poput raspodjele resursa, analize tržišta, upravljanja zalihama i logističku optimizaciju (Microsoft, b. d.). Omogućuje simulaciju različitih scenarija, pomaže u donošenju strategija temeljenih na podacima te može minimizirati troškove i maksimizirati dobit (Microsoft, b. d.). Jednom kad se instalira, *Rješavatelj* postaje dostupan kao dodatak u Microsoftovom *Excelu* koji se lako učitava i koristi za različite vrste matematičkih modela i analiza. U daljnjem tijeku rada bit će zastupljeni primjeri pet zamišljenih poslovnih subjekata sekundarnih i tercijarnih gospodarskih djelatnosti. Preciznije, opisat će se rješavanje financijskog, logističkog, problema proizvodnog miksa, rasporeda radnih dana te strategija ponude usluga.

Ono na čemu počiva *Rješavatelj* jest već spomenuti princip linearnog programiranja. Čerić detaljnije pojašnjava kako su osnovni čimbenici takvog programiranja resursi, ograničenja i funkcija cilja (Čerić, prema Varga, i sur., 2007.). Resursi su ograničeni, no neophodni da bi se problem mogao riješiti (Čerić, prema Varga, i sur., 2007.), kao što je za pisanje diplomskog rada na računalu potrebno računalo. Cilj je ono što se želi optimizirati, a tipičan je poslovni cilj osigurati najveću moguću dobit ili najveću moguću kvalitetu usluge oslanjanjem na postojeće poslovne resurse (Čerić, prema Varga, i sur., 2007.). U linearnom programiranju veličina koju se hoće optimizirati zove se zavisna varijabla i linearno je ovisna o nezavisnim varijablama (Čerić, prema Varga, sur., 2007.). Usto, linearno je programiranje danas najviše korištena metoda za rješavanje poslovnih problema (Čerić, prema Varga, i sur., 2007.).

3.4. Prednosti i nedostaci dodatka Rješavatelj

Jedna od mnogobrojnih prednosti dodatka je optimizacija resursa jer on omogućuje optimalno raspoređivanje ograničenih resursa, kao što su ljudi, novac i sirovine, što pomaže u donošenju poslovnih odluka (Gundić, 2012.). Nadalje, *Rješavatelj* pomaže u rješavanju kompleksnih linearnih, ali i nelinearnih problema. Alat za rješavanje olakšava analizu složenih problema pomoću kvantitativnih modela i već spomenutih metoda *GRG nelinearno*, *Evolucijski* i *Jednostavni LP* (Gundić, 2012.). Automatizirajući procese izračuna i analize te simulirajući različite scenarije omogućuje brže donošenje poslovnih odluka (Gundić, 2012.). Simulirajući različite situacije i prikazujući cijeli raspon rezultata i njihovih vjerojatnosti smanjuje rizik od donošenja pogrešnih odluka u nesigurnim uvjetima (Gundić, 2012.). Također, značajka mu je i fleksibilnost u primjeni jer *Rješavatelj* se može koristiti u raznim područjima, poput financija, proizvodnje, distribucije i mreža *ad hoc* za optimizaciju različitih poslovnih odluka (Gundić, 2012.). Konačno, njegovo je korištenje intuitivno za poslovne korisnike koji su već naviknuti na Microsoftovo okruženje, kakvih je većina. Dodatak je integriran je u *Excel* te, kao što je već rečeno, potrebno ga je samo aktivirati na popisu *Dodataka* te pronaći pretraživanjem upita '*Rješavatelj*' u oknu za pretraživanje. U slučaju dvojbi, postoji i mrežna stranica *Microsoft Support*, kao i mogućnost dopisivanja s Microsoftovim *chatbotom*. Također, unutar dijaloškog okvira u dodatku *Rješavatelju* moguće je klikom na gumb *Pomoć* dobiti više informacija na mrežnoj stranici⁵.

Postoje nedostaci *Rješavatelja*, kao što su performanse – *Rješavatelj* može imati problema s brzinom izvođenja i učinkovitosti kada se koristi za probleme s velikim brojem varijabli i složenim ograničenjima (Gundić, 2012.). Netočni rezultat može biti posljedicom netočnih podataka ili manjkavog analitičkog modeliranja onoga koji modelira problem, odnosno donositelja odluke. Za korisnika koji nije iskusan u radu s kvantitativnim modelima ili onoga koji nije upoznat s matematičkim principima, definiranje problema u *Rješavatelju* može biti suviše zahtjevno (Gundić, 2012.). Općenito, snalaženje u *Excelu* može zahtijevati dodatne alate ili znanja za složenije zadatke, poput korištenja *Visual Basica* ili drugih makro jezika za poboljšanje performansi. Također, treba voditi računa i o točnosti podataka unesenih u proračunsku tablicu. Primjerice, u petom poglavlju, odnosno potpoglavlju 5.1., prilikom analitičkog modeliranja poslovnog problema nije loše dvaput provjeriti točnost novčanih iznosa

⁵ [Mrežna stranica](#) za pitanja o Rješavatelju

transporta kako *Rješavatelj* ne bi dao pogrešan rezultat. Ovisnost rješenja o točnosti modela nedostatak je stoga što rješenja koja *Rješavatelj* nudi ovise o kvaliteti i točnosti unesenih podataka i definiranih modela (Gundić, 2012.). Izvješća koja *Rješavatelj* daje, kao što su *izvješće o odgovoru*, *izvješće o granicama* i *izvješće o osjetljivosti* mogla bi biti učinjena razumljivijima, ali i praktičnijima. Nazivi stupaca u izvješćima nisu odveć opisni pa bi uz njih trebala biti interpretacija, a mnogo toga što u izvješćima piše menadžeru je ionako već očito.

Usto, negativno je što se *Rješavatelj* ne može primijeniti kod nekih vrlo složenih problema koji nisu prikladni za linearno ili nelinearno programiranje ili onih koji zahtijevaju drugi specijalizirani *softver* (Gundić, 2012.). Upotreba *Rješavatelja* usko je povezana s *Excelom* (Gundić, 2012.), a jedini predstavnik korporacije u Hrvatskoj je poduzeće *Microsoft Hrvatska* d.o.o. Podataka za kontaktiranje s korisničkom podrškom na hrvatskom jeziku takoreći nema jer je na mrežnoj stranici⁶ istaknut samo jedan telefonski broj poduzeća, bez podataka o adresi e-pošte ili radnom vremenu.

⁶ [Microsoft Hrvatska](#), mrežna stranica

4. Korištenje dodatka Rješavatelj u Microsoft Excelu pri donošenju odluka od strane menadžmenta u elektroničkom poslovanju

U nekom poduzeću glavnu odgovornost za donošenje odluka ima menadžer ili menadžerica. On ili ona ima svoje menadžersko iskustvo i intuiciju, no to nije dovoljno zbog spoznajnih, ekonomskih i vremenskih ograničenja prilikom donošenja odluke (Holsapple i Whinston, 1996. prema Čerić, i sur., 1998.). Specifičan je način razmišljanja menadžera jer oni ne razmišljaju uvijek linearno, već rade brojne digresije, a iskusni donositelj odluka posvetit će mnogo pažnje analizi podataka i dokazivanju ili opovrgavanju vlastitih hipoteza (Čerić, i sur., 1998.). Vizualizacija poslovne problematike svakako može biti pomoć u razmišljanju i prvi korak ka rješavanju problema.

4.1. Definicija menadžmenta i proces donošenja odluka u menadžmentu

Menadžment je moguće definirati kao vještinu postizanja određenog učinka stvorenog putem drugih osoba (Hellriegel i Slocum, 1988., prema Daraboš Longin, 2023.). Poduzetnik, korektor, alokator resursa i pregovarač neke su od uloga u kojima se može naći menadžer (Mintzberg 1973., prema Čerić, i sur., 1998.). Više je koraka u procesu donošenja poslovne odluke za menadžera: izviđanje problema, oblikovanje problema, odabir opcija te implementacija odluke (Bosilj Vukšić, i sur., 2020.). Prema Čerić, proces donošenja odluke sastoji se od skupljanja informacija, oblikovanja opcija i izbora opcija, a zajedničko je svim dijelovima procesa rješavanje različitih problema (Čerić, prema Varga, i sur., 2007.).

Odluke u poslovnoj organizaciji donose se svakodnevno i to na jednoj od tri razine, strateškoj, taktičkoj ili operativnoj, a razlikuju se s obzirom na stupanj strukturiranosti (Čerić, i sur., 1998.). Za kvalitetnu odluku važna je prikladnost i kvaliteta informacija, čim veći broj ponuđenih opcija te prikladan model za izbor opcije, što uvelike olakšava život menadžerima, koji su u poduzeću donositelji odluka (Čerić, i sur., 1998.). Također, informacijska tehnologija od iznimne je važnosti u tom procesu, kako za poslovne subjekte privatnog sektora, tako i za pospješivanje rada u javnom sektoru (Čerić, i sur., 1998.).

4.2. Metode i alati potpore donošenju odluka u elektroničkom poslovanju

Kad je riječ o koraku oblikovanju problema, uz fizičke, mentalne, konceptualne i računalne modele, matematički modeli ti su kojima se mogu modelirati nestrukturirani poslovni problemi (Bosilj Vukšić, i sur., 2020.). Matematički su modeli simbolički i upotrebljavaju se onda kad je situaciju moguće opisati korištenjem matematičkih koncepata i matematičkog jezika pa se na osobit način koriste u prirodnim znanostima, a nešto rjeđe u društvenim (Bosilj Vukšić, i sur., 2020.). Upravo na matematičkim principima počiva i Microsoftov alat *Rješavatelj* koji pomaže optimizirati rješenja poslovnih problema s obzirom na konstante, ograničenja i ciljeve (Bosilj Vukšić, i sur., 2020.). Prilikom odabira opcija menadžer može poći putem optimizacije opcija, zadovoljavanja, eliminacije po aspektu, postupnog poboljšavanja opcija, uzastopnog ispitivanja opcija ili kombiniranjem navedenih pristupa. Menadžer koji optimizira opcije zapravo odabire opciju s najmanjom ukupnom težinskom vrijednošću kriterija, onaj koji zadovoljava odabire prvu opciju koja odgovara zadanim kriterijima, a onaj koji eliminira po aspektu odbacuje sve opcije koje ne zadovoljavaju po najvažnijem aspektu (Holsapple i Whinston, 1996. prema Čerić, i sur., 1998.). Kad postupno poboljšava, menadžer zapravo uspoređuje različite opcije s postojećom opcijom, a prilikom uzastopnog ispitivanja on ili ona traži detaljne podatke o svakoj razmatranoj opciji (Holsapple i Whinston, 1996. prema Čerić, i sur., 1998.).

Budući da je proces donošenja poslovnih odluka kompleksan, očita je potreba za sustavom koji bi menadžeru pružio potporu u donošenju odluka. Unutar poslovnog informacijskog sustava posebno se može izdvojiti menadžerski sustav za podršku odlučivanju. Pod tim se pojmom podrazumijevaju sustavi za podršku odlučivanju, sustavi za podršku grupnom odlučivanju, ekspertni sustavi i sustavi za podršku vrhovnom rukovodstvu (Daraboš Longin, b. d.). Sustav za podršku odlučivanju (engl. *Decision Support System, DSS*) po definiciji je računalni sustav koji pomaže u organizaciji, identifikaciji i dohvatima informacija, njihovoj analizi, transformaciji te odabiru i izvođenju prikladnog modela za rješavanje poslovnog problema (Marakas, 1999., prema Bosilj Vukšić, i sur., 2020.). Dio sustava za potporu odlučivanju u svakodnevici su i proračunske tablice kojima se menadžeri koriste za vršenje proračuna.

4.3. Primjene dodatka Rješavatelj pri donošenju odluka u elektroničkom poslovanju

Integriran u *Excel*, *Rješavatelj* je dostupan kao dodatak koji se lako pokreće i koristi za različite vrste analitičkog modeliranja poslovnih problema iz podataka u proračunskim tablicama. U nekom e-poslovanju on se može upotrebljavati za optimizaciju različitih poslovnih odluka, poput raspodjele resursa, analize tržišta, upravljanja zalihama i optimizacije logističkih procesa. Dodatak omogućuje simulaciju različitih scenarija, pomaže u donošenju strategija temeljenih na podacima te može minimizirati troškove i maksimizirati dobit. Dodatak se ne nadoplaćuje. Na službenoj stranici Microsofta opisani su primjeri primjene *Rješavatelja*, *Rješavača* ili *Alata za rješavanje* za definiranje optimalnog miksa proizvoda, kao i za planiranje budžeta, o čemu će riječi biti u idućem poglavlju. Jedna od prednosti *Rješavatelja* dolazi do izražaja i u korisničkoj interakciji s tim alatom. Naime, mogla bi se zastupati teza kako sam proces oblikovanja analitičkog modeliranja problema u *Microsoft Excelu* pomoću *Rješavatelja* menadžera potiče razmišljanje izvan okvira (engl. *Out-of-the-Box-Thinking*). Analitičko i divergentno razmišljanje od iznimne je važnosti pri donošenju poslovnih odluka pa bi, čak i u slučaju nepostojanja realnog poslovnog izazova s kojim se poduzeće treba suočiti, modeliranje nekog zamišljenog problema bilo izvrsna mentalna vježba za svakog menadžera. Ovakva vježba zasigurno bi iznjedrila nove ideje kod menadžera te otvorila novi pogled na poslovanje, kakav je u užurbanoj svakodnevici ponekad teško zadobiti, a za poduzeće je vrlo vrijedan. Osim toga, razvijaju se i intelektualne sposobnosti rukovoditelja pa postaje lakše nositi se i s drugim poslovnim izazovima.

5. Primjeri primjene dodatka Rješavatelja pri donošenju odluka u elektroničkom poslovanju

U ovom će poglavlju biti opisano pet zamišljenih poslovnih slučajeva iz različitih industrija privatnog i javnog sektora. Ilustrirat će se mogućnosti koje pruža *Rješavatelj*.

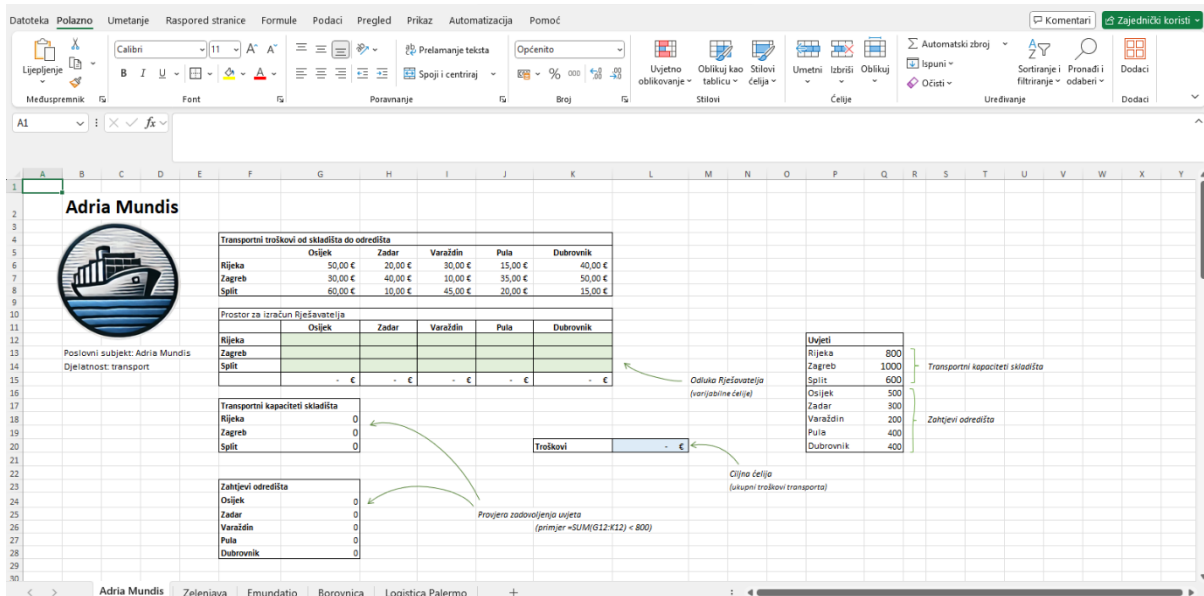
5.1. Adria Mundis

Adria Mundis je zamišljeni poslovni subjekt koji se bavi prodajom i distribucijom raznih proizvoda. Smještena u Rijeci, Adria Mundis opslužuje klijente diljem Hrvatske garantirajući brzu i učinkovitu isporuku robe. Adria Mundis suočava se s izazovom optimizacije distribucije robe kako bi se minimizirali troškovi transporta između skladišta i krajnjih kupaca. Sjedište Adria Mundisa nalazi se u Rijeci, no poduzeće vrši transport pomorskim i kopnenim putevima u ostale dijelove Hrvatske. Poduzeće upravlja trima skladištima, u Rijeci, Zagrebu i Splitu, i dostavlja robu u pet ključnih gradova, Osijek, Zadar, Varaždin, Pulu i Dubrovnik. Cilj je pronaći optimalnu raspodjelu isporuka iz skladišta kako bi se minimizirali troškovi transporta, uzimajući u obzir ograničenja, kao što su kapaciteti skladišta i zahtjevi kupaca u svakom gradu.

Skladište u Rijeci može primiti osamsto jedinica proizvoda, zagrebačko skladište tisuću, a splitsko skladište šesto jedinica proizvoda. Na temelju povijesnih rezultata, za očekivati je potražnju na osječkom tržištu koja iznosi petsto jedinica proizvoda, na zadarskom tristo, na varaždinskom dvjesto, pulskom četiristo i na dubrovačkom tržištu četiristo jedinica proizvoda.

