

dr. Antun Benčić  
mr. Krešimir Buntak  
Tihomir Babić, dipl. ing.  
[antun.bencic@inet.hr](mailto:antun.bencic@inet.hr)  
[kresimir.buntak@inet.hr](mailto:kresimir.buntak@inet.hr)  
[tbabic@hint.hr](mailto:tbabic@hint.hr)

## STATISTIČKI ALATI ZA ANALIZU ASPEKATA OKOLIŠA I NJIHOVOG UTJECAJA U SUSTAVU UPRALJANJA OKOLIŠEM

### Sažetak

U procesu utvrđivanja značajnih aspekata okoliša i mjera za poboljšanje, jedan od procesnih koraka je vrednovanje aspekata okoliša. Potrebno je odrediti kriterije i metode kojima će se osigurati učinkovito provođenje i nadzor procesa. Neprekidno poboljšanje znači mjeriti, analizirati, nadzirati procese te provoditi postupke u cilju otklanjanja ili smanjenja rizika na prihvatljivu razinu. Ovim aktivnostima skupljaju se brojni kvalitativni ili kvantitativni podaci. Obradom podataka dobiju se informacije na temelju kojih se donose odluke. U obradi podataka primjenjuju se brojne menadžerske metode, a značajno mjesto zauzimaju statističke metode.

U radu se ukazuje na mogućnosti programa EXCEL kao sastavnog dijela Microsoft Office, a koji podržava brojne statističke funkcije i grafičke prikaze rezultata analiza.

**Ključne riječi:** *aspekti okoliša, podaci, analiza podataka, prikaz podataka, statističke metode.*

### 1. UVOD

Sustav upravljanja okolišem je upravljački proces kojim se upravlja neželjenim posljedicama nekog proizvodnog ili drugog procesa koji može ugroziti ili već ugrožava okoliš. U odnosu na ekologiju ovdje su procesi jednostavniji i najčešće su dostatne statističke metode koje su programirane u Microsoftovom programskom paketu EXCEL. Procesu obično ne slijede normalnu raspodjelu, a rasipanja podataka oko srednje vrijednosti mogu biti izrazito velika. Budući skoro svaki menadžer sustava upravljanja okolišem ima na raspolaganju računalo i koristi Microsoft Office programski paket, cilj je članka ukazati na mogućnosti koje pruža EXCEL u obradi i prikazu podataka za potrebe sustava upravljanja okolišem.

Statistika je nauka o principima prikupljanja, organizacije, analize, sažetog prikaza i interpretacije podataka dobivenih promatranjem ili mjerenjem vrijednosti varijable osnovnog skupa, uzorka ili jedinke. Metode statističke analize procesa primjenjuju se i u procesu upravljanja zaštitom okoliša.

