

KONFERENCA DHE EKSPOZITA E PËRBASHKËT BALLKANIKE  
**TË PËRSHPEJTOJMË**  
*Ndryshimin*  
7-9 NËNTOR 2023 GOLEM, SHQIPËRI

*Drejt Shërbimeve  
të Sigurta, të Besueshme  
dhe të Qëndrueshme*



**SHUKALB**  
SHOQATA UJËSËLLËS KANALIZIME E SHQIPËRIË



**SHUKOS**  
KËRKIMET SHKENCËRORE PËR QËNDRUESHMI TË UJËSËLLËS KANALIZIME E SHQIPËRIË



# DESIGN OF EXPERIMENT (DOE) ANALYSIS FOR ASSESSING PARAMETER INFLUENCE ON DISINFECTION OF EFFLUENT IN SBR AND AST TREATMENT SYSTEMS

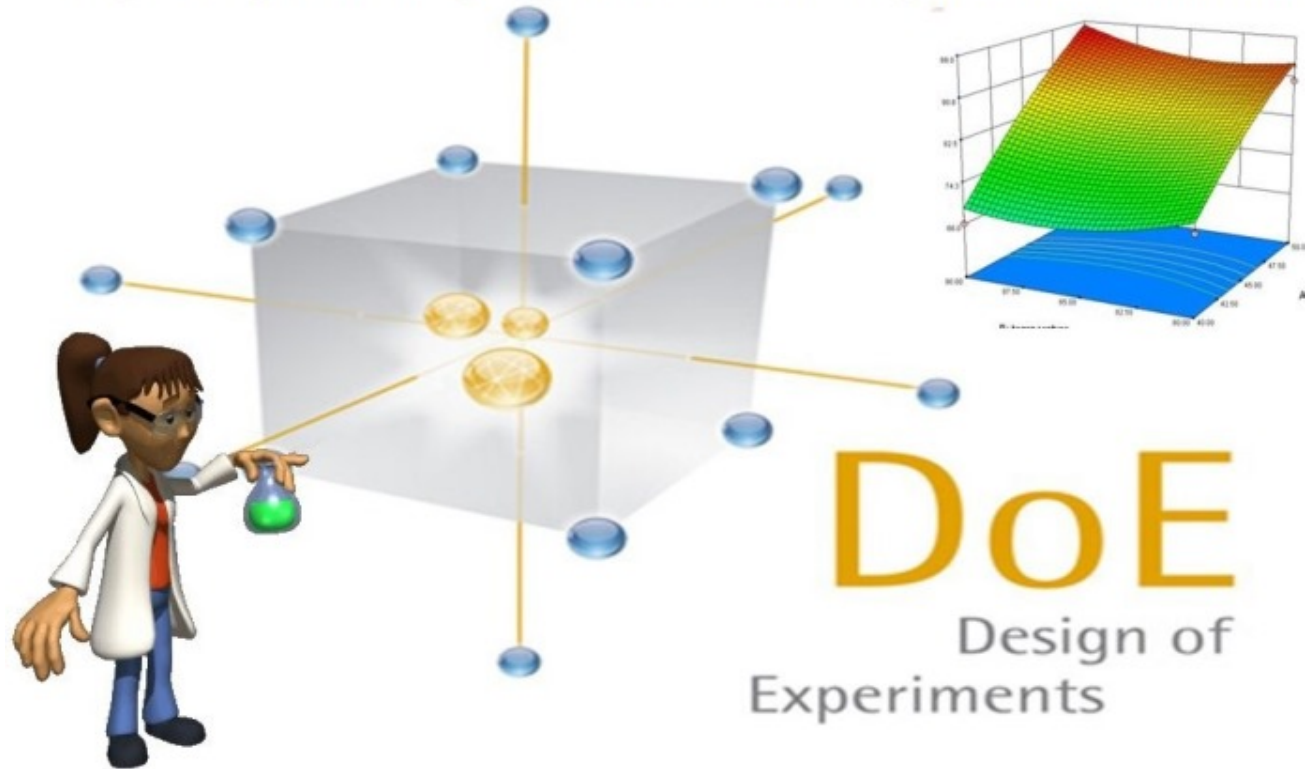
Egzona Bejtullahu  
Young Water Professionals - Kosova