Na Slika 5 vidljivo je modeliranje poslovnog problema za zamišljenog poslovnog subjekta. Na radnom listu u tablici *Transportni troškovi od skladišta do odredišta* jedinični su troškovi transportiranja proizvoda iz riječkog, zagrebačkog i splitskog skladišta do odredišta u Osijeku, Zadru, Varaždinu, Puli i Dubrovniku. Transport u Osijek po jedinici proizvoda iz riječkog skladišta stoji pedeset eura (ćelija *E6*), trideset eura iz Zagreba (*E7*) i šezdeset eura iz Splita (*E8*). Transport u Zadar iz Rijeke stoji dvadeset eura (*F7*), iz Zagreba četrdeset eura (*F8*), a iz Splita deset eura (*F9*). Transport u Varaždin iz riječkog skladišta stoji trideset eura (*G7*), iz zagrebačkog deset eura (*G8*), a iz splitskog četrdeset pet eura (*G8*). U Pulu se proizvod iz Rijeke može dopremiti po cijeni od petnaest eura (*H7*), iz Zagreba po cijeni od trideset pet eura (*H8*), a iz Splita dvadeset eura (*H9*). Transport u Dubrovnik stoji četrdeset eura ako se proizvod doprema iz Rijeke (*I7*), pedeset eura ako se doprema iz Zagreba (*I8*) i petnaest eura ako se doprema iz Splita. Nadalje, u ćelijama *G12:K14* ostavljen je prostor za izračun optimalne količine proizvoda koji bi se transportirali iz pojedinih skladišta na odredišta. Ispod tablice u

ćelijama G15:K15 upisane su formule za zbroj troškova za transport do odredišta. Primjerice, u stupac ispod odredišta Osijek upisana je formula $=G6*G12+G7*G13+G8*G14$, dakle cijena transporta po jedinici proizvoda pomnožena s vrijednošću zasad prazne ćelije u kojoj će *Rješavatelj* predložiti broj proizvoda. Argumenti su isprva nula pa je i rezultat nula, no kad *Rješavatelj* predloži količinu proizvoda, formula će dati ukupan trošak transporta do odredišta. U tablici *Transportni kapaciteti* odredišta u ćelijama G18:G20 upisane su formule za izračun broja proizvoda na skladištima, primjerice u G18 upisano je $=SUM(G12:K12)$. U tablici *Zahtjevi odredišta* u ćelijama G24:G28 upisane su formule za izračun broja proizvoda koji se transportiraju do odredišta, primjerice u ćeliji G24 je formula $=SUM(G12:G14)$. Formule isprva daju rezultat nula, no kasnije će dobro poslužiti za provjeru zadovoljenja uvjeta. *Uvjeti* u tablici P12:Q20 su ograničenja koja *Rješavatelj* treba uzeti u obzir, a to su kapaciteti skladišta i zahtjevi odredišta. Riječko skladište može skladištiti osamsto proizvoda, zagrebačko tisuću, a splitsko šesto. S druge strane, u Osijek treba dopremiti petsto proizvoda, u Zadar tristo, u Varaždin dvjesto, u Pulu četiristo i u Dubrovnik četiristo.

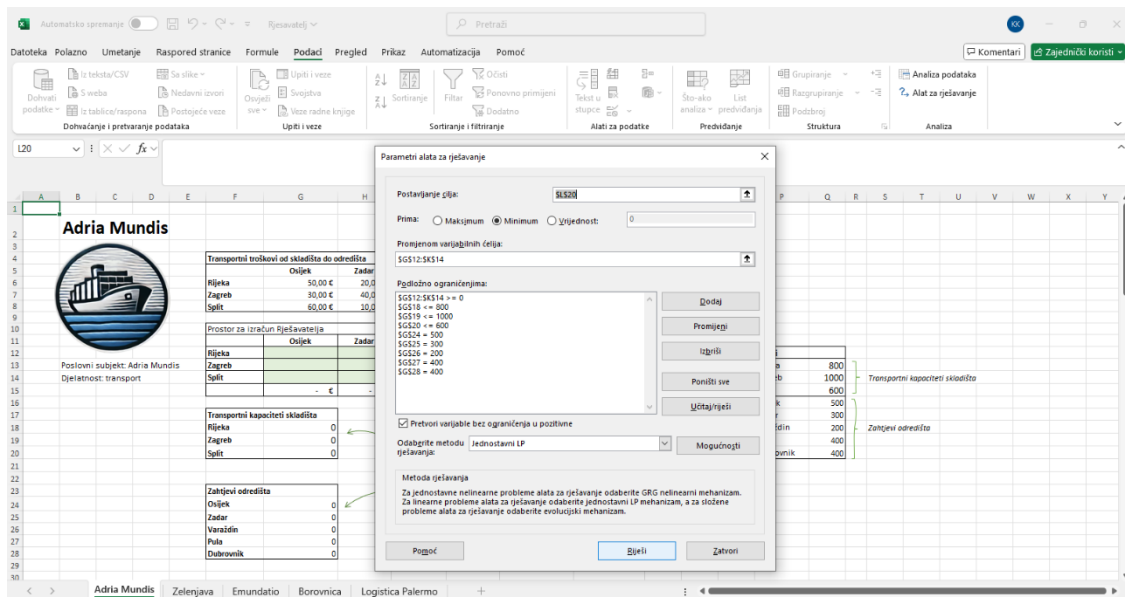


Slika 5: Modeliranje poslovnog problema poslovnog subjekta Adria Mundis (izvor: autorski rad pomoću softvera Excel)

Nastojeći minimizirati troškove, zadaća je *Rješavatelja* predložiti plan transporta. Ciljna ćelija je L20 te je u nju upisana funkcija cilja, koja je u ovom slučaju formula troškova. Ona je zbroj troškova u ćelijama G15:K15, odnosno troškovi navedenim u ćelijama njezini su argumenti ($=SUM(G15:K15)$). Isprva je vrijednost funkcije *SUM* nula, no kad *Rješavatelj* odredi optimalne količine proizvoda za transport iz pojedinih skladišta u pojedina odredišta funkcija će dati cijeli broj. Iako još nema rezultata, postavljena je jedinica euro. Dakle, riječ je o zbroju

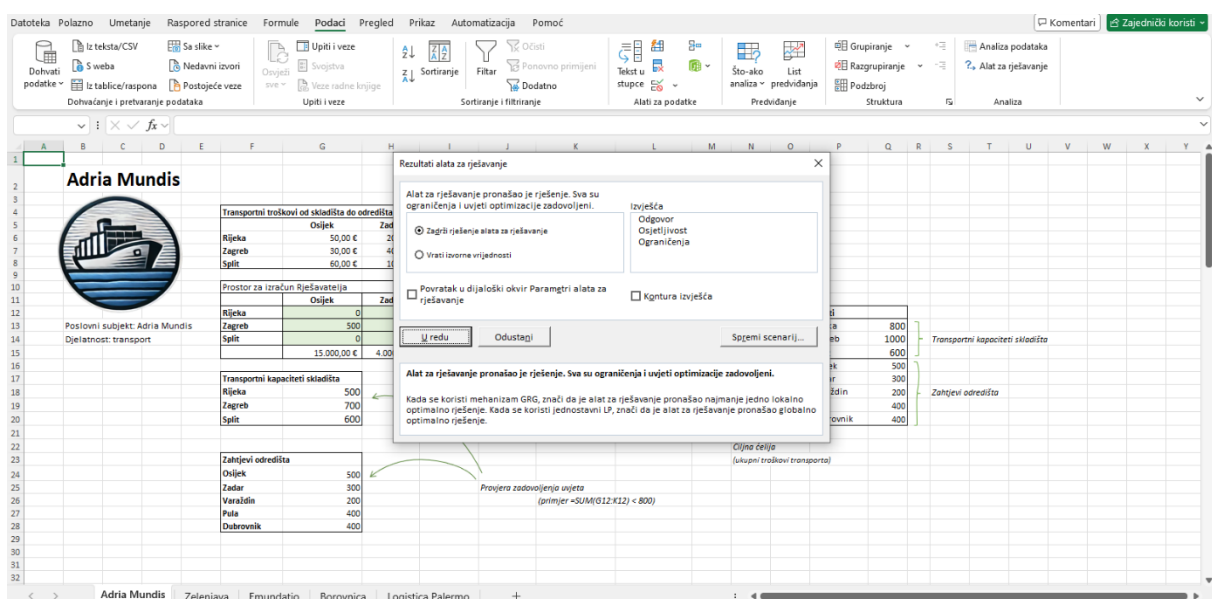
vrijednosti ćelija u rasponu od $G15$ do $K15$ ($=SUM(G15:K15)$) u ciljnoj ćeliji $L20$. Troškovi su sastavnice ukupnog troška transporta u ćeliji $L20$ koji se nastoji minimizirati, a rezultat funkcije cilja isprva je nula jer su troškovi na početku nula te *Rješavatelj* tek treba predložiti varijabilne vrijednosti količine proizvoda.

Dodatak *Rješavatelj* aktivira se na kartici *Datoteka* pa *Mogućnosti* i *Dodaci* odabirom *Rješavatelj* i klikom na gumb *U redu*. Na kartici *Podatci* on se nalazi u posljednjem odjeljku. U dijaloškom okviru *Rješavatelja* potrebno je postaviti cilj. Kao što je vidljivo na Slika 6, ciljna ćelija je $L20$, a to je potrebno naznačiti u polju *Postavljanje cilja* te pod *Prima* označiti *Minimum* jer je cilj minimizirati troškove. Nadalje, potrebno je unijeti varijabilne ćelije, koje nisu konstantne, a to je raspon ćelija $G12:K14$. Promjenom varijabilnih ćelija *Rješavatelj* će dati optimalno rješenje, uzimajući u obzir zadane konstante. Potom se unesu zadana ograničenja, koja su ovdje kapaciteti skladišta tj. koliko koje skladište može skladištiti jedinica proizvoda. Primjerice, riječko skladište može zaprimiti do osamsto jedinica proizvoda pa mora vrijediti da je ćelija $G18$ manja ili jednaka od osamsto ($G18 \leq 800$). Isto tako, zagrebačko skladište može skladištiti do tisuću proizvoda ($G19 \leq 1000$), a splitsko šesto ($G20 \leq 600$). Također, potrebno je unijeti ograničenja odredišta. Na primjer, na osječkom je tržištu za očekivati potražnju od petsto jedinica proizvoda pa mora vrijediti da je ćelija $G24$ jednaka petsto ($G24 = 500$). U Zadar treba transportirati tristo proizvoda ($G25 = 300$), U Varaždin dvjesto ($G26 = 200$), u Pulu četiristo ($G27 = 400$), a u Dubrovnik isto četiristo ($G28 = 400$). Ograničenja kapaciteta treba označiti za svako skladište i zahtjeve odredišta za svako odredište. Potrebno je još unijeti uvjet za pozitivne vrijednosti rješenja jer ne bi imalo smisla kad bi rezultat bio negativan ($G12:K14 \geq 0$). Kao metodu izračuna potrebno je odabrati *Jednostavni LP*. Konačno, klikom na gumb *Riješi* pokreće se *Alat za rješavanje* (Slika 6).



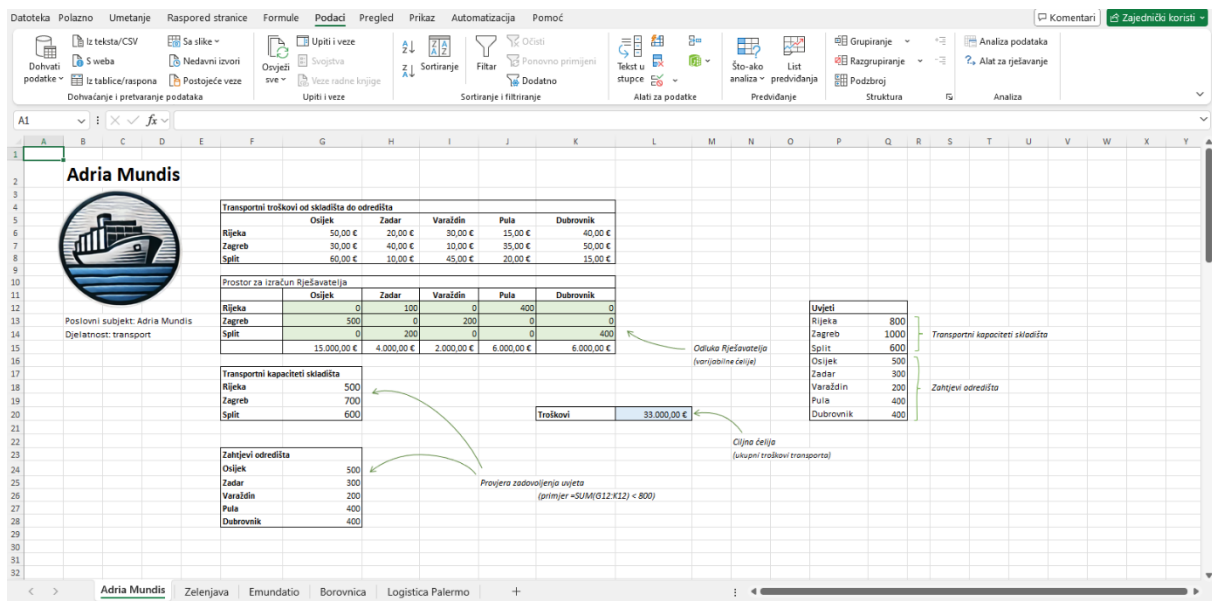
Slika 6: Dijaloški okvir dodatka Rješavatelj s ciljnom ćelijom, ograničenjima i metodom (izvor: autorski rad pomoću softvera Excel)

Bez ograničenja za pozitivne brojeve može se dogoditi da Rješavatelj ponudi rješenje koje je negativni broj, što ne bi imalo smisla. Stoga, uvijek je potrebno voditi računa o tome da se uključi i ovo ograničenje u polju *Podložno ograničenjima* ($\$G\$12:\$K\$14 \geq 0$). Po završetku izračuna, otvara se dijaloški okvir *Rezultati alata za rješavanje* te je potrebno kliknuti na gumb *U redu*, kao na Slika 7. Na Slika 7 vidljiv je i ranije spomenuti gumb *Pomoć*, a u sljedećem poglavlju bit će spomenuto i nešto o gumbu *Spremi scenarij*.



Slika 7: Dijaloški okvir Rješavatelja kojim se korisnika obavještava o ishodu rješavanja poslovnog problema (izvor: autorski rad pomoću softvera Excel)

Rješavatelj je izračunao da bi optimalna kombinacija isporuka iz Rijeke bila sto jedinica proizvoda isporučenih u Zadar (ćelija H12) te četiristo jedinica proizvoda isporučenih u Pulu (J12), kao što prikazuje Slika 8. Zadovoljena su ograničenja prijevoza, a transport se ekonomično usmjerava u najbliža skladišta. Iz Zagreba bi optimalno bilo isporučiti petsto jedinica proizvoda u Osijek (G13) i dvjesto u Varaždin (I13). Iz Splitskog bi skladišta najbolje bilo transportirati proizvode u Zadar, i to u količini od dvjesto jedinica proizvoda (H14) te u Dubrovnik isporučiti četiristo jedinica proizvoda (K14). Troškovi transporta proizvoda u Osijek iznosili bi 15.000,00 € (ćelija G15), u Zadar 4.000,00 € (H16) u Varaždin 2.000,00 € (I16), u Pulu 6.000,00 € (J16), a u Dubrovnik 6.000,00 € (K16). U ovom slučaju skladišta Rijeka i Zagreb imaju prostora za zapremanje dodatnih tristo jedinica proizvoda, a skladište Split ispunjava maksimalni kapacitet od šesto jedinica proizvoda. Zadovoljeni su zahtjevi odredišta od petsto jedinica proizvoda u Osijeku, tristo u Zadru, dvjesto u Varaždinu, četiristo u Puli te četiristo u Dubrovniku, a ukupni trošak u ovom slučaju iznosi 33.000,00 €.



Slika 8: Rješenje poslovnog problema koje nudi Rješavatelj za poslovnog subjekta Adria Mundis (izvor: autorski rad pomoću softvera Excel)

U dijaloškom okviru Rezultati alata za rješavanje vidljiva su dostupna izvješća za modelirani problem: izvješće o odgovoru, granicama i osjetljivosti. „Analiza osjetljivosti daje nam stupanj osjetljivosti performansi modela“, pojašnjava Ćerić, „čiji je cilj ispitivanje promjena u izlaznim vrijednostima modela kao posljedice promjena u pojedinačnim ulaznim parametrima modela.“ (Ćerić, prema Varga, i sur., 2007.) Uvidom u spomenute izvještaje donositelj odluka može bolje razumjeti kako rješenje ovisi o povećanju jedne jedinice resursa, što se naziva analizom marginalnog troška (Ćerić, prema Varga, i sur., 2007.). *Izvješće o odgovoru* donosi obavijest o

tome kako je *Rješavatelj* pronašao rješenje u 0,063 sekunde, trima iteracijama i pomoću mehanizma *Jednostavni LP* (Slika 9). Čitatelj izvještaja u tablici *Ograničenja* dobiva uvid u to koliko u zadanom scenariju ostaje *lufta*. Riječko skladište ima kapacitet zapremanja osamsto jedinica pa bi se tamo dalo dopremiti još tristo jedinica proizvoda. U zagrebačko bi se skladište dalo dopremiti još isto toliko jer ima zapremninu od tisuću jedinica proizvoda, a u ovom scenariju tamo se transportira samo sedamsto jedinica.