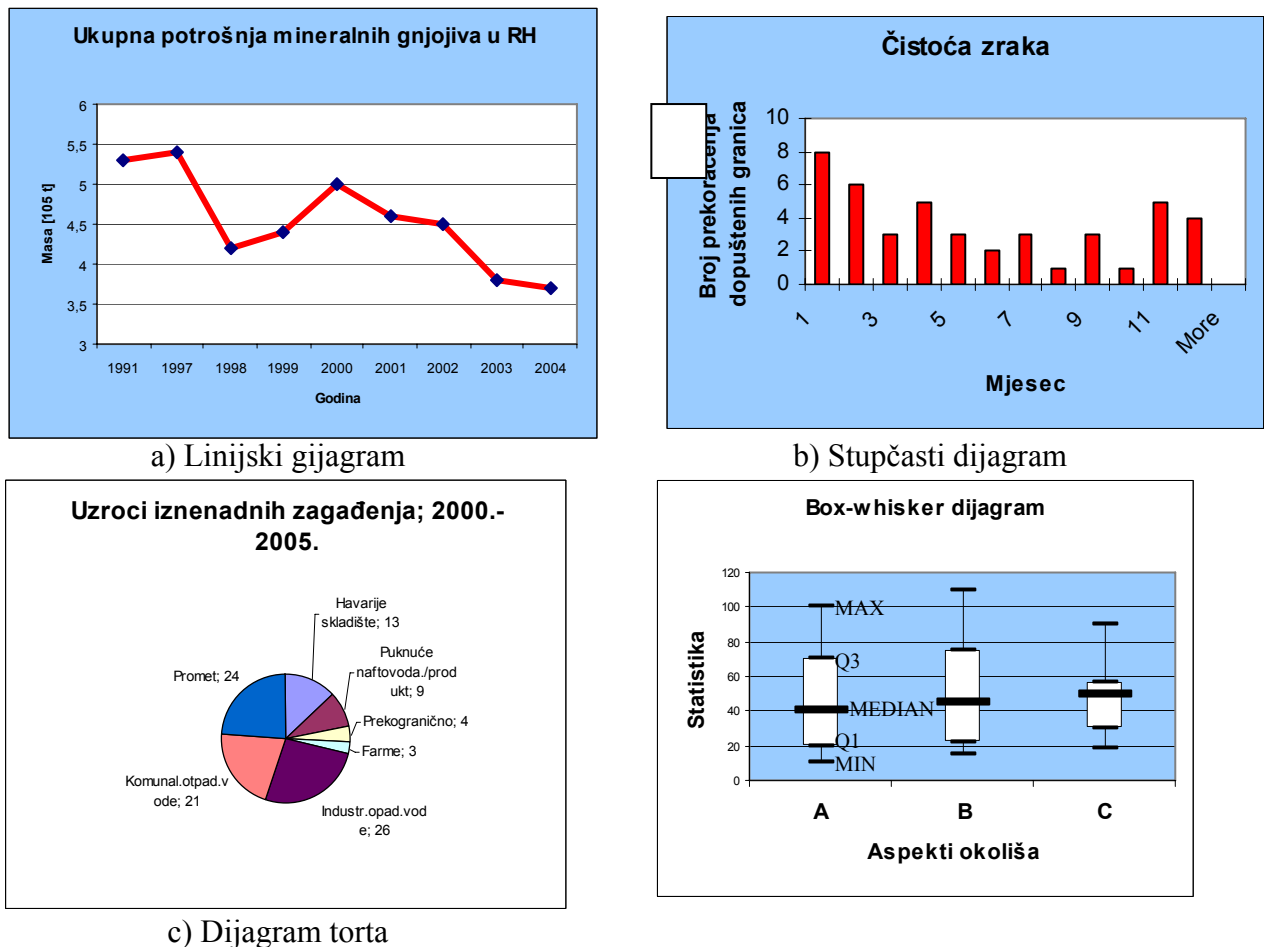
### 2. STATISTIČKE METODE

Deskriptivna (opisna) statistika obuhvaća principe i postupke organiziranja, analizu i sažet prikaz prikupljenih podataka. U praćenju odvijanja procesa primjenjuje se ove tehnike:

- tablični prikazi prikupljenih podataka
- grafički prikazi prikupljenih podataka
- statistika sažimanja, tj. računanje određene statističke veličine koja opisuje prikupljeni skup podataka.

#### 2.1. Deskriptivna statistika

U grafičkom prikazu podataka za potrebe sustava upravljanja zaštitom okoliša primjenjuju se, kao i u sustavu upravljanja kvalitetom: linijski, stupčasti i torta dijagrami, a posebnu je primjenu našao B&W dijagram (Box and Whiskers dijagram). Primjeri navedenih dijagrama dani su na slici 1.



Slika 1. Grafički prikazi podataka

Budući se B&W dijagram rijetko primjenjuje, a veoma je pogodan za prikaz podataka u području zaštite okoliša, ovdje mu je posvećena posebna pozornost. Nažalost ovaj prikaz dijagrama u EXCEL-u nije tako jednostavan kao prikazi ostalih dijagrama jer nije programiran već se moramo poslužiti zaobilaznim putovima kako bi ga i u EXCEL-u nacrtali. Ovaj grafički prikaz istovremeno prikazuje 5 parametara procesa i to: medijan, najveću vrijednost *Max*, najmanju vrijednost *Min*, prvi kvartil  $Q_1$  i treći kvartil  $Q_3$ .

U zaštiti okoliša većina procesa ne slijedi normalnu raspodjelu. Krivulja funkcije vjerojatnosti najčešće nema simetričan zvonoliki oblik, tj. ne slijedi Gaussovu krivulju. Osim toga, rasipanja podataka su obično jako velika. U tom slučaju aritmetička sredina ne opisuje stvarno „težište“ svih podataka. Na rasipanje podataka u procesu ne djeluju samo slučajne veličine već se javljaju i neke koje imaju predvidljivi trend, tako da vrijednosti nisu više slučajno raspoređene oko neke aritmetičke srednje vrijednosti, već se gomilaju oko neke vrijednosti koja nije na sredini između *Max* i *Min* vrijednosti. To znači da srednja vrijednost procesa, izračunata kao aritmetička sredina svih vrijednosti, nije jednaka medijanu, tj. vrijednost srednjeg elementa u nizu podataka sortiranih po veličini (rastući ili padajući niz).

Iz B&W dijagrama jasno se vide vrijednosti *Max* i *Min*, tj. područje u kojem se nalaze svi prikupljeni podaci.

Vrijednost prvog kvartila  $Q_1$  predstavlja granicu područja omeđenu s jedne strane vrijednošću *MIN*, a s druge s  $Q_1$  unutar kojeg se nalazi 25% svih podataka. U području između  $Q_1$  i *MEDIAN* nalazi se slijedećih 25% podataka. U području od *MIN* do  $Q_3$  nalazi se 75% svih podataka. Između  $Q_3$  i *MAX* nalazi se preostalih 25% podataka.

Jedan od mogućih postupaka crtanja B&W dijagrama dan je u Prilogu 1 ovoga rada.

Kada se iz nekog skupa podataka žele izdvojiti bitna obilježja procesa pristupa se računanju statistike toga skupa. Statistika se sastoji u računanju srednje tendencije procesa i rasipanja vrijednosti parametara procesa oko srednje vrijednosti.

Kao mjera centralne tendencije primjenjuje se:

- aritmetička sredina (u Excelu je računa funkcija AVERAGE ili MEAN)
- medijan (u Excelu ga računa funkcija MEDIAN)
- mod (u Excelu ga računa funkcija MODE).

**Aritmetička sredina** predstavlja težište svih vrijednosti, a računa se kao zbroj svih vrijednosti podijeljeno s brojem vrijednosti (veličinom skupa). Najčešće se ova vrijednost uzima za predstavnika cijeloga skupa.