Golem

09 November 2023

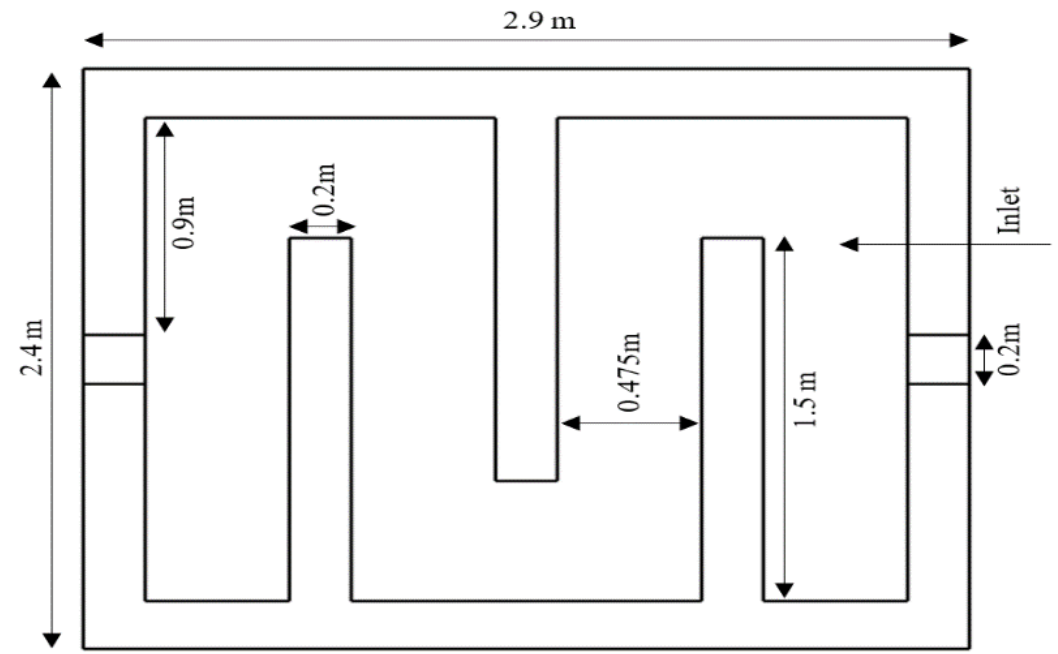
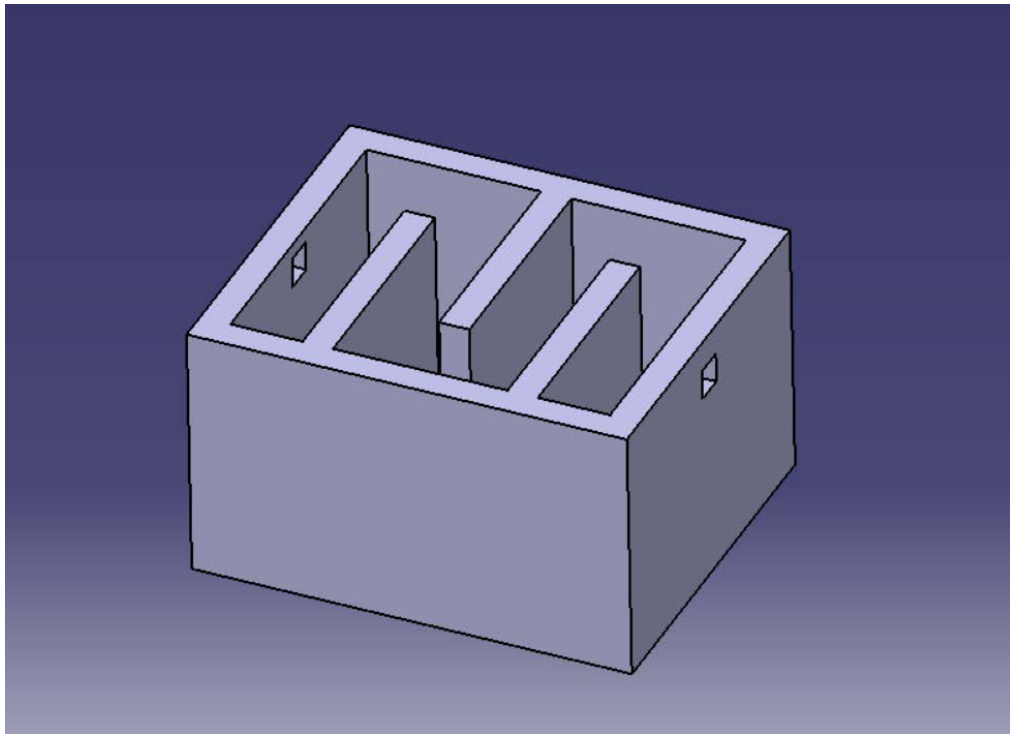
# Dizajni i eksperimenteve