Izvešće je stvoreno: 14.1.2025. 13:04:21
 Rezultat: Alat za rješavanje pronašao je rješenje. Sva su ograničenja i uvjeti optimizacije zadovoljeni.
 Mehanizam alata za rješavanje
 Mehanizam: Jednostavni LP
 Vrijeme rješavanja: 0,063 Sekunde.
 Iteracije: 11 Potproblemi: 0
 Mogućnosti alata za rješavanje
 Maksimalno vrijeme Neograničeno, Iteracije Neograničeno, Precision 0,000001
 Maksimalan broj potproblema Neograničeno, Maksimalna cjelobrojna rješenja Neograničeno, Cjelobrojna tolerancija 1%, Pretpostavi NonNegative

Ciljna ćelija (Minimum)			
Ćelija	Naziv	Izborna vrijednost	Završna vrijednost
\$L\$20	Troškovi	33.000,00 €	33.000,00 €

Ograničenja						
Ćelija	Naziv	jednost	ćel	Formula	Stanje	Zaliha
\$G\$18	Rijeka Os	500	\$G\$18<=8	Neobvezu		300
\$G\$19	Zagreb Os	700	\$G\$19<=1	Neobvezu		300
\$G\$20	Split Osiji	600	\$G\$20<=6	Obvezuju		0
\$G\$24	Osijek Os	500	\$G\$24=50	Obvezuju		0
\$G\$25	Zadar Osi	300	\$G\$25=30	Obvezuju		0
\$G\$26	Varaždin	200	\$G\$26=20	Obvezuju		0
\$G\$27	Pula Osiji	400	\$G\$27=40	Obvezuju		0
\$G\$28	Dubrovnik	400	\$G\$28=40	Obvezuju		0
\$G\$12	Rijeka Os	0	\$G\$12>=0	Obvezuju		0
\$H\$12	Rijeka Za	100	\$H\$12>=0	Neobvezu		100
\$I\$12	Rijeka Va	0	\$I\$12>=0	Obvezuju		0
\$J\$12	Rijeka Pu	400	\$J\$12>=0	Neobvezu		400
\$K\$12	Rijeka Du	0	\$K\$12>=0	Obvezuju		0
\$G\$13	Zagreb Os	500	\$G\$13>=0	Neobvezu		500
\$H\$13	Zagreb Za	0	\$H\$13>=0	Obvezuju		0
\$I\$13	Zagreb Vr	200	\$I\$13>=0	Neobvezu		200
\$J\$13	Zagreb Pl	0	\$J\$13>=0	Obvezuju		0
\$K\$13	Zagreb Dv	0	\$K\$13>=0	Obvezuju		0
\$G\$14	Split Osiji	0	\$G\$14>=0	Obvezuju		0
\$H\$14	Split Zadi	200	\$H\$14>=0	Neobvezu		200

Varijabilne ćelije				
Ćelija	Naziv	Izborna vrijednost	Završna vrijednost	Cijeli broj
\$G\$12	Rijeka Osijek	0	0	Nastavak
\$H\$12	Rijeka Zadar	100	100	Nastavak
\$I\$12	Rijeka Varaždin	0	0	Nastavak
\$J\$12	Rijeka Pula	400	400	Nastavak
\$K\$12	Rijeka Dubrovnik	0	0	Nastavak
\$G\$13	Zagreb Osijek	500	500	Nastavak
\$H\$13	Zagreb Zadar	0	0	Nastavak
\$I\$13	Zagreb Varaždin	200	200	Nastavak
\$J\$13	Zagreb Pula	0	0	Nastavak
\$K\$13	Zagreb Dubrovnik	0	0	Nastavak
\$G\$14	Split Osijek	0	0	Nastavak
\$H\$14	Split Zadar	200	200	Nastavak
\$I\$14	Split Varaždin	0	0	Nastavak
\$J\$14	Split Pula	0	0	Nastavak
\$K\$14	Split Dubrovnik	400	400	Nastavak

< > Izvešće o odgovoru 2 | Izvešće o osjetljivosti 1 | Izvešće o granicama 1 | Adria Mundis | Zelenjava | Emundatic ... +

Slika 9: Izvešće o odgovoru za Adria Mundis (izvor: autorski rad pomoću softvera Excel)

Izveštaj o osjetljivosti izravno se odnosi na financije pa je najkorisniji od sva tri izvještaja (Slika 10). U tablici *Varijabilne ćelije* vidljivo je koja skladišta omogućuju najpovoljniji transport do odredišta. Stupac *Reducirano Trošak* sadrži vrijednosti između nula i četrdeset pet, a što je broj veći, to je transport jediničnog proizvoda skuplji. Naime, taj stupac obično sadrži i pozitivne i negativne vrijednosti – negativne označavaju najveću uštedu, a pozitivne najveći dodani trošak. Primjerice, u Zadar je najpovoljnije transportirati proizvode iz riječkog ili splitskog skladišta jer je vrijednost u stupcu *Reducirano Trošak* nula. S druge strane, rastrošno bi bilo u Zadar transportirati iz Zagreba jer je tu vrijednost stupca *Reducirano Trošak* dvadeset. Stupac *Cilj Koeficijent* označava koeficijent ciljne funkcije. To je promjena cilja, u ovom slučaju ukupnih troškova, za svaku jedinicu promjene u odluci, a to su za Adria Mundis transportirani proizvodi. *Koeficijent* za transport iz Zagreba u Varaždin u osmom retku je deset, a za transport iz Splita u Osijek u desetom retku šezdeset. Dakle, transport svakog proizvoda iz Splita u Osijek stoji višestruko više nego onaj iz Zagreba u Varaždin. Vrijednosti stupaca *Dopušteno Povećanje* i *Dopušteno Smanjenje* pokazuju koliko se *Cilj Koeficijent* može

povećati ili smanjiti prije nego što optimalno rješenje nestane. Ako se promjena ostane unutar tih granica, rješenje ostaje optimalno.

Microsoft Excel 16.0 Izvješće o osjetljivosti
Radni list: [Rjesavatel].xlsx|Adria Mundis
Izvješće je stvoreno: 14.1.2025. 13:04:22

Varijabilne ćelije

Ćelija	Naziv	Završno Vrijednost	Reducirano Trošak	Cilj Koeffcijent	Dopustivo Povećanje	Dopustivo Smanjenje
\$G\$12	Rijeka Osijek	0	20	50	1E+30	20
\$H\$12	Rijeka Zadar	100	0	20	15	10
\$I\$12	Rijeka Varaždin	0	20	30	1E+30	20
\$J\$12	Rijeka Pula	400	0	15	15	1E+30
\$K\$12	Rijeka Dubrovnik	0	15	40	1E+30	15
\$G\$13	Zagreb Osijek	500	0	30	20	1E+30
\$H\$13	Zagreb Zadar	0	20	40	1E+30	20
\$I\$13	Zagreb Varaždin	200	0	10	20	1E+30
\$J\$13	Zagreb Pula	0	20	35	1E+30	20
\$K\$13	Zagreb Dubrovnik	0	25	50	1E+30	25
\$G\$14	Split Osijek	0	40	60	1E+30	40
\$H\$14	Split Zadar	200	0	10	10	15
\$I\$14	Split Varaždin	0	45	45	1E+30	45
\$J\$14	Split Pula	0	15	20	1E+30	15
\$K\$14	Split Dubrovnik	400	0	15	15	1E+30

Ograničenja

Ćelija	Naziv	Završno Vrijednost	Sjena Cijena	Ograničenje Desna strana	Dopustivo Povećanje	Dopustivo Smanjenje
\$G\$18	Rijeka Osi	500	0	800	1E+30	300
\$G\$19	Zagreb Os	700	0	1000	1E+30	300
\$G\$20	Split Osije	600	-10	600	100	200
\$G\$24	Osijek Osij	500	30	500	300	500
\$G\$25	Zadar Osij	300	20	300	300	100
\$G\$26	Varaždin C	200	10	200	300	200
\$G\$27	Pula Osijel	400	15	400	300	400
\$G\$28	Dubrovnik	400	25	400	200	100

Slika 10: Izvješće o osjetljivosti za Adria Mundis (izvor: autorski rad pomoću softvera Excel)

Tablica *Ograničenja* dijeli s prethodnom nazive prvih dvaju stupaca, *Ćelija* i *Naziv*, te ima još stupce *Završna Vrijednost*, *Sjena Cijena*, *Ograničenje Desna strana*, *Dopustivo Povećanje* i *Dopustivo Smanjenje*. *Završna Vrijednost* za transport iz Rijeke u Osijek u prvom retku može se interpretirati na način da je petsto jedinica proizvoda transportirano iz Rijeke u Osijek. Negativni iznos *Sjene Cijene* između Splita i Osijeka u trećem retku interpretira se na način da bi povećanje kapaciteta splitskog skladišta imalo nepovoljan utjecaj kad bi se iz njega proizvodi transportirali u najskuplje odredište, Osijek. Za transport iz Zagreba u Osijek u drugom retku vrijednost stupca *Ograničenje desna strana* iznosi tisuću, što se može interpretirati na način da je iz Zagreba u Osijek moguće transportirati tisuću proizvoda, koliko je kapacitet zagrebačkog skladišta. Ukupni troškovi ostali bi isti čak i kad bi se kapacitet splitskog skladišta povećao za sto jedinica proizvoda koje bi se otpremale u Osijek, što govori vrijednost u stupcu *Dopustivo Povećanje* za treći redak. Za usporedbu, za transport iz Rijeke u Osijek moguće je i veće povećanje kapaciteta jer je odatle transport povoljniji, što označava vrijednost 10^{30} . Tako velik broj zapravo znači beskonačno veliko povećanje jer bi svaki transport iz Rijeke bio povoljniji nego onaj iz Splita. *Dopustivo Smanjenje* u vrijednosti od dvjesto jedinica proizvoda u trećem retku za transport iz Splita u Osijek moglo bi poboljšati ciljnu funkciju smanjenja ukupnih troškova, što je vidljivo u posljednjem stupcu. Dakle, ovo izvješće pomaže menadžeru u razumijevanju kako promjene u kapacitetima mogu utjecati na optimalno rješenje te gdje su potencijalne prilike za poboljšanje.

Posljednje je *Izvješće o granicama* s vrijednostima *Donje Granice* i *Gornje Granice* (Slika 11). U prvom retku za skladište Rijeka i odredište Osijek vrijednost *Donje Granice* je nula, kao i *Gornje*. Minimalna količina proizvoda koji se mogu transportirati iz Rijeke u Osijek može biti

nula te se optimalno rješenje neće promijeniti. Ruta nije zastupljena u optimalnom rješenju jer se iz riječkog skladišta najviše transportira u Pulu i ponešto u Zadar. Vrijednost *Donje Granice* i *Gornje Granice* za transport od Rijeke do Pule je jednaka i iznosi četiristo. Minimalna količina proizvoda koja bi se trebala transportirati iz Rijeke u Pulu je četiristo, koliko i maksimalna. U svim slučajevima, rezultat je unutar dopuštenih granica pa su rješenja optimalna. Ovaj izvještaj prikazuje kako su transportne jedinice raspoređene na različite rute između gradova na temelju optimizacijskog modela.

Microsoft Excel 16.0 Izvješće o granicama
Radni list: [Rjesavatelj.xlsx]Adria Mundis
Izvješće je stvoreno: 14.1.2025. 13:04:22

Cilj			Donja		Cilj		Gornja		Cilj	
Čelija	Naziv	Vrijednost	Granica	Rezultat	Granica	Rezultat	Granica	Rezultat	Granica	Rezultat
\$L\$20	Troškovi	33.000,00 €								
Varijabla			Donja		Cilj		Gornja		Cilj	
Čelija	Naziv	Vrijednost	Granica	Rezultat	Granica	Rezultat	Granica	Rezultat	Granica	Rezultat
\$G\$12	Rijeka Osi	0	0	33000	0	33000	0	33000	0	33000
\$H\$12	Rijeka Zac	100	100	33000	100	33000	100	33000	100	33000
\$I\$12	Rijeka Vai	0	0	33000	0	33000	0	33000	0	33000
\$J\$12	Rijeka Pul	400	400	33000	400	33000	400	33000	400	33000
\$K\$12	Rijeka Du	0	0	33000	0	33000	0	33000	0	33000
\$G\$13	Zagreb Os	500	500	33000	500	33000	500	33000	500	33000
\$H\$13	Zagreb Za	0	0	33000	0	33000	0	33000	0	33000
\$I\$13	Zagreb Va	200	200	33000	200	33000	200	33000	200	33000
\$J\$13	Zagreb Pu	0	0	33000	0	33000	0	33000	0	33000
\$K\$13	Zagreb Du	0	0	33000	0	33000	0	33000	0	33000
\$G\$14	Split Osije	0	0	33000	0	33000	0	33000	0	33000
\$H\$14	Split Zada	200	200	33000	200	33000	200	33000	200	33000
\$I\$14	Split Vara	0	0	33000	0	33000	0	33000	0	33000
\$J\$14	Split Pula	0	0	33000	0	33000	0	33000	0	33000
\$K\$14	Split Dubr	400	400	33000	400	33000	400	33000	400	33000

Slika 11: Izvješće o granicama za Adria Mundis (izvor: autorski rad pomoću softvera Excel)

5.2. Emundatio

Emundatio je zamišljeno poduzeće koje pruža usluge održavanja poslovnih zgrada, skladišta, garaža, eksterijera i automobila. Poduzeće nudi sedam vrsta usluga: standardno čišćenje, dubinsko čišćenje, čišćenje skladišta, čišćenje garaže, vanjsko čišćenje automobila, unutarnje čišćenje automobila i održavanje eksterijera. Svaka od sedam usluga zahtijeva različitu količinu radnih sati, sredstava za čišćenje i specijalizirane opreme. Sa stalnim klijentima Emundatio ima ugovorne obveze te svaki dan pružaju najmanje tri usluge standardnog čišćenja.

Standardno čišćenje naplaćuju sto eura, dubinsko sto dvadeset, čišćenje skladišta sto, čišćenje garaža osamdeset, vanjsko čišćenje automobila osamdeset, unutarnje čišćenje automobila sedamdeset, a održavanje eksterijera devedeset eura (Tablica 1).

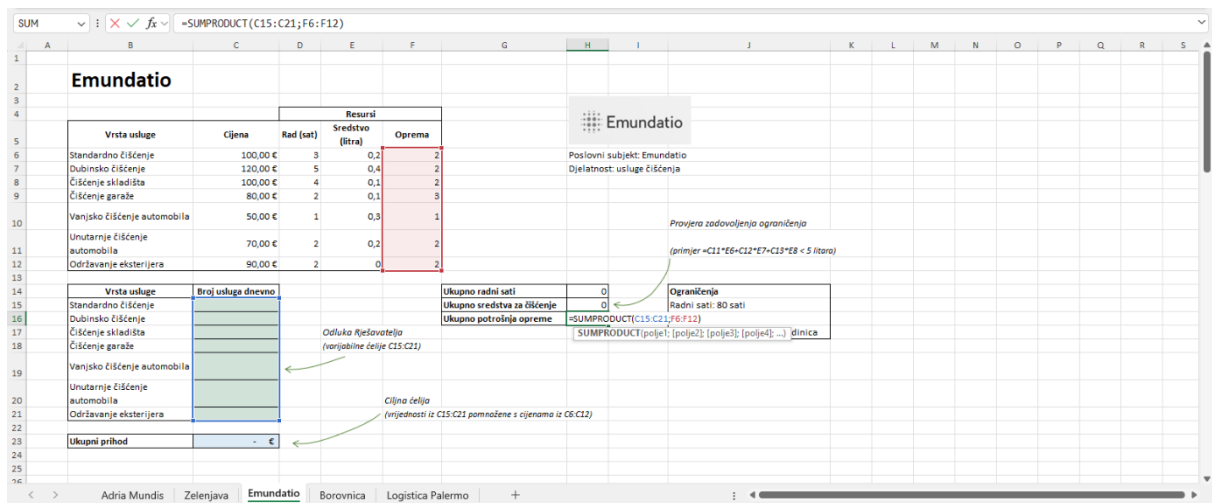
Tablica 1: Cjenik usluga i podatci o korištenim resursima poslovnog subjekta Emundatio (izvor: autorski rad, pomoću softvera Excel)

Vrsta usluge	Cijena	Resursi		
		Rad (sat)	Sredstvo (litra)	Oprema
Standardno čišćenje	100,00 €	3	0,2	2
Dubinsko čišćenje	120,00 €	5	0,4	2
Čišćenje skladišta	100,00 €	4	0,1	2
Čišćenje garaže	80,00 €	2	0,1	3
Vanjsko čišćenje automobila	50,00 €	1	0,3	1
Unutarnje čišćenje automobila	70,00 €	2	0,2	2
Održavanje eksterijera	90,00 €	2	0	2

Standardno čišćenje iziskuje četiri sata rada, dubinsko čišćenje osam sati, a održavanje vanjskog prostora pet sati. Dnevno imaju na raspolaganju deset radnika. Za vanjsko čišćenje automobila potrebna je jedna jedinica opreme, a za unutarnje čišćenje automobila duplo više, kao i za standardno, dubinsko te čišćenje skladišta. Tri jedinice opreme potrebne su za čišćenje garaže. Poduzeće raspolaže s osamdeset sati rada dnevno (produkt tima od deset radnika i njihova radnog vremena), mogu potrošiti pet litara sredstva za čišćenje te posjeduju pedeset jedinica specijalizirane opreme. Cilj je optimizirati i maksimizirati prihode određivanjem kombinacije usluga čišćenja uz dana ograničenja resursa i ugovornih obveza. Ovim se informacijama žele poslužiti u oblikovanju marketinškog i prodajnog pristupa prema svojim klijentima.

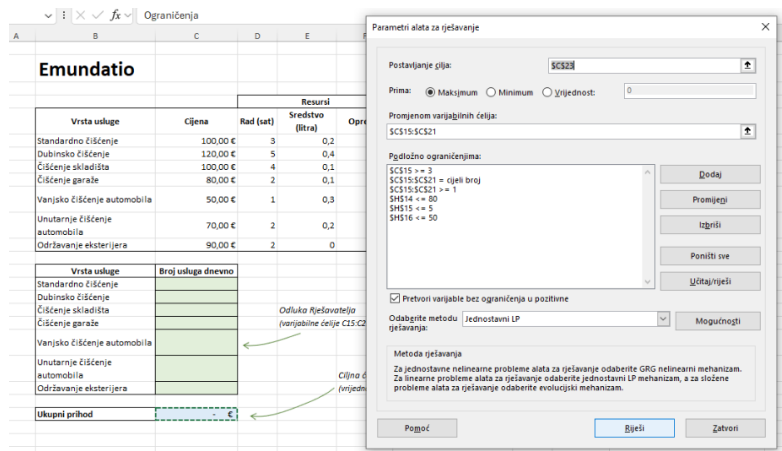
Na radnom listu izloženi su podatci o cijeni, radu, potrebnim sredstvima za čišćenje i opremi u ćelijama *B5:F12* (Slika 12). Prazan prostor za određivanje optimalne kombinacije usluga je u ćelijama *C15:C21*. Buduće vrijednosti ovih ćelija zadaju se kao argumenti funkciji *SUMPRODUCT* u ciljnoj ćeliji *C23*. U toj se ćeliji računa ukupni prihod množenjem broja izvršenih usluga s cijenom iz gornje tablice ($=SUMPRODUCT(C15:C21;C6:C12)$). Na istom radnom listu u ćelijama *G14:H16* je tablica u kojoj se usporedno s određivanjem optimalnog miksa usluga bilježe sati rada, utrošeno sredstvo za čišćenje i ukupna potrošnja opreme. U ćelijama se za računanje umnoška usluga i potrošenih resursa upotrebljava formula *SUMPRODUCT*, primjerice za sate rada u ćeliju *H14* unaprijed se upisuje formula $=SUMPRODUCT(C15:C21;D6:D12)$. Budući da su neki argumenti nula, funkcija isprva ne daje nikakav rezultat, no kasnije će dati određenu vrijednost. Važna je kako bi se osiguralo da su sati rada, sredstvo za čišćenje i jedinice opreme unutar zadanih ograničenja, koja su vidljiva

u tablici *Ograničenja* u ćelijama J14:J17. Kad se list postavi na ovaj način, pokreće se *Alat za rješavanje*. U polju *Podložno ograničenjima* ponovno je uneseno ograničenje za pozitivne brojeve, kao i u slučaju Adrije Mundis.