U Excelu vrijednost aritmetičke sredine računa funkcija AVERAGE(podaci)

**Medijan** je vrijednost srednjeg elementa skupa kad se sve vrijednosti sortiraju po veličini. Ako se na primjer skup sastoji od 101 podatka onda je medijan toga skupa jednak vrijednosti 51. elementa skupa sortiranih po veličini. U procesima upravljanja zaštitom okoliša, medijan se u odnosu na aritmetičku srednju vrijednost češće koristi za opis procesa.

U Excelu vrijednost medijana računa funkcija MEDIAN(podaci).

**Mod** je vrijednost s najvećom učestalošću u skupu podataka. U Excelu vrijednost moda računa funkcija MODE(podaci).

Poznato je da svaki proces prati rasipanje vrijednosti pojedinih njegovih parametara zbog neprekidnog djelovanja slučajnih veličina koje imaju utjecaj na taj parametar procesa. Upravo u zaštiti okoliša rasipanja se jako velika u odnosu na današnje proizvodne procese. Zadatak menadžera zaštite okoliša je da kontrolira srednju vrijednost i rasipanje kako se ne bi prekoračile granice dopuštenih vrijednosti tog parametra. Kvantitativnu mjeru rasipanja parametra procesa opisuju statistike:

- raspon (u Excelu  $R = MAX - MIN$ )
- kvantil (u Excelu funkcija PERCENTILE)
- varijanca (u Excel-u funkcija VAR)
- standardno odstupanje (u Excelu funkcija STDEV).

**Raspon** je definiran kao razlika najveće vrijednosti *MAX* i najmanje vrijednosti *MIN* u skupu podataka. Na žalost u Excelu nije programirana funkcija raspon. Potrebno je prethodno pronaći najveću i najmanju vrijednost u skupu podataka, a to su u Excel-u funkcije MAX(podaci) i MIN(podaci). Raspon se može izračunati kao  $R = MAX - MIN$ .

Pretpostavimo da imamo skup podataka kojeg sortiramo po rastućim vrijednostima. Takav se skup može podijeliti na  $q$  jednakih dijelova. Ovim se postupkom dobije  $q$  podskupova. Svaki ovako dobiven podskup naziva se **kvantil**. Granice podskupova čine granice kvantila.

Ako je  $q = 100$ ; kvantili se zovu percentili

$q = 10$ ; kvantili se zovu decili

$q = 5$ ; kvantili se zovu kvintili

$q = 4$ ; kvantili se zovu kvartili.

U svakom se kvartilu ( $q = 4$ ) nalazi 25% podataka. Kad se skup podataka sortira po rastućim vrijednostima, onda donji i gornji kvartil dijele niz u odnosu 1 : 2 : 1. To znači da u donji kvartil upada 25% podataka niza, između prvog i četvrtog kvartila je 50% podataka, a u gornjem kvartilu preostalih 25% podataka.

**Interkvartil** je razlika između donjeg i gornjeg kvartila unutar koji se nalazi 50% svih podataka sortiranog niza.

U Excelu kvartile računa funkcija QUARTILE(podaci, kvartil). Ako se za kvartil upiše vrijednost 1 dobije se granica prvog kvartila, ako se upiše 3 dobije se vrijednost granice trećeg kvartila, a ako se upiše 2 dobije se vrijednost drugog kvartila koja je jednaka vrijednosti *MEDIAN*.

**Varijanca** predstavlja aritmetičku srednju vrijednost kvadrata odstupanja vrijednosti elementa skupa podataka od njihove srednje vrijednosti. Što je vrijednost varijance veća to je veće rasipanje vrijednosti elemenata skupa od srednje vrijednosti, odnosno aritmetičke srednje vrijednosti.

U Excelu vrijednost varijance računa funkcija VAR (podaci).

**Standardno odstupanje** (standardna devijacija) je mjera rasipanja podataka oko srednje vrijednosti skupa, a definira je kao pozitivna vrijednost kvadratnog korijena varijance.

U Excelu standardno odstupanje računa funkcija STDEV (podaci).

## 2.2. Ispitivanje hipoteze

Ekologija je znanosti o zaštiti životne sredine, vode, zraka i drugih prirodnih resursa od zagađenja u cilju skladnog život čovjeka i prirodne sredine. Ekologija brine o zaštiti zraka, vode i drugih prirodnih resursa od zagađenja i njenih učinaka. Istraživanja odnosa u prirodi temelje se na logičkom rasuđivanju i ispitivanju hipoteza. Ekologija se bavi relativnim a ne apsolutnim istinama. Pojave u prirodi se promatraju. Na temelju promatranja stvaraju se teorije koje nakon prosudbe i njene potvrde postaju ljudsko znanje.

Prvo se definira takozvana nulta hipoteza ili istraživačka hipoteza. To je izjava koja se odnosi na uzrok prirodnog fenomena koji se razmatra.

Nakon što je definirana nulta hipoteza definira se alternativna hipoteza. Ako se, recimo, nultom hipotezom definira vrijednost aritmetičke sredine procesa, onda za alternativnu hipotezu postoje tri mogućnosti:

- 1) aritmetička srednja vrijednost prirodnog fenomena nije jednaka onoj iz nulte hipoteze
- 2) aritmetička srednja vrijednost prirodnog fenomena veća je od one iz nulte hipoteze ili
- 3) aritmetička srednja vrijednost prirodnog fenomena manja je od one iz nulte hipoteze.