## Design of Experiments (DoE) for Process Development and Validation



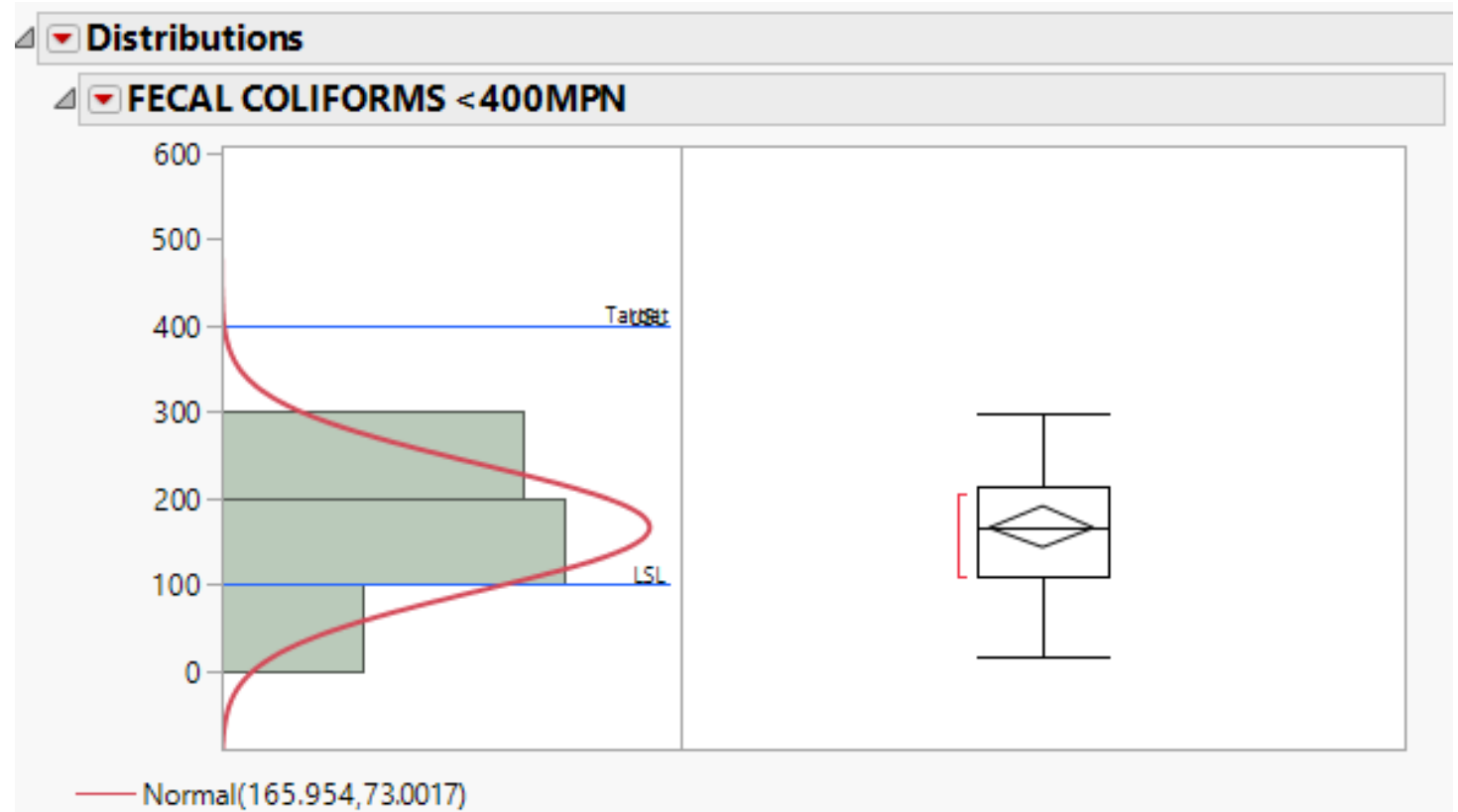
Dizajni i eksperimenteve (DOE) është një metodë sistematike, efikase që u mundëson shkencëtarëve dhe inxhinierëve të studiojnë marrëdhënien midis variablave të shumfishta të hyrjes (faktorëve) dhe variablave kryesore të daljes (përgjigjeve). Qëllimi i përdorimit të DOE në këtë kontekst është të hetojë dhe optimizojë në mënyrë metodike parametrat e procesit të dezinfektimit, duke çuar në përmirësimin e efikasitetit, efektivitetit të kostos dhe një kuptim më të mirë të sjelljes së sistemit në sistemet e trajtimit SBR dhe AST.