Slika 12: Metoda rješavanja problema za poslovni slučaj Emundatio (izvor: autorski rad pomoću softvera Excel)

Na Slika 13 vidljiv je dijaloški okvir u koji se unosi adresa ciljne ćelije C23 i varijabilnih ćelija C15:C21. Ograničenja su vidljiva u polju *Podložno ograničenjima*. Ona uključuju uvjet da treba uključiti barem tri standardna čišćenja ($C15 \geq 3$) te da rješenja trebaju biti članovi skupa N_1 – cijeli brojevi ($C15:C21 = \text{cijeli broj}$) i, kako bi bila zastupljena svaka vrsta usluge, veći od jedan ($C15:C21 \geq 1$). Dostupno je osamdeset sati rada ($H14 \leq 80$), pet litara sredstva za čišćenje ($H15 \leq 5$) i pedeset jedinica opreme ($H16 \leq 50$). Neka je ograničenja moguće unijeti s radnog lista ako su vrijednosti unaprijed zapisane u zasebnim ćelijama na radnom listu, što ovdje nije slučaj jer su u tablici *Ograničenja* samo tekstualni podatci.



Slika 13: Dijaloški okvir Rješavatelja s unesenom ciljnom ćelijom, varijabilnim ćelijama i ograničenjima za poslovnog subjekta Emundario (izvor: autorski rad pomoću softvera Excel)

Konačno, *Rješavatelj* pronalazi rješenje – predlaže kombinaciju usluga u kojoj se svaki dan izvršava pet standardnih čišćenja, osam dubinskih čišćenja, jedno čišćenje skladišta, jedno čišćenje garaže, jedno vanjsko čišćenje automobila i osam održavanja eksterijera (Slika 14). Tako, utrošilo bi se osamdeset sati rada, 4,9 litara sredstva za čišćenje i pedeset jedinica opreme, što je unutar zadanih ograničenja. Ovo može poslužiti kao strateško usmjerenje jer bi se poslovni subjekt mogao odvažiti na strategiju razvoja tržišta održavanja eksterijera. Također, može poslužiti i kao *benchmark*, točka za usporedbu ostvarenih s ciljnim rezultatima. Ukupni dnevni prihodi u ovom bi slučaju iznosili 2.480,00 eura.

Emundatio				
Vrsta usluge	Cijena	Resursi		
		Rad (sat)	Sredstvo (litra)	Oprema
Standardno čišćenje	100,00 €	3	0,2	2
Dubinsko čišćenje	120,00 €	5	0,4	2
Čišćenje skladišta	100,00 €	4	0,1	2
Čišćenje garaže	80,00 €	2	0,1	3
Vanjsko čišćenje automobila	50,00 €	1	0,3	1
Unutarnje čišćenje automobila	70,00 €	2	0,2	2
Održavanje eksterijera	90,00 €	2	0	2

Vrsta usluge	Broj usluga dnevno
Standardno čišćenje	5
Dubinsko čišćenje	8
Čišćenje skladišta	1
Čišćenje garaže	1
Vanjsko čišćenje automobila	1
Unutarnje čišćenje automobila	1
Održavanje eksterijera	8
Ukupni prihod	2.480,00 €

Emundatio							
Poslovni subjekt: Emundatio							
Djelatnost: usluge čišćenja							
Provjera zadovoljenja ograničenja (primjer =C11*E6+C12*E7+C13*E8 < 5 litara)							
Ograničenja Radni sati: 80 sati Sredstva za čišćenje: 5 litara Specijalizirana oprema: 30 jedinica	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Ukupno radni sati</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>Ukupno sredstva za čišćenje</td> <td>4,9</td> </tr> <tr> <td>Ukupno potrošnja opreme</td> <td>50</td> </tr> </tbody> </table>	Ukupno radni sati	80	Ukupno sredstva za čišćenje	4,9	Ukupno potrošnja opreme	50
Ukupno radni sati	80						
Ukupno sredstva za čišćenje	4,9						
Ukupno potrošnja opreme	50						

Odluka Rješavatelja (varijabilne ćelije C15:C21)

Ciljna ćelija (vrijednosti iz C15:C21 pomnožene s cijenama iz C6:C12)

Slika 14: Optimalna kombinacija usluga koje predlaže Rješavatelj za poslovnog subjekta Emundatio (izvor: autorski rad pomoću softvera Excel)

Rješavatelj je moguće kombinirati s Upraviteljem scenarija. U dijaloškom okviru *Rezultati alata za rješavanje* vidljiv je gumb *Spremi scenarij*, a ovdje se može upotrijebiti za usporedbu prihoda ovisno o broju zaposlenika. Jednom spremljeni scenarij moguće je pronaći, kako je ranije opisano, na kartici *Podaci* u odjeljku *Predviđanja* i skupini *Što-ako analiza* klikom na *Upravitelj scenarija*. Na taj način moguće je brzo dati odgovore na pitanja koja bi menadžer mogao imati. Na Slika 15 vidljiv je *Rješavatelj*ev prijedlog odgovora na pitanje: „Što ako bismo imali jednog zaposlenika manje?“ Prihod bi u tom slučaju pao tek za neznatnih šezdeset eura.

Emundatio				
Vrsta usluge	Cijena	Resursi		
		Rad (sat)	Sredstvo (litra)	Oprema
Standardno čišćenje	100,00 €	3	0,2	2
Dubinsko čišćenje	120,00 €	5	0,4	2
Čišćenje skladišta	100,00 €	4	0,1	2
Čišćenje garaže	80,00 €	2	0,1	3
Vanjsko čišćenje automobila	50,00 €	1	0,3	1
Unutarnje čišćenje automobila	70,00 €	2	0,2	2
Održavanje eksterijera	90,00 €	2	0	2

Vrsta usluge	Broj usluga dnevno	
Standardno čišćenje	3	
Dubinsko čišćenje	6	
Čišćenje skladišta	1	
Čišćenje garaže	1	
Vanjsko čišćenje automobila	5	
Unutarnje čišćenje automobila	1	
Održavanje eksterijera	10	
Ukupni prihod	2.420,00 €	

Ukupno radni sati	72
Ukupno sredstva za čišćenje	4,9
Ukupno potrošnja opreme	50

Emundatio

Poslovni subjekt: Emundatio
Djelatnost: usluge čišćenja

Upravitej scenarija

Scenariji:
deset radnika
devet radnika

Čelije koje se mijenjaju: SC\$15:\$C\$21
Komentar: Stvorio acer dana 1/14/2025

Pokaži Zatvori

Slika 15: Scenarij s jednim zaposlenikom manje u slučaju Emundatija (izvor: autorski rad pomoću softvera Excel)

Za izračun u slučaju Emundatija je dostupno i *Izvjeshće o odgovoru*, u kojem menadžer dobiva sažet pregled informacija o ciljnoj ćeliji, varijabilnim ćelijama i ograničenjima. Općenito, onome tko modelira poslovni problem ti su podatci očiti. Izvještaj započinje iznošenjem detalja o modelu; u njemu se navode datum i vrijeme kada je model izvršen te se prikazuju rezultati pokretanja. U ovom slučaju piše: "Rezultat: Alat za rješavanje pronašao je rješenje. Sva su ograničenja i uvjeti optimizacije zadovoljeni." Ako pak rješenje nije pronađeno, izvještaj će to također jasno naznačiti. Izvještaj o odgovoru daje detalje o tome koji je model korišten za rješavanje problema, a u slučaju Emundatija to je *Jednostavni LP*. Osim toga, izvještaj navodi da je za rješavanje bilo potrebno 0,078 sekundi i ukupno tri iteracije, a preciznost rješenja je 0,000001 ili 10^{-6} . Većina je stavki u izvještaju očita i bez čitanja izvještaja, što je glavni nedostatak ovog izvještaja. Međutim, onome tko nije modelirao problem moglo bi biti zanimljivo na brzinu vidjeti koja su ograničenja postavljena i koji su ograničavajući čimbenici. Iz izvještaja je izdvojena tablica *Ograničenja* (Tablica 2). U posljednjim dvama stupcima *Stanje* i *Zaliha* popisani su obvezujući i neobvezujući čimbenici. Vidljivo je kako su i radni sati u *H14* i oprema u *H16* posve iskorišteni, no količina sredstava za čišćenje ne obvezuje. Naime, na zalihi na kraju radnog dana teoretski bi ostao još jedan decilitar sredstva za čišćenje.

Tablica 2: Izvješće o odgovoru, tablica Ograničenja (izvor: autorski rad, pomoću softvera Excel)

Ćelija	Naziv	Vrijednost ćelije	Formula	Stanje	Zaliha
\$H\$14	Ukupno radni sati Djelatnost: usluge čišćenja	80	\$H\$14<=80	Obvezujuće	0
\$H\$15	Ukupno sredstva za čišćenje Djelatnost: usluge čišćenja	4,9	\$H\$15<=5	Neobvezujuće	0,1
\$H\$16	Ukupno potrošnja opreme Djelatnost: usluge čišćenja	50	\$H\$16<=50	Obvezujuće	0
\$C\$15	Standardno čišćenje Broj usluga dnevno	5	\$C\$15>=3	Neobvezujuće	2
\$C\$15	Standardno čišćenje Broj usluga dnevno	5	\$C\$15>=1	Neobvezujuće	2
\$C\$16	Dubinsko čišćenje Broj usluga dnevno	8	\$C\$16>=1	Neobvezujuće	7
\$C\$17	Čišćenje skladišta Broj usluga dnevno	1	\$C\$17>=1	Obvezujuće	0
\$C\$18	Čišćenje garaže Broj usluga dnevno	1	\$C\$18>=1	Obvezujuće	0
\$C\$19	Vanjsko čišćenje automobila Broj usluga dnevno	1	\$C\$19>=1	Obvezujuće	0
\$C\$20	Unutarnje čišćenje automobila Broj usluga dnevno	1	\$C\$20>=1	Obvezujuće	0
\$C\$21	Održavanje eksterijera Broj usluga dnevno	8	\$C\$21>=1	Obvezujuće	0
\$C\$15:\$C\$21=Cijeli broj					

U slučaju zamišljenog poduzeća Emundatio *Rješavatelj* izvještava o preciznosti od 0,000001, što je uobičajena preciznost, a moguće je dobiti preciznost u intervalu od nula do jedan. Rezultat bliži jedinici znači manju preciznost rješenja, a rezultat bliži nuli veću preciznost pa se vrijednost od 10^{-6} može interpretirati kao rješenje s visokim stupnjem preciznosti. Veća preciznost, doduše, znači i da *Rješavatelju* treba više vremena za pronalazak rješenja.

5.3. Zelenjava

Zelenjava je zamišljena zalogajnica koja nudi savijače sa špinatom, savijače s krumpirom, savijače s višnjama, savijače s jabukama, sendvič s paprikom, falafel u lepinji, tortilje s tofuom i tortilje sa sejtanom. Naširoko je znana po kvaliteti sastojaka i ljubaznom djelatniku koji u njoj radi. Prvih sat vremena u radnom danu vlasnik obično spravlja jela, a iduća tri sata ih samo doručna prodaje kupcima. Jela se obično prodaju vrlo brzo pa zalogajnica radi sveukupno četiri sata u danu. U posljednje vrijeme zalogajnica se suočava s izazovima optimizacije proizvodnje. Svaki proizvod zahtijeva različite količine brašna i relativno skupog špinata, koji je dostupan samo sezonski, a donosi i različitu zaradu. Najveća marža ostvaruje se na falafelu u lepinji (2,00 eura), a najmanja na savijačama (0,40 eura), kao što je vidljivo u tablici *F3:K12* na Slika 16. Za izradu savijača potrebna je prosječno jedna minuta, za sendvič s paprikom i tortilju s tofuom prosječno dvije, a za falafel u lepinji tri minute. Zalogajnica po danu ima ograničenja od četrdeset kilograma brašna, pet kilograma špinata i spomenutih šezdeset minuta rada, kao što je vidljivo u tablici *Ograničenja na Slika 16*. Kako bi se zadovoljila raznolika potražnja, žele nastaviti proizvoditi sve navedene proizvode, no pitaju se postoji li optimalan miks prodaje proizvoda. Ćelije *K5:K12* sadrže nepoznanice x_1 , x_2 , x_3 , x_4 , x_5 , x_6 , i x_7 koje su nepoznate količine proizvoda. To su nezavisne varijable o kojima ovisi zavisna varijabla dobiti kako je dano:

$$Dobit = 0,50 x_1 + 0,60 x_2 + 0,40 x_3 + 0,40 x_4 + 0,50 x_5 + 2,00 x_6 + 1,10 x_7.$$

Zelenjava		Resursi			Proizvedena količina
Proizvod	Dobit po jedinici	Brašno (kg)	Špinat (kg)	Vrijeme (min)	
Savijača sa špinatom	0,50 €	0,2	0,3	1	
Savijača s krumpirom	0,60 €	0,2	0	1	
Savijača s višnjama	0,40 €	0,3	0	1	
Savijača s jabukama	0,40 €	0,3	0	1	
Sendvič s paprikom	0,90 €	0,2	0,1	2	
Falafel u lepinji	2,00 €	0,4	0,1	3	
Tortilja s tofuom	1,00 €	0,3	0,1	2	
Tortilja sa sejtanom	1,10 €	0,3	0,1	2	
Ukupna dobit	- €				
Ukupno brašno korišteno (kg)	0				
Ukupno špinat korišten (kg)	0				
Ukupno rad korišten (minute)	0				
Ograničenja					
Brašno (kg)		40			
Špinat (kg)		5			
Rad (minute)		60			

Poslovni subjekt: Zelenjava
Djelatnost: hrana

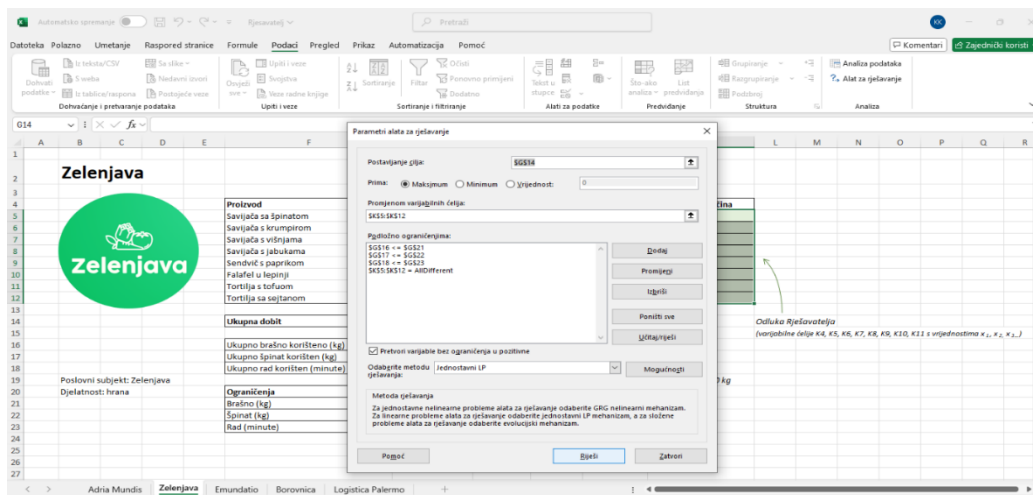
Ciljna ćelija
(Dobit = 0,50 € * x₁ + 0,60 € * x₂ + 0,4 € * x₃)

Provjera zadovoljenja ograničenja
=SUMPRODUCT(H5:H7;K5:K7) < 40 kg

Odluka Rješavatelja
(varijabilne ćelije K4, K5, K6, K7, K8, K9, K10, K11 s vrijednostima x₁, x₂, ...)

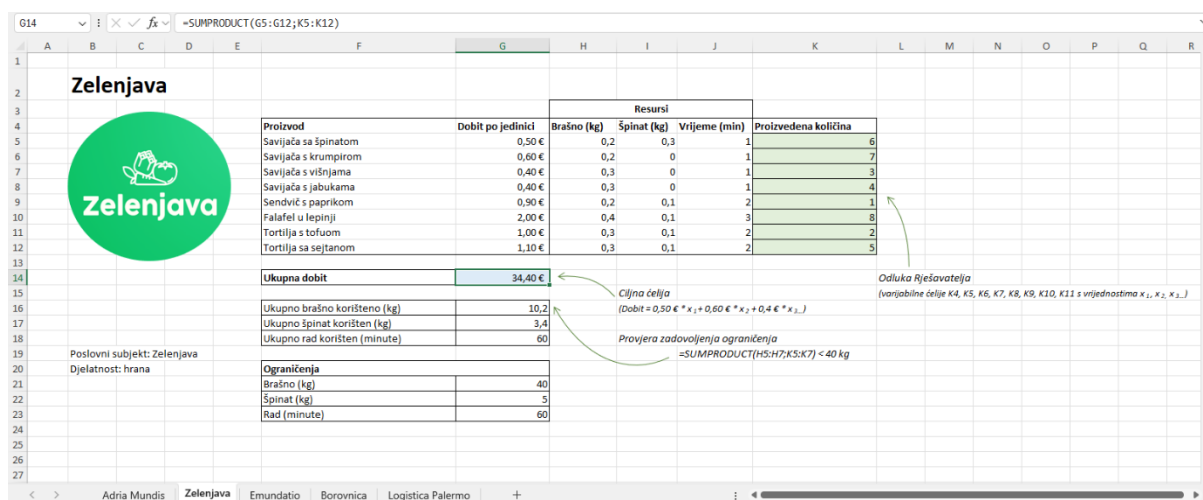
Slika 16: Stupac K s proizvedenom količinom na početku je prazan jer Rješavatelj tek treba odrediti optimalnu proizvodnju (izvor: autorski rad, pomoću softvera Excel)

Od Rješavatelja se očekuje prijedlog broja proizvoda uz dana ograničenja s ciljem maksimizacije dobiti u ćeliji G14. U ciljnoj ćeliji upisana je formula =SUMPRODUCT(G5:G12;K5:K12). Analogno tome, u ćelijama G16:G18 u kojima se bilježi ukupno brašno, špinat i rad korištena je funkcija SUMPRODUCT koja isprva daje rezultat nula. Ove ćelije važne su kako bi se Rješavatelju zadala ograničenja koja ne smije premašiti, a ta ograničenja navedena su u već spomenutoj tablici Ograničenja. Na Slika 18 vidljivo je kako su ograničenja količina brašna, špinata i minuta rada unesene u polje Podložno ograničenjima. Ukupno korišteno brašno mora biti manje od četrdeset kilograma ($G16 \leq G21$), ukupan korišten špinat manji od pet kilograma ($G17 \leq G22$), a ukupan korišten rad manji od šezdeset minuta ($G18 \leq G23$). Varijabilnima su označene ćelije u rasponu K5:K12. Budući da žele nastaviti proizvoditi sve proizvode, a ne samo neke, uvodi se ograničenje K5:K12 = AllDifferent. Također, postavljen je uvjet za pozitivne brojeve, a za metodu rješavanja odabran je najčešći Jednostavni LP.