Nulta se hipoteza odbacuje s određenom razinom povjerenja ako se slučajnim uzorkovanjem prikupi statistički dovoljno čvrstih dokaza koji potvrđuju alternativnu hipotezu. Statistički se smatraju dovoljno čvrsti dokazi ako se, npr. za prvi slučaj definiranja alternativne hipoteze, aritmetička sredina uzorka razlikuje od aritmetičke sredine definirane u nultoj hipotezi za više od  $\pm 2$  standardna odstupanja tog istog uzorka. U tom se slučaju s razinom povjerenja  $P = 95\%$  odbacuje nulta hipoteza.

## 2.3. Regresijska analiza

U sustavu upravljanja zaštitom okoliša izuzetno je važno poznavati međusobne veze i ovisnosti pojedinih parametara koji utječu na promatrani proces. Tu vezu između dva ili više parametara moguće je istražiti regresijskom analizom. Jakost međusobne veze dva parametra

opisuje koeficijent korelacije. Koeficijent korelacije  $r$  može imati vrijednost u intervalu od  $-1$  do  $+1$ . Ako je  $r = +1$ , u raspršnomu dijagramu točke definirane parovima vrijednosti oba parametra leže na pravcu koji ima pozitivan koeficijent smjera. Povećanjem vrijednosti jednog parametra povećava se vrijednost drugog parametra, a međusobna veza definirana je jednadžbom pravca. Obrnuto, ako je  $r = -1$ , točke u raspršnom dijagramu isto leže na pravcu, ali on ima negativan koeficijent smjera. Povećanjem vrijednosti jednog parametra smanjuje se vrijednost drugog parametra i obratno. Ako je apsolutna vrijednost koeficijenta korelacije u području  $0 < r \leq 0,65$  kaže se da između parametara postoji slaba statistička veza. Kad je  $r = 0$  kaže se da ne postoji statistička veza između parametara. Za  $0,65 < r \leq 0,85$  kaže se da postoji srednje jaka statistička veza između promatranih parametara procesa. Konačno, za  $0,85 < r \leq 1$  kaže se da postoji jaka korelacijska veza.

U Excelu koeficijent korelacije  $r$  računa funkcija CORREL(podaci1, podaci2).

## 2.4. Uzorkovanje

U procesu donošenja odluka potrebno je prikupiti dovoljno pouzdanih činjenica. Do činjenica se dolazi promatranjem procesa, uzorkovanjem i mjerenjima, iz literature i slično. Kod uzimanja uzoraka bitno je izvršiti izbor jedinica na slučajan način, tj. da svaka jedinka ima istu mogućnost izbora. Ukoliko to nije slučaj u rezultat ispitivanja unosi se sustavna pogreška. Drugi važni parametar uzorkovanja je veličina uzorka. Veličina uzorka uvijek je kompromis utrošenih resursa i razine povjerenja dobivenih rezultata.

Kod primjene uzorkovanja u analizi procesa obično se pristupa uzimanjem i dodatnih uzoraka kako bi se dokazala ponovljivost dobivenih rezultata i izbjegle sustavne pogreške.

## 2.5. Simulacije

Razvojem informatičke tehnologije i povećanjem ljudskog znanja o prirodnim pojavama i procesima omogućen je matematički opis procesa, a time i računalna simulacija prirodnog fenomena ili procesa. Promjenom parametara u modelu se mogu simulirati različita stanja tijekom procesa i analizirati rezultate njihovih djelovanja.

Biolozi i ekolozi razvili su mnoge matematičke modele za pojedine prirodne fenomene, ali i preuzimaju modele iz susjednih znanstvenih disciplina kao što su geografija ili geologija.

Kao primjer simulacije može poslužiti simulacija požara na Kornatima, koja bi trebala otkriti prave uzroke tragedije.

## 2.6. Vremenske serije

U procesu odlučivanja bitno je pravovremeno otkriti trendove u procesu kako bi se na vrijeme mogle poduzeti popravne ili preventivne radnje. Upravo analizom vremenskih serija moguće je uočiti trendove i tako predvidjeti buduće ishode ako se proces nastavi istim trendom.

Excel nudi čitav niz funkcija za crtanje trend funkcija i prikaz vremenskih podataka.

## 3. ZAKLJUČAK

Menadžer zaštite okoliša obično je bombardiran brojnim podacima. Problem nastaje kad treba donijeti ocjenu što se u procesu događa, je li proces stabilan ili koji su trendovi. On češće postavlja pitanja zašto i kako, a manje što? Statističke metode pomažu iz skupa podataka izdvojiti informaciju, izračunati bitne činjenice na temelju kojih se može opisati proces i donijeti odluka o njegovom usmjeravanju.

Programski paket Microsoft Office, koji se vrti na svakom računalu u sebi sadrži EXCEL koji predstavlja veoma jak alat za statističku analizu podataka, izračunavanje statistika i njihovo prikazivanje.