# Dizajni i tankës së dezinfektimit

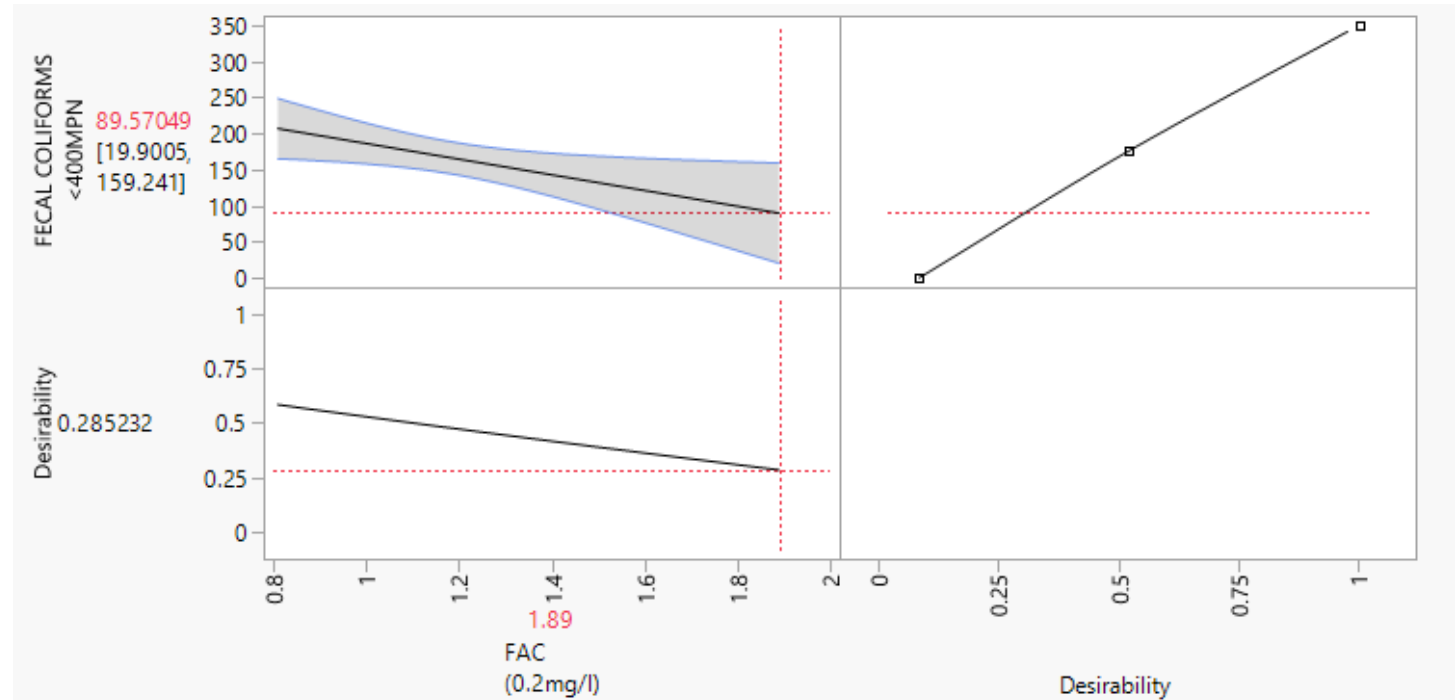


# Analiza Statistikore Dizajnimi i DOE

Ky test është thelbësor për të vazhduar analizën tutje; nëse të dhënat nuk ndjekin një shpërndarje normale, atëherë studimi ynë do të jetë i gabuar.