Slika 18: Ograničenja za Zelenjavu su količina brašna, špinata i minuta za pripremu jela, a cilj je maksimizirati dnevnu dobit (izvor: autorski rad, pomoću softvera Excel)

Klikom na gumb *Riješi Rješavatelj* predlaže proizvoditi šest savijača sa špinatom, sedam savijača s krumpirom, tri savijače s višnjama, četiri savijače s jabukama, jedan sendvič s paprikom, osam falafela u lepinji, dvije tortilje s tofuom i pet tortilja sa sejtanom. Osim falafela, zalogajnica bi se najviše trebala usredotočiti na savijaču s krumpirom, a proizvedene količine jela mogu se skalirati ovisno o dostupnu radu. Procijenjena dnevna dobit iznosila bi 34,40 €. Ukupno bi se utrošilo 10,2 kilograma brašna, 3,4 kilograma špinata i maksimalnih šezdeset minuta rada, što je unutar zadanih ograničenja. Na taj način zalogajnica bi ostvarila maksimalnu dobit uzimajući u obzir zadana ograničenja (Slika 17).



Slika 17: U ovom scenariju za Zelenjavu dnevna dobit iznosila bi 34,40 €, a utrošilo bi se 10,2 kilograma brašna, 3,4 kilograma špinata i šezdeset minuta za pripremu jela (izvor: autorski rad, pomoću softvera Excel)

Ovdje je vidljivo kako *Rješavatelj* može pomoći u donošenju optimalne odluke menadžeru u okolnostima u kojima je potrebno uzeti u obzir više čimbenika od kojih nije svaki jednako važan. Naime, u slučaju Zelenjave dostupan je i *Izveštaj o odgovoru* koji menadžeru može dodatno rasvijetliti stanje stvari. Ono ponovno sadrži sažete podatke o problemu, to jest o ciljnoj

ćeliji, varijabilnim ćelijama i ograničenjima. Ograničenja su vidljiva u Tablica 3, a u posljednjim dvama stupcima menadžer može vidjeti koji su od navedenih resursa ograničavajući, baš kao što u kemijskim reakcijama postoje mjerodavni reaktanti koji određuju količinu produkta. Primjerice, u ovom slučaju jedno je ograničenje obvezujuće, minute, a dva ograničenja su neobvezujuća. Dok se svih šezdeset minuta rada potroši, u zalihama ostaje 29,8 kilograma brašna i 1,6 kilogram špinata. To znači da špinat i brašno zasad ne ograničavaju zalogajnicu, no za veću dobit bilo bi potrebno osigurati više vremena za pripremu jela na početku dana. Međutim, poslovni subjekt nema veliki doseg, već samo lokalni pa nije za očekivati znatno povećanje potražnje u narednom razdoblju.

Tablica 3: Ograničenja u poslovnom slučaju Zelenjave (izvor: autorski rad pomoću softvera Excel)

Ćelija	Naziv	Vrijednost ćelije	Formula	Stanje	Zaliha
\$G\$16	Ukupno brašno korišteno (kg) Dobit po jedinici	10,2	\$G\$16<=\$G\$21	Neobvezujuće	29,8
\$G\$17	Ukupno špinat korišten (kg) Dobit po jedinici	3,4	\$G\$17<=\$G\$22	Neobvezujuće	1,6
\$G\$18	Ukupno rad korišten (minute) Dobit po jedinici	60	\$G\$18<=\$G\$23	Obvezujuće	0
\$K\$5:\$K\$12=AllDiff					

5.4. Elektrana Borovnica

Na zamišljenom primjeru poduzeća iz javnog sektora, Elektrane Borovnica, demonstrirat će se kako se *Rješavatelj* može upotrijebiti za optimizaciju rasporeda radnih dana, a primjer je nadahnut Microsoftovim⁷. Slovenski gradić Borovnica opskrbljuje svoje stanovnike energijom pretvarajući kinetičku energiju čestica zraka iz vjetra u mehaničku energiju vjetrenjače, a zatim u električnu energiju. Svaki radnik u poduzeću radi pet uzastopnih dana u tjednu te ima dva slobodna dana. Cilj je napraviti optimalni raspored radnih dana uz zadovoljenje specifičnog uvjeta: da svaki radnik radi pet uzastopnih dana u tjednu (da ima dva dana odmora zaredom) te da svaki dan dođe određeni broj radnika, primjerice u ponedjeljak ih je potrebno osam, a u subotu jedanaest. Broj radnika koji počinju raditi na određeni dan u tjednu prema sadašnjem je rasporedu većinom je po dva (Slika 19), što je vidljivo u stupcu *E*. Dva radnika započinju svoj radni tjedan u ponedjeljak (ćelija *E6*), dva u utorak (*E7*), dva u srijedu (*E8*), dva u četvrtak (*E9*), dva u petak (*E10*) i dva u subotu (*E11*). Ovakav raspored nije optimalan jer subotom nedostaje radnika, kao što je vidljivo u ćeliji *K14*. U ćelijama *F15:L15* zapisano je koliko je radnika potrebno koji dan, a u retku iznad vidljivo je koliko ih stvarno dolazi.

⁷ Izvor: microsoft.com

Elektrana Borovnica

		Radni tjedan						
Radnika počinje	Ponedjeljak	Utorak	Srijeda	Četvrtak	Petak	Subota	Nedjelja	
2	1	1	1	1	1	0	0	
2	0	1	1	1	1	1	0	
2	0	0	1	1	1	1	1	
2	1	0	0	1	1	1	1	
2	1	1	0	0	1	1	1	
2	1	1	1	0	0	1	1	
0	1	1	1	1	0	0	1	
Zbroj radnika	8	8	8	8	10	10	8	
Potrebno radnika	8	5	7	8	10	11	8	
Ukupno radnici	12							

Odluka Rješavatelja (varijabilne ćelije s vrijednostima $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7$)

Ciljna ćelija (broj varijabilnih vrijednosti $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7$)

Radnicima koji počinju raditi u četvrtak završni je dan ponedjeljak.

U subotu bi prema predloženom rasporedu radilo jedanaest radnika (=SUMPRODUCT(\$E\$6:\$E\$12\$K6:\$K12)).*

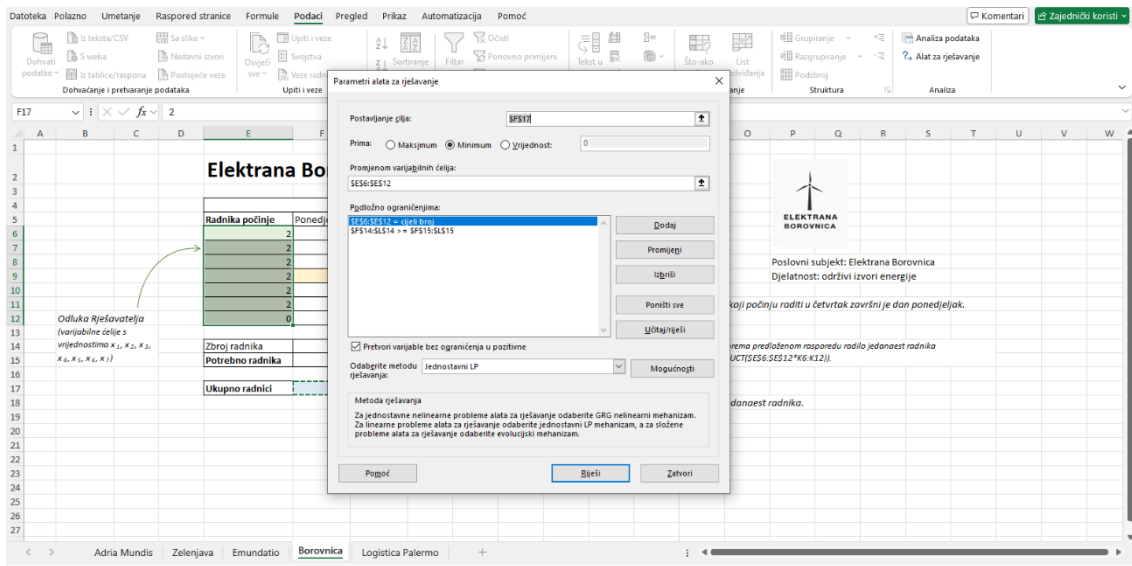
Subotom treba doći jedanaest radnika.

Poslovni subjekt: Elektrana Borovnica
Djelatnost: održivi izvori energije

Slika 19: Radnici elektrane trebaju imati dva dana odmora zaredom, a Rješavatelj određuje koliko radnika započinje na određeni dan (izvor: autorski rad prema Microsoftovu primjeru, pomoću softvera Excel)

Vrijednosti su, za razliku od prethodnih slučajeva, odmah unesene u tablicu (ćelije E6:E12), a Rješavatelj će pokušati pronaći bolju raspodjelu radnika. Kao što je rečeno, radnici rade pet uzastopnih dana u tjednu, a prema sadašnjem rasporedu u ponedjeljak ih počinje raditi dvoje, u utorak dvoje, u srijedu dvoje, u četvrtak dvoje, u petak dvoje i u subotu dvoje. Radnik koji počinje raditi u ponedjeljak, dakle, radi u ponedjeljak, utorak, srijedu, četvrtak i petak, što je u tablici označeno jedinicom, a ne radi u subotu i nedjelju, što je u tablici označeno nulom. Prema sadašnjem rasporedu u subotu bi na posao dolazila desetorica, kao što je vidljivo u ćeliji K14, a potrebno ih je jedanaest, što je zapisano u K15. Broj radnika koji dolaze na posao na određeni dan računa se pomoću formule *SUMPRODUCT* u ćelijama F14:L14, a u retku ispod u ćelijama F15:L15 ispisano je koliko je taj dan stvarno potrebnih radnika. Ovako modelirani problem unosi se u Rješavatelj. Brojevi u rasponu ćelija E6:E12 moraju biti cijeli brojevi, a to su u ovom

slučaju ujedno i varijabilne ćelije (Slika 20). Ciljna ćelija je $F17$ i u njoj se nastoji minimizirati broj zaposlenika. Ona sadrži formulu $=SUM(E6:E12)$ koja daje rezultat dvanaest.



Slika 20: Postavljanje ograničenja za elektranu Borovnica (izvor: autorski rad prema Microsoftovu primjeru, pomoću softvera Excel)

Kao što je rečeno, broj radnika koji počinju raditi na određeni dan mora biti cijeli broj pa se postavlja ograničenje cijelih brojeva *int* (engl. *integer*). Broj radnika koji radi mora biti veći ili jednak od broja potrebnih radnika na taj dan pa treba navesti i to ograničenje ($=F\$14:\$L\$14 >= F\$15:\$L\15). Ciljna ćelija kojoj konvergiraju sve vrijednosti je $F17$, u njoj je zapisana formula $=SUM(B3:B9)$ i ona se nastoji minimizirati kako bi broj radnika bio što manji. U slučaju netočnog označavanja u *Rješavatelju*, primjerice označavanja gumba *Maksimum* umjesto *Minimum*, *Rješavatelj* daje obavijest kako ćelije ne konvergiraju. Dakle, treba kliknuti na gumb *Minimum* kako bi vrijednost u $F17$ bila što manja, a ne veća. *Rješavatelj* u navedenom slučaju predlaže prerasporediti radnike - u ponedjeljak bi trebao početi raditi jedan radnik, u srijedu njih četvero, u četvrtak troje, petak dvoje i u subotu također dvoje (Slika 21). Više je mogućih rješenja (Microsoft, b. d.) koja nastoje omogućiti najbolju moguću učinkovitost. Svaki dan dolazi onoliko radnika koliko je i potrebno, osim u nedjelju kad bi dolazila tri radnika više nego što je u stvarnosti potrebno. Mogao bi se, stoga, radnicima taj dan ponuditi posao na pola radnog vremena ako ga hoće prihvatiti.

Elektrana Borovnica

Radni tjedan							
Radnika počinje	Ponedjeljak	Utorak	Srijeda	Četvrtak	Petak	Subota	Nedjelja
1	1	1	1	1	1	1	0
0	0	1	1	1	1	1	0
4	0	0	1	1	1	1	1
3	1	0	0	1	1	1	1
2	1	1	0	0	1	1	1
2	1	1	1	0	0	1	1
0	1	1	1	1	0	0	1
Zbroj radnika	8	5	7	8	10	11	11
Potrebno radnika	8	5	7	8	10	11	8
Ukupno radnici	12						

Odluka Rješavatelja
(varijabilne ćelije s vrijednostima $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7$)

Ciljna ćelija
(zbroj varijabilnih vrijednosti $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7$)

U subotu bi prema predloženom rasporedu radilo jedanaest radnika
($=SUMPRODUCT(I9:I5;E5:E12)*K6;K12)$). Tačno koliko je i potrebno.

Subotom treba doći jedanaest radnika.

Radnicima koji počinju raditi u četvrtak završni je dan ponedjeljak.

Poslovni subjekt: Elektrana Borovnica
Djelatnost: održivi izvori energije

Slika 21: Rješenje poslovnog slučaja elektrane Borovnica i predloženi raspored radnih dana zaposlenika (izvor: autorski rad prema Microsoftovu primjeru, pomoću softvera Excel)

5.5. Logistica Palermo

Logistica Palermo zamišljeno je poduzeće specijalizirano za pružanje usluga transporta i logistike u talijanskoj regiji Siciliji. Tvrtka nudi usluge skladištenja, distribucije i upravljanja opskrbnim lancem te se ponosi svojim ekološkim pristupom i učinkovitošću u poslovanju. U posljednje vrijeme, Logistica Palermo suočava se s izazovima održavanja konkurentnosti i smanjenja troškova, a istovremeno nastoji povećati svoju ekološku održivost. Naime, poduzeće ima starija vozila tj. mnoga od postojećih vozila ne udovoljavaju ekološkim standardima, što za posljedicu ima visoke troškove goriva i oslobađanje neželjenog ugljikovog dioksida, CO₂. Taj je plin u prošlosti bio nužan za zagrijavanje Zemljine površine kao preduvjeta za život. Danas su količine ugljikova dioksida, međutim, pa se u atmosferi zadržava previše Sunčeve topline, a posljedično se podiže prosječna temperatura Zemlje. Poduzeće je u potrazi za održivim rješenjima jer potrošači postaju sve svjesniji ekoloških utjecaja, a rastući troškovi oriva i održavanja vozila smanjuju ukupnu profitabilnost.

Logistica Palermo razmatra uvođenje triju projekata kako bi se suočila s ovim izazovima, a to su: kupovina električnih i hibridnih vozila (smanjenje emisija ugljikovog dioksida i snižavanje troškova goriva), nadogradnja sustava za upravljanje vozilima (implementacija sustava za praćenje vozila i optimizaciju ruta kako bi se smanjili troškovi i vrijeme isporuke) te izgradnja skladišta sa solarnim panelima (smanjenje troškova električne energije i povećanje ekološke održivosti). Može odabrati jedno od tri ulaganja u nadolazećem razdoblju, a za odabir prikladne opcije Logistica Palermo odlučuje se osloniti na alat *Rješavatelj* u programu *Microsoft Excel*.

Drugim riječima, na primjeru Logistica Palermo demonstrira se korisnost *Rješavatelja* u *Excelu* za analizu i odabir optimalne kombinacije opcija ulaganja.

Iznos ulaganja u kupovinu električnih vozila bio bi 1,2 milijuna eura, u logistički sustav četiristo tisuća eura, a u solarne panele petsto tisuća eura. Procijenjena godišnja ušteda pri korištenju električnih vozila je otprilike tristo tisuća eura, pri uspostavi novog logističkog sustava ušteda bi iznosila sto pedeset tisuća eura, a kad bi se postavilo solarne panele, godišnje bi se uštedjelo oko sto tisuća eura. Međutim, Logistica Palermo ne može istodobno uložiti u sva tri projekta zbog ograničenosti novčanih sredstava ($\$R\$10 \leq \$R\3), što je potrebno unijeti kao ograničenje u dijaloškom okviru *Rješavatelja* (Slika 22). Njegov je zadatak izmjenom varijabilnih ćelija u rasponu od *T6* do *T8* postići maksimalnu godišnju uštedu. *Rješavatelj* će ovdje dati binaran odgovor: ako projekt smatra isplativim stavit će jedinicu, a ako ne nulu ($\$T\$6, \$T\$7, \$T\$8 = \text{binarni}$). Nula bi značila da treba odustati od navedenog projekta.