U procesima upravljanja zaštitom okoliša najveću primjenu našle su statističke veličine: raspon podataka, medijan i inetrkvartili. Kao grafički prikaz ovih parametara u literaturi se često primjenjuje Box & Whiskers dijagram. Nažalost taj dijagram nije izravno programiran u Excelu, ali ga se može dobiti zaobilaznim putovima. Jedan postupak crtanja Box and Whiskers dijagrama dan je u Prilogu 2. Postoje mnogi statistički programski paketi koji omogućavaju izravno crtanje ovog dijagrama, npr. programski paket STATISTICA.

U prilogu 1 dan je popis funkcija kojima se računanju različite statistike podataka. Postupak njihovog računanja je vrlo jednostavan i prava je šteta ne koristiti mogućnosti Excela za statističku analizu podataka dobivenih promatranjima ili mjerenjima.

## LITERATURA

1. ISO/TR 10017:2003; Guidance on statistical techniques for ISO 9001:2000
2. Ivan Šošić: Primijenjena statistika, Školska knjiga, Zagreb,2004
3. John Neter, Willam Wasserman, G.A.Whitmore: Applied Statistics, Allynand Bacon,1992, Fourth Edition
4. J.M. Juran, Frank M. Gryna: Planiranje i analiza kvalitete, MaTe, Zagreb, 1999, treće izdanje.
5. A.M. Liebhold, J. Gurevitch: Integrating the statistical analysis of spatial data in ecology, ECOGRAPHY, 25, 2002.
6. Jessica L. Green, i dr: Complexity in Ecology and Conservation: Mathematical, Statistical, and Computational Challenges, BioScience, vol 55, No 6, 2005.
7. Bartolo Ozretić: Ekologija – znanost o zbrinjavanju smeća, [www.dps-zagreb.hr/ekologija.htm](http://www.dps-zagreb.hr/ekologija.htm)
8. Hypothesis Testing in Ecology, <http://ecology.botany.ufl.edu/2005introecology/Downloads/Labs/Lab3Herbivory.pdf>

## STATISTICAL TOOLS FOR ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL ASPECTS AND THEIR IMPACT ON ENVIRONMENT MANAGEMENT SYSTEMS

### Summary

In the process of establishing facts on the important environmental aspects and measures for improvement, one of the procedural steps is the validation of the environmental aspects. It is important to determine criteria and methods to ensure effective process implementation and control. Continuous improvement means measurement, analysis, control of the processes, and carrying out procedures for eliminating risk or reducing its impact to an acceptable level. With these activities we collect extensive qualitative or quantitative data. The decision-making process is enabled by the processing of the collected data. Numerous managers' methods are used for data processing, and statistical methods play an important role.

Possibilities of the EXCEL program, as a component of Microsoft Office, are pointed out in this article. EXCEL supports a lot of statistical functions and graphical presentations of the results of analysis.