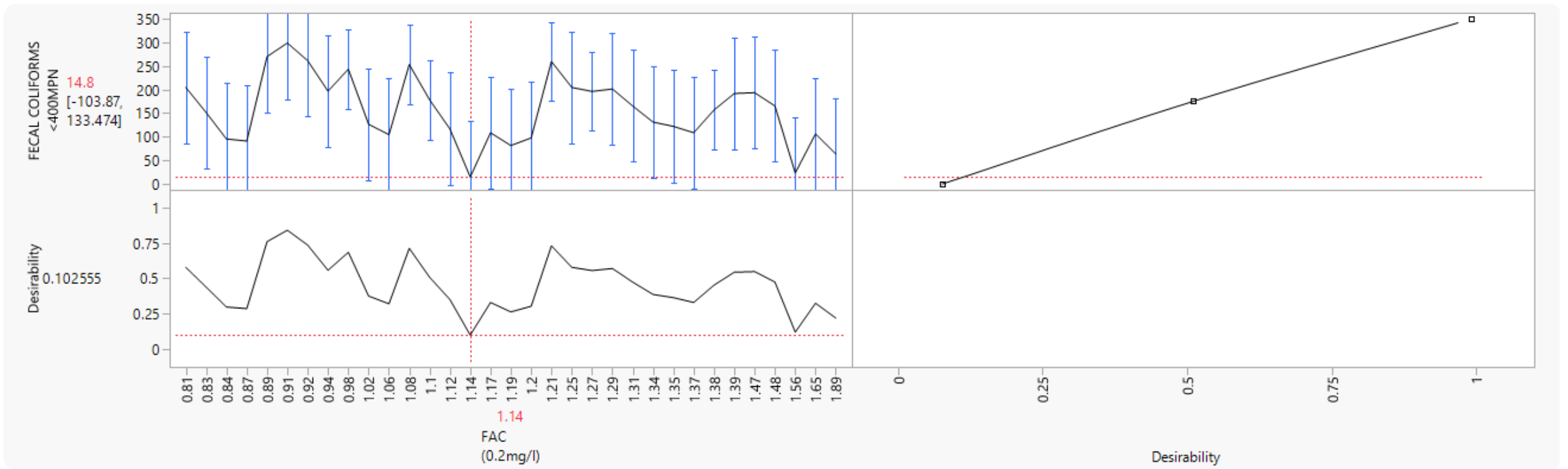


# Dëshirueshmëria për të gjetur optimumin.



Dëshirueshmëria është një funksion objektiv që varion nga zero jashtë kufijve deri në një në qëllim. Optimizimi numerik gjen një pikë që maksimizon funksionin e dëshirueshmërisë.

- Minimumi i vlerës së koliformeve fekale: 89.57 MPN.
- Minimumi i përqendrimit të klorit të lirë: 1.89 mg/L.



Sipas figurës vlera optimale e klorit që duhet përdorur për të rezultuar me një numër minimal koliformësh fekale është: 1.14 mg/L.

Shprehja parashikuese e krijuar është:

$$\text{Koliformet fekale} = 294.977 - 108.68 * \text{FAC}$$

Me këtë formulë mund të gjejmë vlerën më të mirë të klorit për numër ekzakt të koliformeve fekale.

# Hartimi i një eksperimenti me JMP DOE për optimizimin e depozitave të dezinfektimit

Objektivi kryesor është përcaktimi i kushteve të punës së pompës që do të plotësojnë specifikat e procesit nën specifikimet e kufirit të sipërm të vendosur. Ka dy variabla hyrëse dhe dy përgjigje të matura që janë specifikuar fillimisht. Këta faktorë hyrës u zgjodhën për shkak të lehtësisë së kontrollit.