Logistica Palermo			
Budžet	1.800.000,00 €		
Naziv projekta	Iznos ulaganja	Godišnja ušteda	Odluka Rješavatelja
Električna vozila	1.200.000,00 €	300.000,00 €	
Sustav za upravljanje flotom	400.000,00 €	150.000,00 €	
Solarni paneli	500.000,00 €	100.000,00 €	
Ukupno ulaganja i ušteda	- €	- €	

Poslovni subjekt: Logistica Palermo
Djelatnost: logističke usluge

Odluka Rješavatelja
(varijabilne ćelije K6, K7 i K8 s vrijednostima x_1, x_2, x_3)

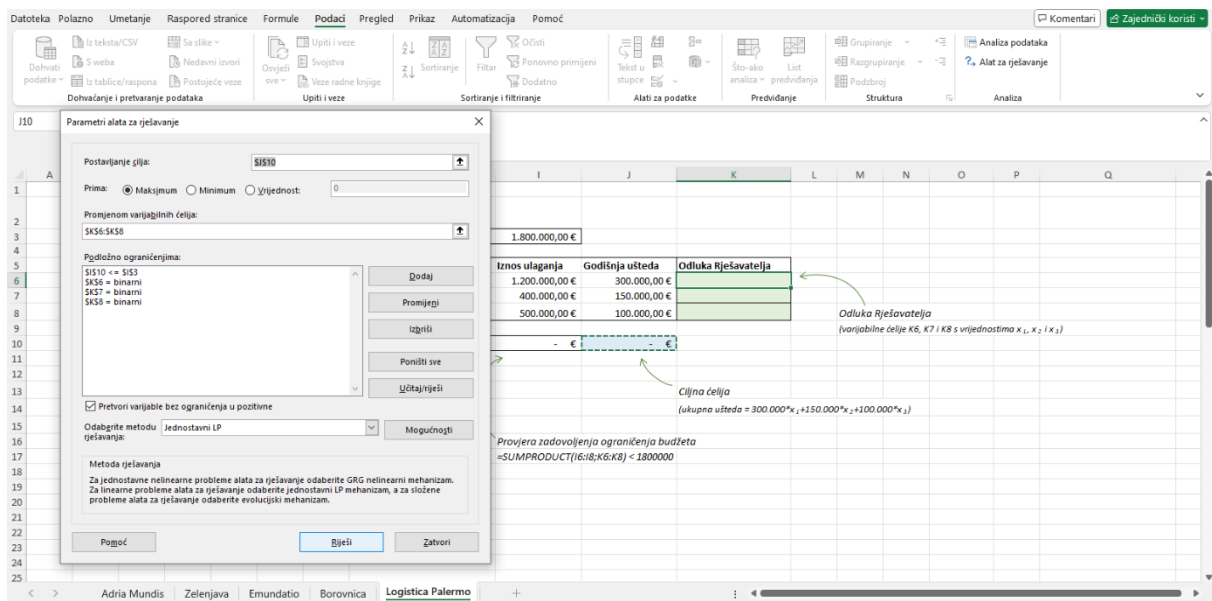
Ciljna ćelija
(ukupna ušteda = $300.000 \cdot x_1 + 150.000 \cdot x_2 + 100.000 \cdot x_3$)

Provjera zadovoljenja ograničenja budžeta
 $=SUMPRODUCT(I6:I8;K6:K8) <= 1800000$

Slika 22: Na početku su ukupna ušteda i godišnja ušteda nula jer ih *Rješavatelj* tek treba izračunati, a u dijaloškom okviru vidljiva ograničenja kojih se *Rješavatelj* treba držati (izvor: autorski rad, pomoću softvera Excel)


Na Slika 22 je vidljivo kako su ćelije *I10* i *J10* u kojima su ukupna ulaganja i ušteda isprva prazne. U njima je upotrijebljena formula *SUMPRODUCT*, to jest upisani su izrazi $=SUMPRODUCT(I6:I8;K6:K8)$ odnosno $=SUMPRODUCT(J6:J8;K6:K8)$. Kao umnožak uštede i broja projekata funkcije *a priori* daju nulu, no kasnije će dati rezultat ukupnog iznosa ulaganja i ukupnog iznosa štednje. S ciljem maksimizacije uštede za ciljnu ćeliju postavljena je ćelija *J10*, koja se odnosi na ukupnu godišnju uštedu, a u nju je prethodno upisana već spomenuta funkcija cilja. Ciljna ćelija je *J10* i nju se nastoji maksimizirati pa se ona navodi u polju *Postavljanje cilja* (Slika 23). Varijabilne ćelije su *K6:K8*, što se navodi u polju *Podložno ograničenjima*. Odluka *Rješavatelja* u ćelijama *K6, K7* i *K8* treba biti binarna ($\$K\$6 = \text{binarni}, \$K\$7 = \text{binarni}, \$K\$8 = \text{binarni}$), što je također vidljivo u polju *Podložno ograničenjima*. Iznos

projekata u ćeliji I10 treba biti unutar budžeta, koji je naveden u ćeliji I3 ($\$I\$10 \leq \$I\3) Budući da se radi o linearnom problemu, odabire se metoda *Jednostavni LP* te se klikne na gumb *Riješi*.



Slika 23: Postavljanje ciljne ćelije, varijabilnih ćelija i ograničenja u slučaju Logistice Palermo (izvor: autorski rad, pomoću softvera Excel)

Prihvatljive opcije *Rješavatelj* označava jedinicom, a neprihvatljive nulom (Slika 24). Dakle, *Rješavatelj* u slučaju Logistice Palermo predlaže provođenje projekata nabavljanja električnih vozila i logističkog sustava. Rezultat uključuje optimalnu kombinaciju projekata, odnosno kombinacije projekata koja donosi najveće uštede u budućnosti. Ukupna bi ulaganja za predstojeće razdoblje iznosila 1,6 milijuna eura, a dugoročno je za očekivati uštedu u iznosu od četriristo pedeset tisuća eura godišnje. Dodatno, projekt postavljanja solarnih panela ne mora nužno *ad acta* – može se razmotriti nekom drugom prilikom. U navedenom slučaju, Logistica Palermo ostvarila bi će smanjenje troškova i povećanje profitabilnosti, ali i reducirala emisije stakleničkih plinova.

Logistica Palermo			
		Budžet: 1.800.000,00 €	
Poslovni subjekt: Logistica Palermo			
Djelatnost: logističke usluge			
Naziv projekta	Iznos ulaganja	Godišnja ušteda	Odluka Rješavatelja
Električna vozila	1.200.000,00 €	300.000,00 €	1
Sustav za upravljanje flotom	400.000,00 €	150.000,00 €	1
Solarni paneli	500.000,00 €	100.000,00 €	0
Ukupno ulaganja i ušteda	1.600.000,00 €	450.000,00 €	

Odluka Rješavatelja
(varijabilne ćelije K6, K7 i K8 s vrijednostima x_1 , x_2 i x_3)

Ciljna ćelija
(ukupna ušteda = $300.000 \cdot x_1 + 150.000 \cdot x_2 + 100.000 \cdot x_3$)

Provjera zadovoljenja ograničenja budžeta
=SUMPRODUCT(I6:I8;K6:K8) < 1800000

Slika 24: Odabirom projekata električnih vozila i logističkog sustava ukupna bi godišnja ušteda bila bi najveća, a poduzeće bi učinilo i dobro djelo za okoliš (izvor: autorski rad, pomoću softvera Excel)

6. Diskusija o primjenjivosti dodatka Rješavatelj u elektroničkom poslovanju privatnog i javnog sektora

Elektroničko poslovanje kao koncept naširoko se primjenjuje već desetljećima. *Exemplia grati*, Jeffa Bezos je od svoje knjižare Amazon učinio internetski izlog knjiga 1995. godine (Panian, 2013.). Međutim, poslovni subjekti privatnog sektora i dalje se mogu odlučiti poslovati na sasvim tradicionalan način bez računala. S druge strane, za poduzeća javnog sektora postoji *Uredba o uredskom poslovanju* koja je stupila na snagu 10. srpnja 2021. godine, kojom je za sva poduzeća javnog sektora postalo obvezatno implementirati digitalni informacijski sustav uredskog poslovanja do 1. siječnja 2023. godine (Vlada Republike Hrvatske, 2021.). Govoreći o informacijskim sustavima, Vukšić i ostali naglašavaju kako dodana vrijednost nije više samo u pohranjivanju podataka i provedbi transakcija, nego prije svega u istodobnome korištenju različitih digitalnih tehnologija (Bosilj Vukšić, i sur., 2020.). Navedene tehnologije poduzeću u digitalnoj ekonomiji moraju moći omogućiti analizu, korelaciju podataka te stvaranje novih spoznaja (Bosilj Vukšić, i sur., 2020.) pa je imperativ za poduzeća obaju sektora, i privatnog i javnog, razmišljati ne samo o kvaliteti proizvoda i usluga, nego i o unaprjeđenju iskoristivosti internih digitalnih podataka.

6.1. Primjenjivost dodatka Rješavatelj u elektroničkom poslovanju privatnog sektora

Vlahović, Bach, Bosilj Vukšić i Pivar opisuju slučaj primjene *Rješavatelja* pri odlučivanju o količini proizvodnje pojedinih mirisa u proizvodnom miksu (Bosilj Vukšić, i sur., 2020.). Opisano poduzeće privatnog sektora proizvodi toaletnu vodu, parfemsku vodu i parfeme, a temeljni sastojak, Rose esencijalno ulje, nabavlja se u količini od trideset kilograma i najskuplji je od svih sastojaka (Bosilj Vukšić, i sur., 2020.). U navedenom slučaju *Rješavatelj* odabire optimalnu količinu proizvodnje pojedinih proizvoda uzimajući u obzir konstante kao što su jedinične prodajne cijene mirisa po bočici, jedinični troškovi svih sastojaka po kilogramu, jedinični troškovi konverzije, minimalna količina potražnje, ukupni kapacitet proizvodnje izražen u broju bočica te postotak poreza na dobit (Bosilj Vukšić, i sur., 2020.). Ovdje je jasno uočljiva primjenjivost *Rješavatelja* na jednom poslovnom slučaju iz kozmetičke industrije.

Marketinški primjer iz privatnog sektora opisao je Frye modelirajući problematiku zakupa medija, preciznije oglašivačkog prostora u četirima časopisima (Frye, 2013.). Ograničenja u navedenom slučaju su budžet, minimalna publika, minimalan broj oglasa u časopisu te

maksimalan broj oglasa u bilo kojem časopisu, a časopisi imaju publiku od osamsto tisuća, 3,2 milijuna, 2,8 milijuna odnosno dva milijuna čitatelja u četvrtom časopisu (Frye, 2013.). Varijabilne ćelije sadrže brojeve oglasa koje je moguće zakupiti u pojedinom časopisu, a u navedenom slučaju *Rješavatelj* obavještava kako nije mogao pronaći zadovoljavajuće rješenje. Naime, kombiniranjem sva četiri časopisa i dalje se ne može doseći minimalna publika od deset milijuna osoba. Dakle, *Rješavatelj* ne mora nužno pronaći optimalnu kombinaciju varijabli, no i to može biti poticaj razmišljanje o novim smjerovima u marketinškoj strategiji, čime se potvrđuje njegova korisnost u analiziranju poslovnog problema.

Halvorson i Young pomoću *Rješavatelja* definiraju problem prodaje kave (Halvorson i Young, 1997.). Cijene kava su 1,25 dolara, 2,00 dolara i 2,25 dolara, a cilj je maksimizirati ukupni prihod od prodaje kava uz ograničenja maksimalnog broja šalica koje je moguće poslužiti, maksimalnog broja kava sa sladoledom koje je moguće poslužiti i maksimalnog broja kava s mlijekom koje je moguće poslužiti (Halvorson i Young, 1997.). Ukupan prihod, dakako, funkcija je s argumentima pojedinačnih prihoda od prodaje različitih vrsta kava pa se u tu ćeliju na radnom listu upisuje formula za zbrajanje prihoda od različitih vrsta kava. U primjeru je opisana starija verzija *Rješavatelja* koji je pored polja za unos varijabilnih ćelija imao gumb *Pogodi* (engl. *Guess*), no autori bez obzira na to upućuju na ručno označavanje ćelija (Halvorson i Young, 1997.). U aktualnoj verziji *Rješavatelja* tog gumba *Pogodi* više nema jer, čini se, nije davao zadovoljavajuće rezultate. Maksimalna izračunata zarada u slučaju prodaje kave je 918,75 dolara te podrazumijeva prodaju sto pedeset šalica obične kave, sto dvadeset pet šalica kave sa sladoledom i dvjesto dvadeset pet šalica kave s mlijekom (Halvorson i Young, 1997.). Autori elaboriraju slučaj uvođenjem ciljnog prihoda u iznosu od sedamsto dolara te u dijaloškom okviru *Rješavatelja* ispod ciljne ćelije u polje Vrijednost upisuju sedamsto (Halvorson i Young, 1997.). Uspoređuju alat sa spomenutim *Goal Seekom* primjećujući kako *Rješavatelj* nudi mogućnost unosa više varijabli (Halvorson i Young, 1997.), što i jest glavna razlika između tih dvaju alata. „Postoji li optimalna raspodjela prodanih kava, možete odrediti način na koji će *Solver* računati. Prije nego što pokrenete *Solver*, unesite u mijenjane ćelije one vrijednosti koje biste željeli dobiti, a *Excel* će ih upotrijebiti kao početne vrijednosti u proračunu“, potiču autori (Halvorson i Young, 1997.).

Gundić u svom radu izlaže primjer poduzeća u kojem se donosi odluka o broju proizvoda i otvaranju ili zatvaranju pojedinih tvornica koje poduzeće posjeduje (Gundić, 2012.). Ono posjeduje tvornice i skladišta u velikim gradovima te su poznati podatci o zalihama i troškovima transporta od tvornica do skladišta (Gundić, 2012.). *Rješavatelju* se daju dvije vrste varijabli:

varijabilni broj proizvoda koji se dostavljaju iz tvornica u skladišta i varijabilna odluka o otvaranju ili zatvaranju tvornice (Gundić, 2012.). Ta odluka je binarna, a cilj je minimizirati troškove dostave, stoga u navedenom slučaju *Rješavatelj* daje pojedinačne savjete za svaku od tvornica. Tvornice koje treba zatvoriti označava nulom, a one koje trebaju nastaviti afirmira jedinicom.

Raznoliki primjeri potvrđuju kako se *Rješavatelj* može primijeniti u mnogim industrijama privatnog sektora. Njegova moć je u analitičkom modeliranju raznih poslovnih problema pa rukovoditeljima može koristiti za donošenje promišljenih poslovnih odluka.

6.2. Primjenjivost dodatka Rješavatelj u elektroničkom poslovanju javnog sektora

Javni sektor u Hrvatskoj, ali i u Europskoj uniji općenito, obuhvaća djelatnosti obrazovanja, socijalne zaštite, rekreacije, kulture i religije, zdravstva, unaprjeđenja stanovanja i zajednice, zaštite okoliša, ekonomskih poslova, javnog reda i sigurnosti, obrane te pružanja općih javnih usluga (Eurostat, 2023.). Nedvojbeno se menadžment u javnom sektoru u razlikuje od onoga u privatnom sektoru jer je raznim zakonskim direktivama i uredbama strogo uređen djelokrug javnih poduzeća. Objedinjavanje poslovnih *softvera* pravi je izazov, a od djelatnika u jednom poduzeću javnog sektora doznaje se kako je samo u tom poduzeću različitih ERP-ova (engl. *Enterprise Resource Planning*)⁸ više stotina. Tu je možda i više nego u privatnom sektoru jasna potreba za standardizacijom i pojednostavljivanjem, a ne kompliciranjem i uvođenjem novih programa u postojeći sustav. U tom se poduzeću pružaju opće javne usluge, no kao što je rečeno postoje i druge djelatnosti javnog sektora, kao primjerice rekreacija.

⁸ Program poslovnog informacijskog sustava s modulima koji podržavaju različite poslovne funkcije.

Unošenjem podataka o ljetišnjem zagrebačkom programu ReKreativno ljetno (Slika 25) za sve u proračunsku tablicu u *Excelu* mogu se iznjedriti saznanja i spoznaje kojima se može poboljšati izvedba sportskog programa u budućnosti. Podatci su to o vrstama sportskih aktivnosti, dostupnosti kineziologa i sportskih objekata te o prosječnoj povijesnoj posjećenosti pojedinih aktivnosti te se svi mogu dati *Rješavatelju* za optimizaciju cilja, a to je čim veća posjećenost aktivnosti i zdravlje građana ubuduće.

LOKACIJA	TERMINI	PROGRAM
MO KNEŽIJA Albatrova park Ivančićeva igrališta	PON - SRI - PET 8:00-9:00h Plaza od 01.07.-19.08.	KOREKTIVNA GIMNASTIKA
MO PREČEDI - Betonska igrališta Kraj Štokh	UTO - ČET 10:30 - 10:50 Plaza od 01.07.-20.07.	MIX PROGRAM
MO MORVAŠE betonsko igralište	UTO - ČET 20:00-21:30	PILATES
MO MLINČA - park MO Zabavnik 5	UTO - ČET 9:00 - 10:00 Plaza od 01.07.-20.07.	KOREKTIVNA GIMNASTIKA
MO MALEŠIĆA I B. Matković 18 Ivančićeva igrališta MO	UTO - ČET 9:30 - 11:30 Plaza od 01.07.-19.08.	KOREKTIVNA GIMNASTIKA
OPATOVINA park	PON - ČET 9:00 - 10:00	KOREKTIVNA GIMNASTIKA
GRAD MLADUŠI Ilić kod jezera	PON - SRI 18:45-19:45	NORDIJSKO HODANJE I VJEŽBE SNAGENA PROSTIRI
SESVETE Baševička darna, ulaz na katepedra kod igrališta	PON - SRI - PET 8:00-9:30	POVIŠATAI PRILIKU NORDIJSKOM HODANJEM
MO IVANČIJA BERA Marselka 2a - park Dvane	PON - SRI 19:00 - 20:00	KOREKTIVNA GIMNASTIKA
MO ČUJINEC Ul. Baderma 2a	UTO - ČET 9:30-10:30h	KOREKTIVNA GIMNASTIKA
MO BEŠEVSKI KRALJEVEC	UTO - ČET 19:00-20:00	KOREKTIVNA GIMNASTIKA
MO TRINAVA Roznički put 4E / igralište Kraljevec	PON - SRI 9:30 - 10:00	KOREKTIVNA GIMNASTIKA
MO TRINAVA Opatovinska igrališta Roznički put 4E	PON - SRI od 10:00-20:00 15.07.-05.08.	LJETNI HORIGOL MIV (Manta, plav, ljetni snaga, istražuju, PET)
MO DRAVSKA travnata površina kod rođnjaka	UTO - ČET 18:30 do 19:30 15.07.-05.08.	VIŠEŠRNE RAZDIBAVANJE
OSANJE STANČIĆA, dca Srdak Legenda Mankla kod igrališta	UTO - ČET 18:30 do 19:30 15.07.-05.08.	VIŠEŠRNE RAZDIBAVANJE
MO KLAKA Ludo Zbranka (Borisa 3, pored igrališta MO) Malo	PON - SRI - PET 8:00 - 9:00 Plaza 15.07.-05.08.	JUTARNJE RAZDIBAVANJE
MO PONGRAŠEVO B. 11.7.2024 Betonsko igralište pored MO	PON - ČET 19:30-20:30h Od 15. lipnja - 11. srpnja	KOREKTIVNA GIMNASTIKA I PILATES
Park Makarica - malo pozemica	PON - SRI - PET 8:30-9:30 Položak 20.07.-06.08.	NORDIJSKO HODANJE SA VJEŽBAMA
Park Makarica kod velike pozemice - igralište u podzemlju	15.05.-19.08. PON - SRI - ČET 7:00-7:00 19.05.-15.08. PON - SRI - ČET 8:00-8:00	KOREKTIVNA GIMNASTIKA
MO HRVAČE CIGARJE Betonsko igralište kod ul. Anđelke na igralištu	PON - SRI 7:30 do 8:30 Plaza od 21.07.-19.08.	KOREKTIVNA GIMNASTIKA ZA SENIORE
MO SORPULJE VIRAPE Trg Sijana Seneta 1 pored MO	UTO - ČET 8:45 do 9:45 Plaza od 21.07.-19.08.	KOREKTIVNA GIMNASTIKA ZA SENIORE
MO TRENJEVIKA Lokacija park Fikrevovo igralište	PON - SRI 8:45 do 9:45 Plaza od 21.07.-19.08.	KOREKTIVNA GIMNASTIKA ZA SENIORE
MO KUSTOVIĆA Lokacija Zagrebačke škole 18. kolonij MO	PON - SRI 10:30 do 11:30 Plaza od 21.07.-19.08.	KOREKTIVNA GIMNASTIKA ZA SENIORE
MO GAJINEC Lokacija Mješovita 52 pored MO	PON - SRI 18:30 do 20:30 Plaza od 21.07.-19.08.	NORDIJSKO HODANJE SA VJEŽBAMA SNAGE
MO GAJINEC Lokacija park 101. brigade	UTO - ČET 7:30 do 8:30 Plaza od 21.07.-19.08.	KOREKTIVNA GIMNASTIKA ZA SENIORE

KAMPANJA GRADA ZAGREBA
O KORISNOSTI TJELESNOG VJEŽBANJA

SPORT ZA SVE = ZDRAVLJE ZA SVE
25.5.-15.9.2024.