**Key words:** *environmental aspects, data, data analysis, data presentation, statistical methods.*

**PRILOG 1 STATISTIČKE FUNKCIJE U EXCELU**

<b>Formula</b>	<b>Operacija</b>
<b>AVEDEV(number1;number2;..)</b>	Srednja vrijednost odstupanja vrijednosti podataka od srednje vrijednosti
<b>AVERAGE(number1;number2;..)</b>	Srednja vrijednost (aritmetička sredina) argumenata koji mogu biti brojevi, nazivi, matrica ili referenca koja sadrži brojeve
<b>AVERAGEA (value1, value 2,...)</b>	Srednja vrijednost argumenata (aritmetička sredina) koji mogu biti brojevi, nazivi, matrica ili referenca koja sadrži brojeve. Uzima u obzir tekst, a za FALSE = 0 i TRUE = 1.
<b>BINOMDIST(x;number_s;trials; probability;cumulative)</b>	Vrijednost funkcije binomne raspodjele
<b>CONFIDENCE(number1;number2;..)</b>	Područje povjerenja za srednju vrijednost
<b>CORREL(array1;array2)</b>	Koeficijent korelacije za dva seta podataka
<b>COUNT(number1;number2;..)</b>	Prebrojava ćelije koje sadrže brojeve ili brojeve unutar argumenata s liste
<b>COUNTA(value1;value2;..)</b>	Prebrojava polja koja nisu prazna i vrijednost unutar argumenata s liste
<b>COUNTBLANK(array)</b>	Broj praznih polja unutar specificiranog popisa
<b>COUNTIF(range;criteria)</b>	Broj ćelija unutar područja koja ispunjavaju dani uvjet
<b>COVAR(array1;array2)</b>	Kovarijanca, srednja vrijednost produkta odstupanja svakog para podataka u setu podataka
<b>CRITBINOM(trial;probability_s,alpha)</b>	Najmanja vrijednost za koju funkcija distribucije binomne raspodjele koja je veća ili jednaka vrijednosti kriterija
<b>DEVSQ(number1;number2;..)</b>	Suma kvadrata odstupanja pojedinačnih vrijednosti od srednje vrijednosti uzorka
<b>EXPONDIST(x;lamda;cumulative)</b>	Funkcija distribucije eksponencijalne raspodjele
<b>FDIST(x;deg_freedom1;deg_freedom2)</b>	F distribucija (razlika sloboda) dva seta podataka
<b>FINV(probability;deg_freedom1;deg_freedom2)</b>	Inverzna vrijednost F raspodjele. Ako je $p = \text{FDIST}(v;..)$ , onda je $x = \text{FINV}(p;..)$
<b>FORECAST(x;known_y's;known_x's)</b>	Procjena buduće vrijednosti linearnog trenda na temelju postojećih podataka
<b>FREQUENCY(dana array;bins_array)</b>	Kako se vrijednosti pojavljuju unutar nekog područja vrijednosti i vraća uspravnu matricu brojeva koji imaju jedan element više od Bins područja (granice razreda)
<b>FTEST(array1,array2)</b>	Rezultat F testa, jednostrana vjerojatnost da varijanca u polju 1 i polju 2 nisu bitno različite
<b>GEOMMEAN(number1;number2;...)</b>	Geometrijska srednja vrijednost ili područja pozitivnih brojeva
<b>GROWTH(known_y's;known_x's;constant)</b>	Vrijednosti krivulje trenda eksponencijalnog porasta koja prolazi zadanom vrijednošću
<b>HARMEAN(number1;number2;...)</b>	Harmonijska srednja vrijednost seta pozitivnih brojeva; recipročna vrijednost aritmetičke sredine recipročnih vrijednosti
<b>HYPGEOMDIST(sample_s;number_sample;population_s;number_pop)</b>	Hipergeometrijska raspodjela
<b>INTERCEPT(known_y's;known_x's)</b>	Računa točku u kojoj će regresijski pravac presjeći y os (parametar b)
<b>KURT(number1;number2;...)</b>	Računa koeficijent zaobljenosti za dani set podataka
<b>LARGE(array;k)</b>	Vraća k-tu najveću vrijednost u setu podataka
<b>LINEST(known_y's;known_x's; constant;stats)</b>	Vraća statističke veličine koje opisuju linearni trend za dane podatke, računa pravac koristeći metodu najmanjih kvadrata
<b>LOGEST(known_y's;known_x's; constant;stats)</b>	Vraća statističke veličine koje opisuju eksponencijalnu krivulju koja najbolje oponaša podatke
<b>MAX(number1;number2;...)</b>	Najveći broj u setu podataka, ignorira logičke vrijednosti i tekst
<b>MAXA(number1;number2;...)</b>	Najveća vrijednost u setu podataka, uzima u obzir logičke vrijednosti i tekst
<b>MEDIAN(value1;value2;...)</b>	Medijan ili broj koji je u sredini seta podataka
<b>MIN(number1;number2;...)</b>	Najmanja vrijednost u setu podataka. Ignorira tekst i logičke veličine

<b>MINA(value1;value2;...)</b>	Najmanja vrijednost u setu podataka. Ne ignorira tekst i logičke veličine
<b>MODE(number1;number2;...)</b>	Broj koji se najviše puta ponavlja u setu podataka
<b>NORMDIST(x;mean;standard_dev;cumulative)</b>	Vrijednost funkcije normalne raspodjele
<b>NORMINV(probability;mean;standard_dev)</b>	Inverzna vrijednost funkcije distribucije normalne raspodjele
<b>NORMSDIST(z)</b>	Standardizirana normalna raspodjela ( $\mu = 0, \sigma = 1$ )
<b>NORMSINV(p)</b>	Inverzna standardizirana normalna raspodjela
<b>PEARSON(array1;array2)</b>	Pearsonov proizvod moment korelacijskog koeficijenta, $r$
<b>PERCENTILE(array;k)</b>	k-ti percentil u području podataka
<b>PERCENTRANK(array;x;significance)</b>	Rank vrijednost u setu podataka kao postotak seta podataka
<b>PERMUT(number;number_chosen)</b>	Broj permutacija za dani broj objekata koji se može izdvojiti iz ukupnih objekata
<b>POISSON(x;mean;cumulative)</b>	Poissonova raspodjela
<b>PROB(x_range;prob_range;lower_limit;upper_limit)</b>	Vjerojatnost da su vrijednosti u danom području između dvije granice
<b>QUANTILE(array,quart)</b>	Kvartil u setu podataka
<b>RANK(number;ref;order)</b>	Rank broja sa liste brojeva, njegova relativna veličina prema drugim vrijednostima na listi
<b>RSQ(known_y's;known_x's)</b>	Kvadrat Pearsonovog umnoška momenta koeficijenta korelacije za dani set podataka
<b>SKEW(number1;number2;...)</b>	Koeficijent simetričnosti raspodjele, karakteristika stupnja simetričnosti raspodjele oko srednje vrijednosti
<b>SLOPE(known_y's;known_x's)</b>	Strmina pravca linearne regresije za set podataka
<b>SMALL(array;k)</b>	Lista najmanjih vrijednosti (npr. 5. najmanja vrijednost)
<b>STANDARDIZE(x;mean;standard_dev)</b>	Normalizirana vrijednost za raspodjelu opisanu sa $\mu$ i $\sigma$
<b>STDEV(number1;number2;...)</b>	Standardno odstupanje uzorka (ignorira tekst i logičke vrijednosti)
<b>STDEVA(value1;value2;...)</b>	Standardno odstupanje uzorka (uključuje tekst i logičke vrijednosti, FALSE = 0; TRUE = 1)
<b>STDEVP(value1;value2;...)</b>	Standardno odstupanje uzorka (uključuje tekst i logičke vrijednosti, FALSE = 0; TRUE = 1)
<b>STDEVPA(value1;value2;...)</b>	Standardno odstupanje populacije (uključuje tekst i logičke vrijednosti, FALSE = 0; TRUE = 1)
<b>STAYX(known_y's;known_x's)</b>	Standardna pogreška pretpostavljene vrijednosti $y$ za svaku vrijednost $x$ u regresiji
<b>TDIST(x;deg_freedom;tails)</b>	Studentova t-raspodjela
<b>TINV(probability;deg_freedom)</b>	Inverzna Studentova t-raspodjela
<b>TREND(known_y's;known_x's;new_x's;constant)</b>	Vraća vrijednosti linearnog trenda koji odgovaraju podacima, primjenjuje metodu najmanjih kvadrata
<b>TRIMMEAN(array;percent)</b>	Srednja vrijednost unutrašnjeg dijela seta podataka
<b>TTEST(array1;array2;tails;type)</b>	Vjerojatnost povezana sa Studentovim t-testom
<b>VAR(number1;number2;...)</b>	Varijanca uzorka (ignorira logičke vrijednosti i tekst)
<b>VARA(value1;value2;...)</b>	Varijanca uzorka (uključuje logičke vrijednosti (FALSE=0, TRUE=1) i tekst)
<b>VARP(number1;number2;...)</b>	Varijanca populacije (ignorira logičke vrijednosti i tekst)
<b>VARPA(value1;value2;...)</b>	Varijanca populacije (uključuje logičke vrijednosti (FALSE=0, TRUE=1) i tekst)
<b>WEIBULL(x;alpha;beta;cumulative)</b>	Weibullova raspodjela
<b>ZTEST(array;x;sigma)</b>	Dvostrano ograničena P-vrijednost z-testa.