Lloji	Parameteri	Njësia	Specifikat			Vërejtje
			Ulët	Target	Lartë	
Faktorët	Shpejtësia e injektimit pompës	%	30	50	100	Parametrat e ulët dhe të lartë të pompës janë marrë nga manuali i operimit.
	Goditjet e injektimit pompës	%	30	50	100	
Përgjigja	Vlera e klorit të lirë	mg/L	N/A	N/A	0.2 mg/L	Limitet e para përcaktuara.
	Vlerat e koliformeve fekale	MPN	N/A	N/A	400 MPN	

Custom Design

Responses

Add Response Remove Number of Responses...

Response Name	Goal	Lower Limit	Upper Limit	Importance
FAC	Minimize	.	0.2	.
Coliforms	Minimize	.	400	.
<i>optional item</i>				

Factors

Add Factor Remove Add N Factors 1

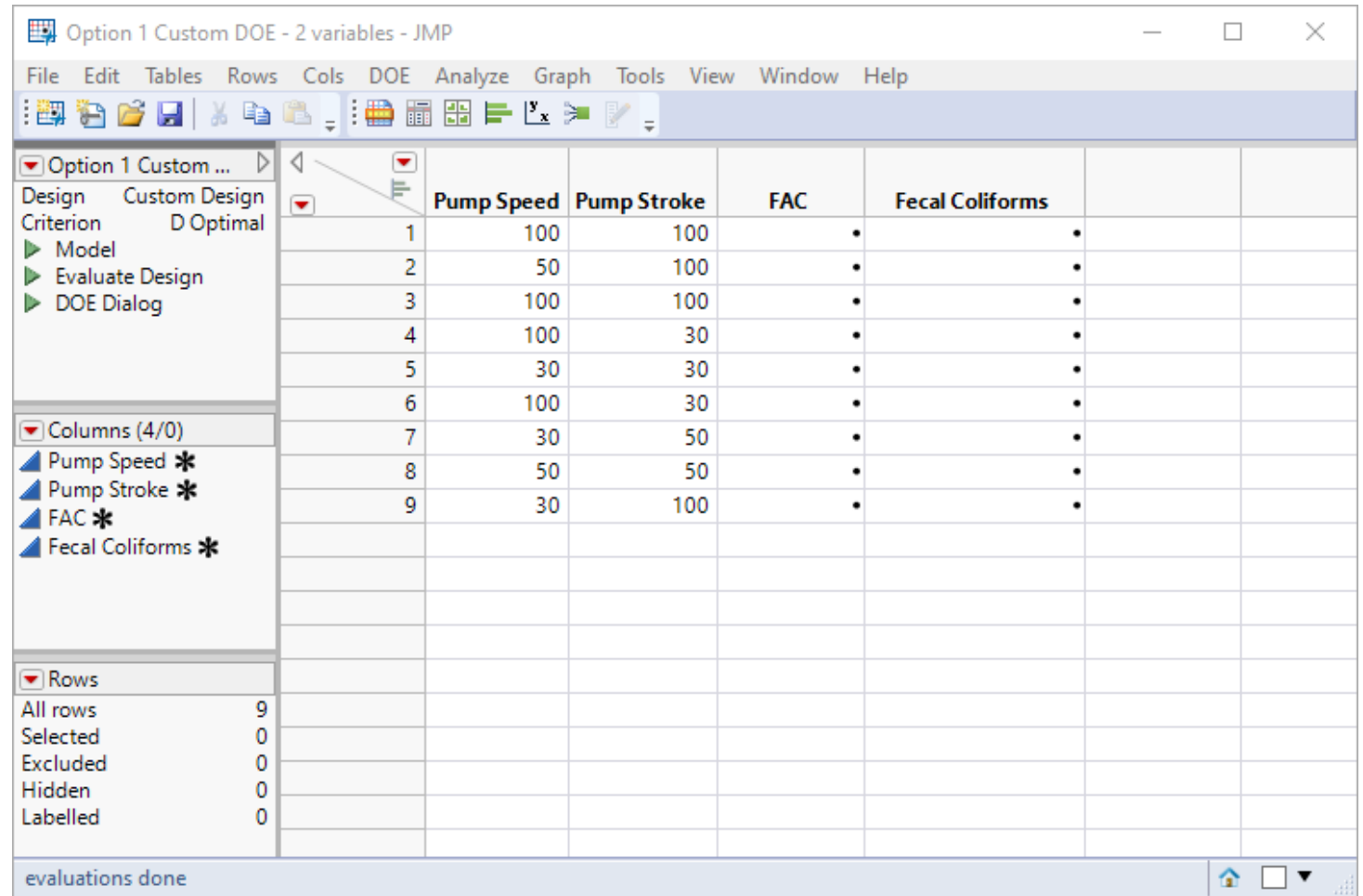
Name	Role	Changes	Values		
Pump Speed	Discrete Numeric	Easy	30	50	100
Pump Stroke	Discrete Numeric	Easy	30	50	100