REKREATIVNO LJETO SPORTSKI PROGRAMI

ZA VIŠE INFORMACIJA



<https://sportzasve-zagreb.hr/ljetni-program/>

<https://www.zagreb.hr/sport-za-sve-zdravlje-za-sve/Facebook>

<https://www.facebook.com/ReKreativnoLjetoSportzasveZagreb>

<https://www.instagram.com/gradzagrebzg/>

Kontakt:
+385 (01) 6431 022 ;
+385 (01) 6431 023
E-mail: zssr.sportzasve@gmail.com ;
vnovosel.sportzasve@gmail.com



IZ SAHRŽATA IZDVAJAMO:

FITNESS PROGRAMI NA OTVORENOM - SPORTSKO REKREACIJSKA
NATJEGANJA - VIKENENDI NA MEDVEDNICI - KOREKTIVNA
GIMNASTIKA I PILATES REKREIJE, ŽUMBA, DANCE FITNESS - ŠKOLA
NORDIJSKOG HODANJA I PJEŠIČENJA - MEBIAGENETIČKI PROGRAM -
FITNESS PROGRAMI U VODI - FUNKCIONALNI TRENING - UNIVERZALNE
SPORTSKE ŠKOLE - HIIT FIT - SPRIJEŽIVOVALIŠTE SPORT ZA SVE

Slika 25: Marketinški letak za ReKreativno ljetno, ljetni program sportskih aktivnosti u Zagrebu (izvor: aktivnosti.zagreb.hr)

U navedenom slučaju identificiraju se kao ograničenja dostupnost kineziologa (umnožak dostupnih osoba i termina koje oni mogu ispuniti), dostupnost nogometnih trenera (*idem*), dostupnost instruktora rolanja (*idem*) i dostupnost instruktora boksa (*idem*). Dodatno, valja uočiti i da se na nekim aktivnostima okuplja više polaznika, a na nekima manje. Maksimalni broj polaznika na nekoj aktivnosti uvelike je određen prirodom aktivnosti odnosno kapacitetom sportskog objekta te može biti općenita aktivnost (*fitness*, pilates) ili posebna (planinarenje, nordijsko hodanje, tenis, korektivna gimnastika). U ovom hipotetskom slučaju za očekivati je do 1620 polaznika, što je ujedno i interpretacija posljednjeg retka u tablici (Slika 26).

	N	Produkt
Dostupnost kineziologa (termina u tjednu)	6	
Broj kineziologa	2	12
Dostupnost nogometnog trenera (termina u tjednu)	6	
Broj trenera	2	12
Dostupnost instruktora rolanja (termina u tjednu)	6	
Broj instruktora	1	6
Dostupnost instruktora boksa (termina u tjednu)	6	
Broj instruktora	1	6
Polaznika na planinarenju (termin)	20	
Aktivnost (tjedan)	1	20
Polaznika na nordijskom hodanju (termin)	80	
Aktivnost (tjedan)	4	320
Polaznika na tenisu (termin)	20	
Aktivnost (tjedan)	4	80
Polaznika korektivne gimnastike (termin)	150	
Aktivnost (tjedan)	4	600
Polaznika na aktivnosti (termin)	100	
Aktivnost (tjedan)	4	400
Polaznika u školi (termin)	40	
Aktivnost (tjedan)	5	200
Σ		1620

Slika 26: Ograničenja u slučaju ReKreativnog ljeta su dostupnost voditelja aktivnosti te ograničenje maksimalnog broja polaznika (izvor: autorski rad, pomoću softvera Excel)

Ovo se može u *Rješavatelju* postaviti kao ograničenje i dodatan sloj provjere ispravnosti rješenja. Svakako, cilj je optimizirati ukupnu posjećenost ReKreativnog ljeta u 2025. godini, koju *Rješavatelj* treba predložiti u ćeliji C15 (Slika 27).

Aktivnost	2024. godina			2025. godina			Maksimalna frekvencija
	Prosječna posjećenost	Učestalost održavanja	Produkt	Posjećenost	Frekvencija	Produkt	
Planinarenje na Medvednicu	18	1	18	18		0	
Fitness na otvorenom	100	3	300	100		0	
Nordijsko hodanje	14	2	28	14		0	12
Korektivna gimnastika	115	3	345	115		0	
Pilates	80	4	240	80		0	
Tenis	15	3	45	15		0	
Škola nogometa	40	3	120	40		0	12
Škola boksa	18	3	54	18		0	6
Škola rolanja	22	5	110	22		0	6
Σ Produkt posjećenosti za 2024. godinu	1260						
Σ Produkt posjećenosti za 2025. godinu	0						

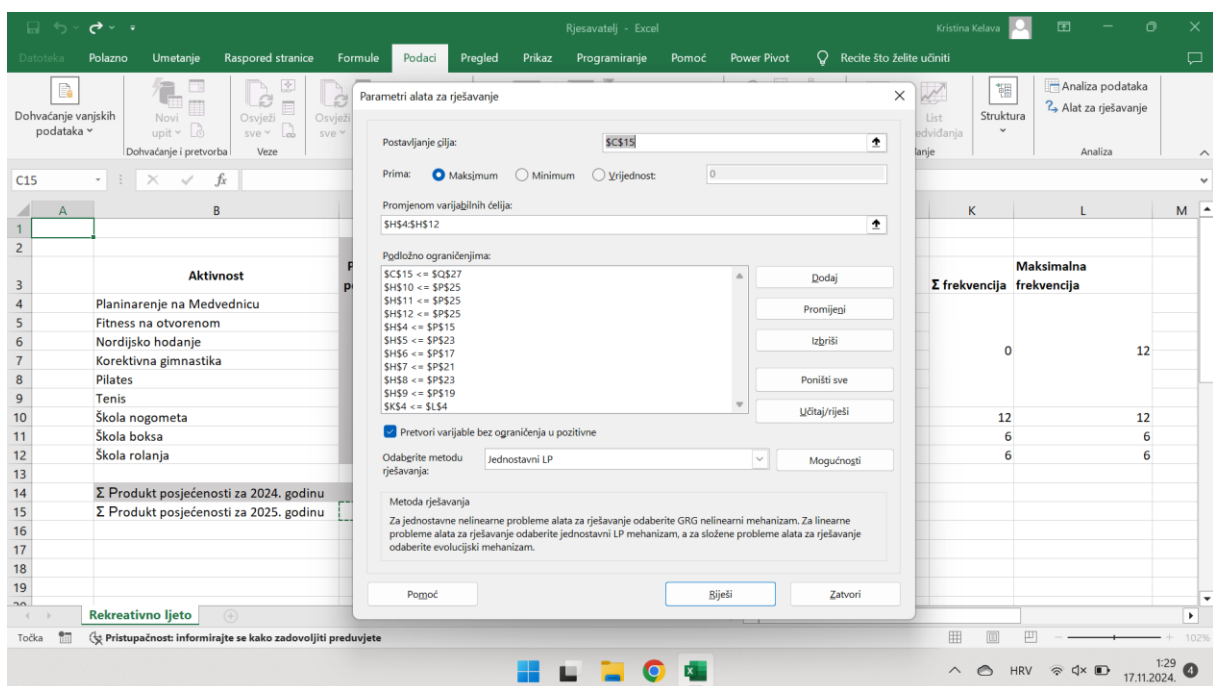
Slika 27: Na temelju povijesnih podataka određuje se prosječna posjećenost pojedinih aktivnosti, a *Rješavatelj* ima zadatak pronaći frekvenciju aktivnosti s ciljem maksimizacije broja polaznika u 2025. godini (izvor: autorski rad, pomoću softvera Excel)

Produkt posjećenosti koji je cilj optimizirati u ovom slučaju definira se kao zbroj produkata posjećenosti i frekvencije aktivnosti. Vidljivo je kako u stupcu I na Slika 27 produkti množenja posjećenosti i frekvencije iznose nula jer još nije postavljena frekvencija održavanja aktivnosti. Upravo je to zadatak koji *Rješavatelj* treba riješiti, a dodatku je u *Excelovom* sučelju moguće pristupiti na način opisan u Uvod.

Povijesni podatci o posjećenosti iskorišteni su za određivanje prosječne posjećenosti, a poznata je i učestalost to jest frekvencija održavanja aktivnosti. Maksimalna frekvencija mogla bi se interpretirati na način da ukupan broj aktivnosti, isključujući školu boksa, rolanja i nogometa,

u jednom tjednu ne može premašiti dvanaest jer samo je dvanaest dostupnih termina kineziologa.

Na Slika 28 vidljivi su parametri *Rješavatelja* tj. ciljna ćelija $\$C\15 , ograničenja u ovom poduzeću iz javnog sektora, varijabilne ćelije $\$H\$4:\$H\12 te *Jednostavni LP* kao metoda za rješavanje problema. Optimizira se ćelija $C15$ u kojoj je zapisana formula zbroja umnožaka predviđene prosječne posjećenosti te neodređene frekvencije održavanja pojedine aktivnosti. Preciznije, u ćeliju je zapisano $=SUM(I4:I12)$ jer već postoji stupac s produktima, a kad on ne bi postojao, moglo bi se upotrijebiti i formulu *SUMPRODUCT* te pojedinačno označiti ćelije posjećenosti i frekvencije pojedinih aktivnosti.



Slika 28: Parametri *Rješavatelja* u slučaju programa *ReKreativno ljeto* (izvor: autorski rad, pomoću softvera *Excel*)

Rješavatelj daje prijedlog daljnjeg provođenja šest aktivnosti, a to su: *fitness* na otvorenom, pilates, korektivna gimnastika, škola nogometa, škola boksa i škola rolanja (Slika 29). U tom bi slučaju potpuno prestalo planinarenje, nordijsko hodanje i tenis. Učestalosti održavanja u iznosu od četiri puta tjedno za aktivnosti *fitnessa*, pilatesa i korektivne gimnastike odnosno pet puta tjedno za školu nogometa, boksa i rolanja za očekivati je posjećenost od ukupno 1580 polaznika u 2025. godini. Rezultat odgovara ograničenju od 1620 polaznika, uzima u obzir dvanaest dostupnih termina kineziologa te predviđa povećanje ukupne posjećenosti za otprilike

četvrtinu u usporedbi s prethodnim razdobljem. Dakako, menadžer je taj koji treba odlučiti o tome je li realno za očekivati toliku posjećenost na odabranim aktivnostima.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1													
2													
3		Aktivnost	Prosječna posjećenost	2024. godina Učestalost održavanja	Produkt			2025. godina					
4		Planinarenje na Medvednicu	18	1	18			Posjećenost	Frekvencija	Produkt	Σ frekvencija	Maksimalna frekvencija	
5		Fitness na otvorenom	100	3	300			18	0	0			
6		Nordijsko hodanje	14	2	28			100	4	400			
7		Korektivna gimnastika	115	3	345			14	0	0	12	12	
8		Pilates	80	4	240			115	4	460			
9		Tenis	15	3	45			80	4	320			
10		Škola nogometa	40	3	120			15	0	0			
11		Škola boksa	18	3	54			40	5	200	12	12	
12		Škola rolanja	22	5	110			18	5	90	6	6	
13								22	5	110	6	6	
14		Σ Produkt posjećenosti za 2024. godinu	1260										
15		Σ Produkt posjećenosti za 2025. godinu	1580										
16													
17													
18													
19													
20													

Slika 29: Opcije aktivnosti u 2025. godini odabrane od strane Rješavatelja (izvor: autorski rad, pomoću softvera Excel)

U javnom sektoru gdje je potreba za sigurnošću i sigurnim prijenosom datoteka najmanje jednako izražena, ako ne i izraženija nego u privatnom sektoru, *Excel* se sa svojim značajkama vrlo dobro uklapa. Tako, *Excel* korisniku pruža sigurnost na trima razinama: na razini datoteke, na razini radnog lista te na razini radne knjige (Microsoft, b. d.). Primjerice, ako bi se pomoću *Rješavatelja* utvrdilo optimalno poslovno rješenje vezano uz ulaganja u nadolazećem razdoblju, što se načelno drži tajnim, razmjena datoteka među zaposlenicima može se izvršiti na siguran način pomoću lozinke za kompletnu radnu knjigu u *Excelu*. Osim *Rješavatelja*, poznati su i drugi primjeri primjene inovacija iz privatnog sektora u javnom sektoru. *Google Classroom* alat je koji se svakodnevno koristi u nastavi na Ekonomskom fakultetu (Bosilj Vukšić, i sur., 2020.) kao sastavnici javnog Sveučilišta u Zagrebu te od sličnih praksi ne treba sprezati ni u budućnosti. Štoviše, suradnja privatnog i javnog sektora je nužna, a ta je ideja, uostalom, i u srži studija Elektroničko poslovanje u privatnom i javnom sektoru.

6.3. Kritički osvrt na perspektivu dodatka Rješavatelj u elektroničkom poslovanju budućnosti

Potrebno je skrenuti pažnju na to da na uspješnost poduzeća utječu ponajviše stručnost i obrazovanost njegovih zaposlenika, a ne isključivo posjedovanje moderne tehnologije. Naime, na primjeru dodatka *Rješavatelja* vidljivo je kako je on samo to, dodatak, te ne može sam modelirati poslovni problem, nego problem treba modelirati rukovoditelj. Problematika može biti iz javnog sektora ili privatnog sektora, no za modeliranje problema potrebna je analitičnost u razmišljanju i gotovo matematički pristup rješavanju problema onoga koji donosi odluku tj.

donositelja odluke. Posjedovanjem znanja i vještina moguće je modelirati i rješavati složenije nestrukturirane probleme koji nisu ponavljajući kao strukturirani problemi. Vođenje poduzeća u praksi ni u kojem slučaju nije linearno jer se svakodnevno na operativnoj, taktičkoj i strateškoj razini menadžment susreće s raznolikim poslovnim problemima. Osim toga, reaktivni menadžment nije dovoljan jer za konkurentsku prednost potrebno je unaprijed razmišljati o smjerovima razvoja poduzeća. Drugim riječima, iskustvo u rješavanju poslovnih problema je korisno, ali samo po sebi nije dovoljno jer dodanu vrijednost za poduzeće čini modeliranje i uočavanje problema te njihovo proaktivno rješavanje, za što su potrebne intelektualne vještine menadžera. Vrijednost optimizacije pomoću dodataka kakav je *Rješavatelj* leži u tome da se planiranjem unaprijed modeliraju poslovni problemi koji nisu sasvim očiti, ali bi mogli nastati te se prepozna prostor za optimizaciju. Ovo u konačnici dovodi do razvitka poduzeća ne samo u jednom smjeru, nego i u dosad neotkrivenim smjerovima. Ovaj naoko mali, skriveni alat za rješavanje poslovnih problema u *Excelu* u sebi krije doista brojne mogućnosti te bi se svaki donositelj odluka s njime trebao sprijateljiti.

Excel je u biti *SaaS* alat te je dostupan i na mreži (engl. *online*). Premda ta verzija sadržava osnovne značajke zajedničke mnogim proračunskim tablicama, pune značajke *Excelsa*, a tu se misli i na dodatak *Rješavatelj*, dostupne su tek u verziji za radnu površinu (engl. *desktop*). Proračunske tablice kao dio elektroničkog poslovanja u poslovnoj svakodnevici zauzimaju važnu ulogu te je za očekivati da će se tako i nastaviti. Nove uzbudljive tehnologije poput 5G mreža i drugih tehnoloških inovacija u djelatnostima koje se oslanjaju na elektroničku infrastrukturu i električnu struju uopće nastavit će se razvijati i donositi prednosti. Ipak, potrebno je tehnologiji znati se prilagoditi i ne biti njezin pasivni konzument, već je koristiti za razvoj vlastitih intelektualnih kapaciteta, koji u sinergiji s tehnologijom daju dobar poslovni rezultat.