## PRILOG 2 POSTUPA CRTANJA BOX&WISKERS DIJAGRAMA

Crtanje Box-Whisker dijagrama ne podržava EXCEL program . Potrebno je primijeniti poseban postupak koji dovodi do željenog rezultata.

### Postupak:


- Unesi podatke u radni list EXCEL-a
- Ako su podaci dani u stupcima onda ispod njih pripremi novu tablicu tako da je prvi redak isti kao u izvornoj tablici (copy – paste)
- Prvi stupac u novoj tablici mora biti urađen točno ovim redom: (1) prazno polje, (2) prvi kvartil (LQ), (3) interkvartil (UQ-LQ), (4) treći kvartil, (5) minimum, (6) maksimum, (7) medijan, (8) medijan – minimum, (9) maksimum – medijan. (vidi sliku)

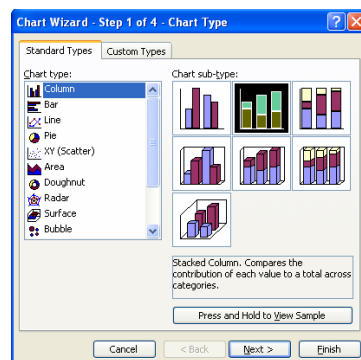
	B	D1	F1	H1
LQ	46,75	41	18,75	9
UQ-LQ	38,5	31	15,75	4,5
UQ	85,25	72	34,5	13,5
MIN	30	23	4	2
MAX	336	199	56	53
MEDIAN	71	56	25,5	12
MED-MIN	41	33	21,5	10
MAX-MED	265	143	30,5	41

- Prvi kvartil LQ računa funkcija QUARTIL(podaci;1)
- Treći kvartil UQ računa funkcija QUARTIL(podaci;3)
- Interkvartil se računa UQ-LQ
- Najmanju vrijednost u setu podataka računa funkcija MIN(podaci)
- Najveću vrijednost u setu podataka računa funkcija MAX(podaci)
- Medijan računa funkcija MEDIAN(podaci)
- Izračuna se razlika Medijan – Min
- Izračuna se vrijednost Max – Medijan
- Označi polja prvog, drugog i trećeg reda nove tablice ali bez prvog stupca (vidi sliku)

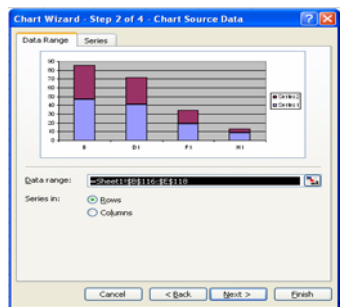
	B	D1	F1	H1
LQ	46,75	41	18,75	9
UQ-LQ	38,5	31	15,75	4,5
UQ	85,25	72	34,5	13,5
MIN	30	23	4	2
MAX	336	199	56	53
MEDIAN	71	56	25,5	12
MED-MIN	41	33	21,5	10
MAX-MED	265	143	30,5	41



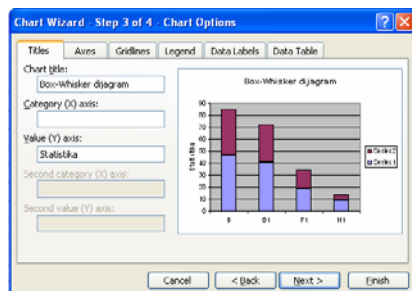
- Klikni ikonu dijagrami  na traci alata, izaberi u *Chart type* stupčani dijagram, a u *Chart sub-type* drugi dijagram u prvom redu prema slici, klikni *Next*.