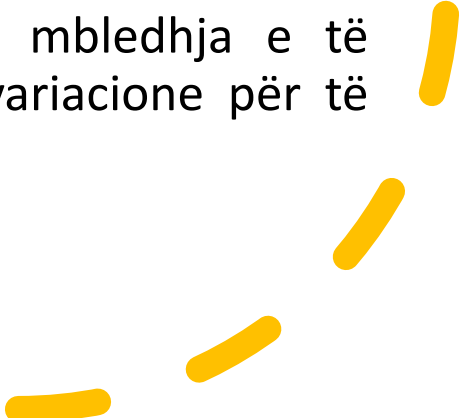
# DOE me 2-Faktorë me ekzekutime të përsëritura

Siç shihet në figurën, rendi i ekzekutimit për trajtimin është i rastësishëm dhe nuk ka asnjë variabël bllok të përfshirë. Randomizimi është i rëndësishëm sepse mesatarizon efektet e variablave të pakontrolluar. Ky dizajn mund të zgjerohet lehtësisht më tej, për shembull, duke shtuar një ose më shumë grupe të përsëritura. Përsëri, kjo do të varet nga sa ndalues është eksperimentimi aktual.



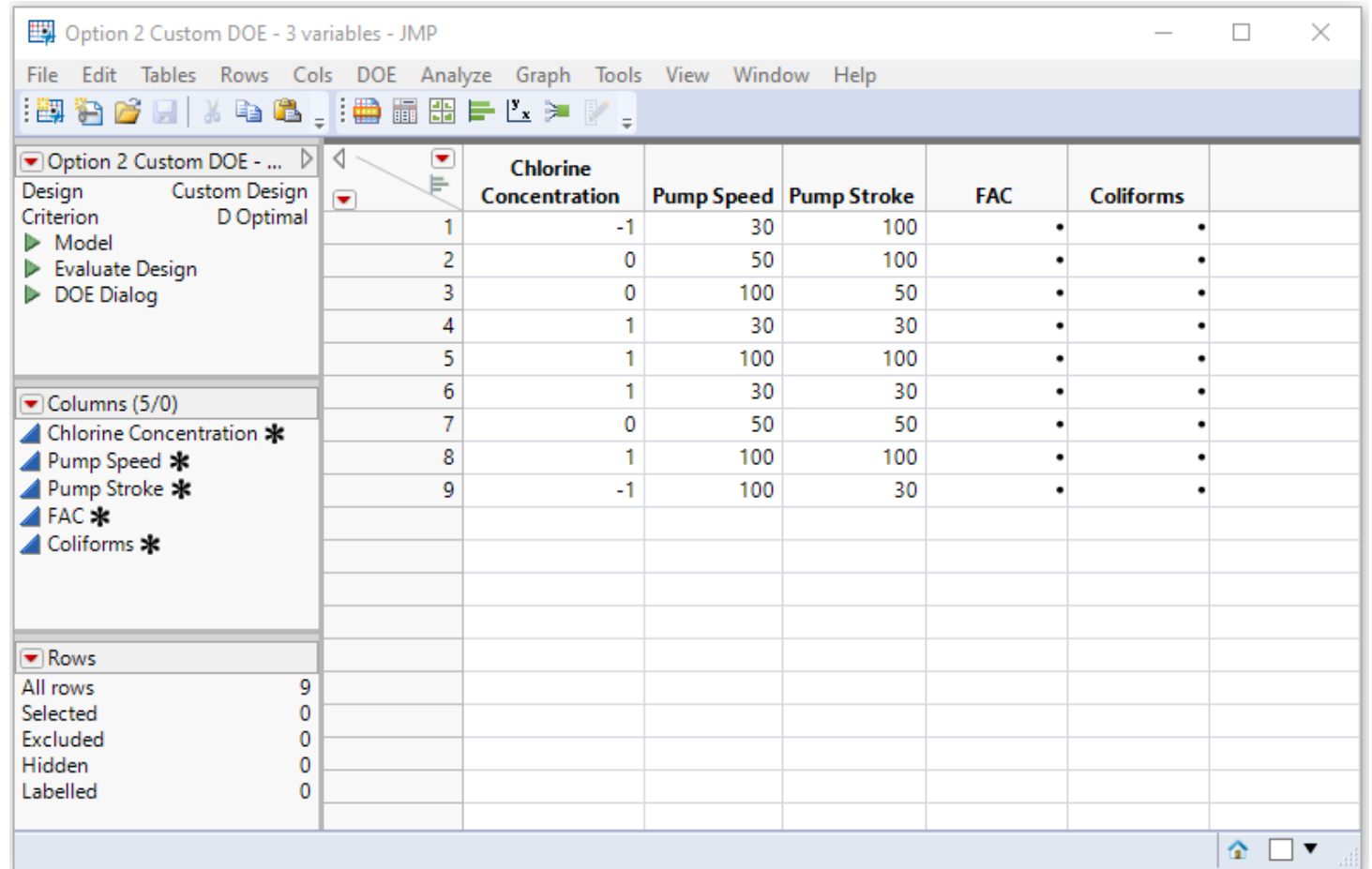
The screenshot displays the JMP software interface for a Custom Design of Experiments (DOE). The design is titled "Option 1 Custom DOE - 2 variables - JMP". The design is a 9-row, 4-column matrix. The columns are labeled "Pump Speed", "Pump Stroke", "FAC", and "Fecal Coliforms". The rows represent individual experimental runs. The status bar at the bottom indicates "evaluations done".