Kad se govori o perspektivama elektroničkog poslovanja općenito, Panian još u 2013. dobro predviđa smjerove razvoja elektroničkog poslovanja: konvergencija potrošačke elektronike i poslovne informatike; mobilno poslovanje uz jačanje društvenih medija i društvenih mreža kao poslovnih aplikacija; ispreplitanje i prožimanje rada u tvrtki i rada od kuće; učestale pojave novih mobilnih uređaja; novi poslovni modeli koji iziskuju informatički sve kompetentnije korisnike; izmijenjena očekivanja zaposlenika (Panian, 2013.). Autor dobro predviđa pomak prema stalnoj povezanosti zaposlenika s Internetom te upotrebljavanje jednog uređaja na više zadataka umjesto jednog uređaja po jednom zadatku kakvo se prakticiralo ranije (Panian, 2013.). *Mobile-first* i *mobile-only* razvojne paradigme u programiranju više se odnose na

komuniciranje s krajnjim korisnikom na tržištu, ali ne bi trebale imati veći utjecaj na odvijanje poslovanja. Mobilna aplikacija *Excel* zasad ne sadrži *Rješavatelj*, a vjerojatno će tako i ostati. To se može objasniti činjenicom da mobilni uređaj jednostavno ne pruža dovoljnu preglednost za obavljanje ozbiljna posla poput vršenja analitičkog modeliranja u proračunskim tablicama te je u takvim zadacima uputno koristiti se računalom. Dodatak *Rješavatelj* nije dostupan u verziji na Internetu, a Microsoft će nastaviti održavati takav *status quo* poradi monetizacije vlastitih *Office* alata. *Office 365* internetski alati su besplatni, a za pune značajke korisnik treba kupiti, preuzeti i instalirati programe za radnu površinu. Kad je riječ o sigurnosti poslovnih datoteka, koja je vrlo važna u poslovanju, sigurnost je veća ako su datoteke na lokalnom poslužitelju nego na udaljenom oblaku. Dakako, i u samom poduzeću moguće je ostvarenje rizika poput poplava, požara i sličnih havarija, no datoteke su, općenito govoreći, sigurnije na lokalnom poslužitelju poduzeća stoga što je manja vjerojatnost neovlaštenog dijeljenja lokalnih datoteka nego onih na Internetu.

Programeri zaslužni za *Rješavatelj* mogli bi u budućnosti opet pokušati dodati gumb *Pogodi* za pogađanje varijabilnih ćelija ako se uspije dovoljno unaprijediti algoritam. Izgled dijaloškog okvira možda bi mogao bolje slijediti smjernice dizajna korisničkog iskustva (engl. *User Experience, UX*) i korisničkog sučelja (engl. *User Interface, UI*), stoga se i o tome može razmisliti u budućnosti. Moglo bi se uložiti u marketing kako bi više ljudi znalo za postojanje dodatka jer, primjerice, nijedan od sugovornika navedenih u drugom poglavlju, a koji su upoznati s proračunskim tablicama i *Excelom*, nije čuo za dodatak *Rješavatelj*. Razlog neosviještenosti možda je i u tome što se dodatak ne nalazi na popisu osnovnih alata, nego ga je potrebno ručno aktivirati.

7. Zaključak

Povijesno dokazani i prokušani alati, kao Microsoftov *Excel*, još uvijek mogu pružiti sasvim dobru podršku u donošenju poslovnih odluka menadžerima. U modeliranju pojedinih poslovnih problema na operativnoj, taktičkoj i strateškoj razini može uvelike pomoći dodatak *Rješavatelj*, koji je dostupan u verziji za stolna računala. Kako u privatnom, tako i u javnom sektoru, analitičko modeliranje nosi brojne prednosti u odnosu na intuitivno odlučivanje menadžera. Unošenjem podataka i ostavljanjem prostora za varijabilne nepoznanice menadžer u suradnji s *Rješavateljem* može osmisliti nove načine rješavanja poslovnih problema. Za to je potreban intelektualni kapacitet donositelja odluke i točnost prilikom unošenja podataka u proračunsku tablicu. Dostupna su i izvješća o osjetljivosti, granicama i odgovoru koje izrađuje *Rješavatelj* u slučaju uspješnog pronalaska cilja. Tipični ciljevi su minimizirati trošak i maksimizirati dobit, a ako je poznata ciljna vrijednost, *Rješavatelj* može predložiti optimalnu kombinaciju varijabli. Kao dodatna potpora pri donošenju odluka u poslovanju, menadžeru mogu poslužiti alati *Traženje rješenja* i *Upravljanje scenarijima*. Proračunske tablice omogućavaju preglednu sistematizaciju poslovnih podataka na računalu i skori im se kraj ne nagovješćuje te je za mnoge poslovne subjekte s jednostavnim računovodstvom dovoljan program opisan u ovom radu. Svaka poslovna odluka, pa tako i ona o kupovini novog računalnog programa trebala bi imati jasan cilj i pritom se voditi principima održivosti i smanjenja potrošnje. Tržišni uspjeh poslovnog subjekta sigurno neće izostati, a blagodati će imati i društvo u cjelini. Poslovni subjekti sasvim prikladnu programsku podršku radu još uvijek pronalaze u programu Microsoft *Excel*. Brojne funkcionalnosti još su mu neistražene, a njegov dodatak *Rješavatelj* osnažuje i pruža potporu menadžeru, uvelike olakšavajući donošenje poslovnih odluka.

Literatura

- Bosilj Vukšić, V., Ćurko, K., Jaković, B., Milanović Glavan, L., Pejić Bach, M., Pivar, J., . . . Zoroja, J. (2020.). *Osnove poslovne informatike*. (M. Pejić Bach, & M. Spremić, Ur.) Zagreb: Ekonomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Čerić, V., Varga, M., Budin, L., Budin Posavec, A., Ribarić, S., Kliček, B., . . . Baranović, M. (1998.). *Poslovno računarstvo*. Zagreb: Znak.
- Daraboš Longin, M. (2023.). Materijali s predavanja. Zagreb.
- Daraboš Longin, M. (b. d.). *Informacijski sustavi i poslovno odlučivanje*. Preuzeto 20. Studeni 2024. iz Ekonomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.efzg.unizg.hr/UserDocsImages/OIM/mdarabos/TO%20Informacijski%20sustavi%20i%20poslovno%20odlu%20C4%8Divanje%202.pdf
- Eurostat. (9. Kolovoz 2023.). *Pojmovnik: Klasifikacija funkcija vlade (COFOG)*. Preuzeto 16. Studeni 2024. iz Eurostat Statistics Explained: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Classification_of_the_functions_of_government_\(COFOG\)](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Classification_of_the_functions_of_government_(COFOG))
- Frye, C. D. (2013.). *Microsoft Office Excel 2007 Korak po korak*. Zagreb: Algoritam.
- Gillis, A. (Studeni 2021). *Excel*. Preuzeto 18. Studeni 2024. iz TechTarget: <https://www.techtarget.com/searchenterprisedesktop/definition/Excel#:~:text=Microsoft%20released%20Excel%20in%201985,from%20the%20Lotus%20Development%20Corp.>
- Grundler, D., & Šutalo, S. (2014.). *Računalstvo*. Zagreb: Školska knjiga.
- Gundić, A. (2012.). *Solver - potpora odlučivanju : završni rad*. Zagreb: vlastita naklada.
- GZ. (19. Lipanj 2024.). *ReKreativno ljeto 15.6.-15.9.2024*. Preuzeto 19. Studeni 2024. iz Gradski ured za mjesnu samoupravu, promet, civilnu zaštitu i sigurnost: <https://aktivnosti.zagreb.hr/rekreativno-ljeto-15-6-15-9-2024/134709>
- Halvorson, M., & Young, M. (1997.). *Kako koristiti Microsoft Office 97*. Zagreb: Znak.

- Hartshorne, D. (13. Studeni 2023). *The best spreadsheet software in 2024*. Dohvaćeno iz Zapier: <https://zapier.com/blog/best-spreadsheet-excel-alternative/>
- Vlada Republike Hrvatske. (2021.). Uredba o uredskom poslovanju. *Narodne novine*(75/21), 1415. Preuzeto 16. Studeni 2024. iz https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2021_07_75_1415.html
- Jones, E. (1988.). *Using Excel for the PC*. Berkeley, California: McGraw-Hill.
- Microsoft. (b. d.). *Define and solve a problem by using Solver*. Preuzeto 15. Studeni 2024. iz Microsoft Support: <https://support.microsoft.com/en-us/office/define-and-solve-a-problem-by-using-solver-5d1a388f-079d-43ac-a7eb-f63e45925040>
- Microsoft. (b. d.). *Pronalazak željenog rezultata putem značajke traženja rješenja i prilagodbe ulazne vrijednosti*. Preuzeto 18. Studeni 2024. iz Microsoft Support: <https://support.microsoft.com/hr-hr/office/pronalazak-%C5%BEeljenog-rezultata-putem-zna%C4%8Dajke-tra%C5%BEenja-rje%C5%A1enja-i-prilagodbe-ulazne-vrijednosti-320cb99e-f4a4-417f-b1c3-4f369d6e66c7>
- Microsoft. (b. d.). *Protect a workbook*. Preuzeto 19. Studeni 2024. iz Microsoft Support: <https://support.microsoft.com/en-us/office/protect-a-workbook-7e365a4d-3e89-4616-84ca-1931257c1517>
- Microsoft. (b. d.). *Switch between various sets of values by using scenarios*. Preuzeto 18. Studeni 2024. iz Microsoft Support: <https://support.microsoft.com/en-us/office/switch-between-various-sets-of-values-by-using-scenarios-2068afb1-ecdf-4956-9822-19ec479f55a2>
- Microsoft. (b. d.). *Using Solver to schedule your workforce*. Preuzeto 19. Studeni 2024. iz Microsoft Support: <https://support.microsoft.com/en-us/office/using-solver-to-schedule-your-workforce-7ae8dd69-7582-4f41-83f1-ea3543398b46>
- Microsoft Press. (1999). *Microsoft Excel 2000 Language Reference*. Redmond, Washington.
- Mikulić, Z. (2019.). *Ekonomski aspekti u Kotruljevićevoj knjizi: O trgovini i savršenom trgovcu*. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Hrvatski studiji. Preuzeto 19. Studeni 2024. iz <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:111:498014>
- Panian, Ž. (2013.). *Elektroničko poslovanje druge generacije*. Zagreb: Ekonomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

- Spremić, M. (2020.). *Sigurnost i revizija IS-a u okruženju digitalne ekonomije*. Zagreb: Ekonomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Preuzeto 20. Studeni 2024.
- TEB. (b. d.). *Kontni plan*. Preuzeto 17. Studeni 2024. iz TEB poslovno savjetovanje: <https://www.teb.hr/media/15236/kontni-plan--listopad-2017.pdf>
- Varga, M., Ćurko, K., Panian, Ž., Čerić, V., Bosilj Vukšić, V., Srića, V., . . . Jaković, B. (2007.). *Informatika u poslovanju*. Zagreb: Element.
- World Health Organisation. (1. Listopad 2024.). *Electronic waste (e-waste)*. Preuzeto 19. Studeni 2024. iz World Health Organisation: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/electronic-waste-\(e-waste\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/electronic-waste-(e-waste))

Popis slika

Slika 1: Sistematizacija nekih od dostupnih alata za proračunske tablice u obliku mentalne mape (izvor: autorski rad pomoću softvera Figma).....	5
Slika 2: Pomoću upravitelja scenarija moguće je osmisлити pesimističan scenarij izmjenom varijabilnih ćelija u rasponu od B1 do B2 (izvor: autorski rad pomoću softvera Excel).....	10
Slika 3: Najlošiji scenarij sadržava prihod u iznosu od 40000 eura, a rashod u iznosu od 45000 eura (izvor: autorski rad pomoću softvera Excel)	11
Slika 4: Dijaloški okvir dodatka Rješavatelj na primjeru zamišljenog poduzeća Adria Mundis opisanog u petom poglavlju (izvor: autorski rad pomoću softvera Excel)	12
Slika 5: Modeliranje poslovnog problema poslovnog subjekta Adria Mundis (izvor: autorski rad pomoću softvera Excel).....	20
Slika 6: Dijaloški okvir dodatka Rješavatelj s ciljnom ćelijom, ograničenjima i metodom (izvor: autorski rad pomoću softvera Excel).....	22
Slika 7: Dijaloški okvir Rješavatelja kojim se korisnika obavještava o ishodu rješavanja poslovnog problema (izvor: autorski rad pomoću softvera Excel)	22
Slika 8: Rješenje poslovnog problema koje nudi Rješavatelj za poslovnog subjekta Adria Mundis (izvor: autorski rad pomoću softvera Excel).....	23
Slika 9: Izvješće o odgovoru za Adria Mundis (izvor: autorski rad pomoću softvera Excel) .	24
Slika 10: Izvješće o osjetljivosti za Adria Mundis (izvor: autorski rad pomoću softvera Excel)	25
Slika 11: Izvješće o granicama za Adria Mundis (izvor: autorski rad pomoću softvera Excel)	26
Slika 12: Metoda rješavanja problema za poslovni slučaj Emundatio (izvor: autorski rad pomoću softvera Excel).....	28
Slika 13: Dijaloški okvir Rješavatelja s unesenom ciljnom ćelijom, varijabilnim ćelijama i ograničenjima za poslovnog subjekta Emundario (izvor: autorski rad pomoću softvera Excel)	28
Slika 14: Optimalna kombinacija usluga koje predlaže Rješavatelj za poslovnog subjekta Emundatio (izvor: autorski rad pomoću softvera Excel)	29
Slika 15: Scenarij s jednim zaposlenikom manje u slučaju Emundatija (izvor: autorski rad pomoću softvera Excel).....	30

Slika 16: Stupac K s proizvedenom količinom na početku je prazan jer Rješavatelj tek treba odrediti optimalnu proizvodnju (izvor: autorski rad pomoću softvera Excel)	32
Slika 18: U ovom scenariju za Zelenjavu dnevna dobit iznosila bi 34,40 €, a utrošilo bi se 10,2 kilograma brašna, 3,4 kilograma špinata i šezdeset minuta za pripremu jela (izvor: autorski rad, pomoću softvera Excel).....	33
Slika 17: Ograničenja za Zelenjavu su količina brašna, špinata i minuta za pripremu jela, a cilj je maksimizirati dnevnu dobit (izvor: autorski rad, pomoću softvera Excel)	33
Slika 19: Radnici elektrane trebaju imati dva dana odmora zaredom, a Rješavatelj određuje koliko radnika započinje na određeni dan (izvor: autorski rad prema Microsoftovu primjeru, pomoću softvera Excel).....	35
Slika 20: Postavljanje ograničenja za elektranu Borovnica (izvor: autorski rad prema Microsoftovu primjeru, pomoću softvera Excel)	36
Slika 21: Rješenje poslovnog slučaja elektrane Borovnica i predloženi raspored radnih dana zaposlenika (izvor: autorski rad prema Microsoftovu primjeru, pomoću softvera Excel).....	37
Slika 22: Na početku su ukupna ušteda i godišnja ušteda nula jer ih Rješavatelj tek treba izračunati, a u dijaloškom su okviru vidljiva ograničenja kojih se Rješavatelj treba držati (izvor: autorski rad, pomoću softvera Excel).....	38
Slika 23: Postavljanje ciljne ćelije, varijabilnih ćelija i ograničenja u slučaju Logistice Palermo (izvor: autorski rad, pomoću softvera Excel)	39
Slika 24: Odabirom projekata električnih vozila i logističkog sustava ukupna bi godišnja ušteda bila bi najveća, a poduzeće bi učinilo i dobro djelo za okoliš (izvor: autorski rad, pomoću softvera Excel).....	40
Slika 25: Marketinški letak za ReKreativno ljeto, ljetni program sportskih aktivnosti u Zagrebu (izvor: aktivnosti.zagreb.hr)	44
Slika 26: Ograničenja u slučaju ReKreativnog ljeta su dostupnost voditelja aktivnosti te ograničenje maksimalnog broja polaznika (izvor: autorski rad, pomoću softvera Excel)	45
Slika 27: Na temelju povijesnih podataka određuje se prosječna posjećenost pojedinih aktivnosti, a Rješavatelj ima zadatak pronaći frekvenciju aktivnosti s ciljem maksimizacije broja polaznika u 2025. godini (izvor: autorski rad, pomoću softvera Excel)	45
Slika 28: Parametri Rješavatelja u slučaju programa ReKreativno ljeto (izvor: autorski rad, pomoću softvera Excel).....	46
Slika 29: Opcije aktivnosti u 2025. godini odabrane od strane Rješavatelja (izvor: autorski rad, pomoću softvera Excel).....	47

Popis tablica

Tablica 1: Cjenik usluga i podatci o korištenim resursima poslovnog subjekta Emundatio (izvor: autorski rad pomoću softvera Excel).....	27
Tablica 2: Izvješće o odgovoru, tablica Ograničenja (izvor: autorski rad pomoću softvera Excel)	31
Tablica 3: Ograničenja u poslovnom slučaju Zelenjave (izvor: autorski rad pomoću softvera Excel)	34

Životopis

Studentica je rođena 14. svibnja 2000. godine u Zagrebu na Svetom Duhu. Pohađala je Osnovnu školu Ivana Meštrovića, gdje je učila engleski i njemački jezik. Svoje srednjoškolsko obrazovanje započinje 2014. godine u XI. gimnaziji na Savskoj cesti. U toj općoj gimnaziji uči engleski, talijanski i latinski te se natječe na državnoj razini u poznavanju hrvatskog jezika. Ostvaruje deseto mjesto, a po završetku gimnazije to joj, u kombinaciji s rezultatom na državnoj maturi, priskrbi stipendiju u stopostotnom iznosu na Visokom učilištu Algebra. Za vrijeme studiranja digitalnog marketinga sudjeluje u radu agencije Digital talents, marketinške agencije pod vodstvom prof. dr. sc. Marija Fraculja. Navedeno joj iskustvo priskrbi uvid u stanje stvari u marketingu, video produkciji i projektnom menadžmentu. Osim agencijskog rada, uči se i savjetodavnu radu u interakciji s malim poduzetnicima. Sol villas, Zagreb film festival, Majčice moja, Udruga Savao, DanzArt, Mali teatar, eMatematika i HRT samo su neki od poslovnih subjekata s kojima surađuje tijekom višeg obrazovanja. Na Algebri uči konverzacijski engleski jezik, a u slobodno vrijeme ponavlja talijanski jezik. Završivši studij na privatnom učilištu, upisuje stručni studij Elektroničko poslovanje u privatnom i javnom sektoru na Ekonomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Radeći na zamišljenim poslovnim primjerima, uči o konceptima baza podataka, o analitičkom modeliranju, inovativnim tehnologijama, uredskoj suradnji i osnovama programiranja. Na kraju studija upisuje tečaj talijanskog jezika na Filozofskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu te se nada nastaviti obrazovanje.