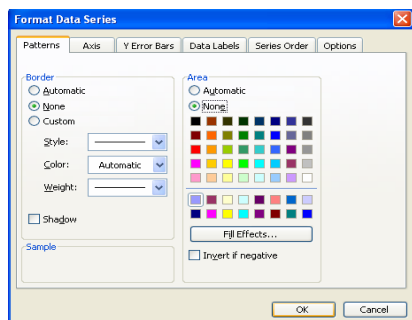
U listu *Data range* uključiti opciju *Row* (ako su podaci o uzorku upisani u retku). Klikni *Next*.



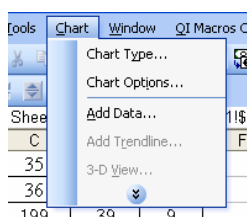
Na listu *Titles* upiši naslov dijagrama, i podatke za os x i y (podaci za os x unose se izborom prvog retka nove tablice). Na listu *Legend* deaktiviraj opciju *Show legend*. Klikni *Finish*.



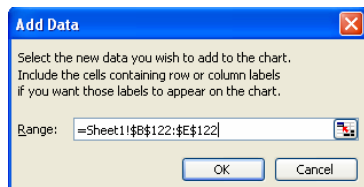
- Izaberi jedan od donjih dijelova stupca (plavi dio stupca), 2x klikni. Otvorit će se prozor *Format Data Series*. U dijelu *Border* i *Area* aktiviraj opciju *None*, klikni *OK*



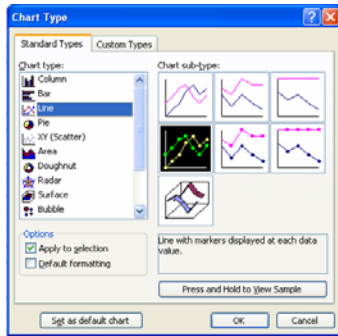
- Klikni mišem u jedan od pravokutnika, u glavnom meniju izaberi *Chat*,



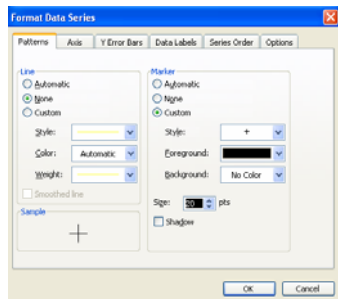
- Za dodavanje podataka o Medijanu izaberi u padajućem prozoru *Add Data*. Otvorit će se dijalog prozor *Add data*, Uđi mišem u polje *Range* i u novoj tablici označi podatke u retku Median. Klikni *OK*.



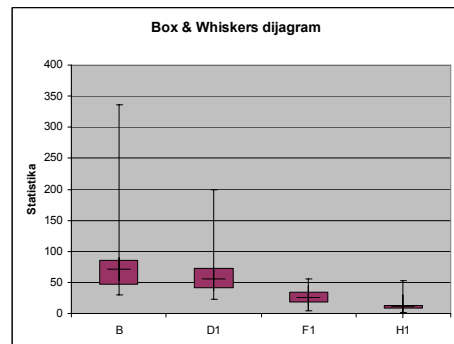
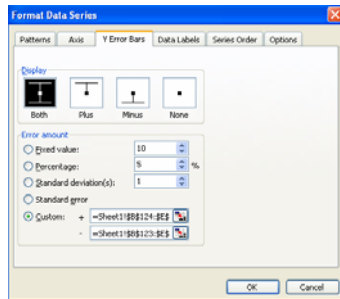
Klikni mišem u jednom od gornjih pravokutnika. U glavnom meniju izaberi *Chat*. Otvorit će se padajući meni u kojem izaberi *Chart Type*. Otvorit će se dijalog prozor *Chart Type* i u dijelu *Chart type* izaberi *Line*, a u dijelu *Chart sub-type* izaberi prvi dijagram u drugom retku. Klikni *Ok*.



- Da bi unio položaj mediana treba 2x kliknuti na liniju koja povezuje vrijednosti medijana ili neku od točaka medijana. Otvorit će se dijalog prozor *Format Data Series*.
- U polju *Line* aktiviraj opciju *None*, a u polju *Marker* u polju *Style* izaberi križ (+), u *Foreground* izaberi željenu boju (crna), a u *Background* izaberi *No color*, i konačno postavi *Size* na najmanje 20 (veličina linije koja definira medijan - trebala bi biti približno jednaka širini pravokutnika).



- Sada treba unijeti maksimalnu i minimalnu vrijednost seta podataka. U otvorenom prozoru *Format Data Series* aktiviraj prozor *Y Error Bars*, u *Display* odabei *Both*. Aktiviraj opciju *Custom* i u polju „+“ unesi podatke iz nove tablice Max-Medijan, a u polju „-“ podatke Medijan – Min. Klikni *OK*.



Box & Whiskers dijagram

**Napomena:** u prozoru *Format Data Series*, koji je bio prethodno otvoren, na listu *Patterns* moguće je definirati debljinu linija koje predstavljaju raspon od Min do Max. Aktiviranjem opcije *Custom*, izabere se oblik linije (*Style*), boja (*Color*) i debljina (*Weight*). U istom dijalog prozoru *Format Data Series* na listu *Option* može se promijeniti širina pravokutnika promjenom vrijednosti *Gap width*.