Run	Pump Speed	Pump Stroke	FAC	Fecal Coliforms
1	100	100	.	.
2	50	100	.	.
3	100	100	.	.
4	100	30	.	.
5	30	30	.	.
6	100	30	.	.
7	30	50	.	.
8	50	50	.	.
9	30	100	.	.

- 
- Ky dizajn i eksperimentit do të shërbejë si udhërrëfyes në kryerjen e eksperimentit. Ai do të tregojë se cilat trajtime duhet të ekzekutohen dhe ofron mundesine për të regjistruar vlerat e përgjigjes. Ndjekja e këtij dizajni dhe kryerja e eksperimentit aktual mund t'i përgjigjet disa hipotezave që mund të parashtrihen, duke përfshirë por pa u kufizuar në:
    - A ka të paktën një term që është domethënës?
    - A e përshkruan modeli në mënyrë adekuate marrëdhënien ndërmjet faktorëve dhe përgjigjeve?
    - Cilat cilësime optimale parashikohen? (Duke përdorur profilin e parashikimit).
  - Hapi tjetër është kryerja e eksperimentit, mbledhja e të dhënave dhe kryerja e analizave me shumë variacione për të arritur përfundimisht objektivin kryesor.
- 

# DOE me 3-Faktorë me ekzekutime në pikën qendrore

Me Design Custom, ne mund ta zgjerojmë më tej DOE me një faktor shtesë, por gjithsesi kemi të njëjtin numër ekzekutimesh duke krijuar një ekzekutim të plotë faktorial të pa-përsëritur me pika qendrore. Për shembull, faktori shtesë është përqendrimi i klorit në hyrje. Figura 31 tregon një opsion tjetër projektimi që lejon vlerësimin e efektit të përqendrimit të klorit, shpejtësisë së pompës dhe goditjes së pompës. Meqenëse nivelet e faktorit të ri janë arbitrare, JMP përdor kode për të treguar cilësimet e larta/të ulëta: -1 për të ulët, 0 për mes dhe 1 për të lartë.



Option 2 Custom DOE - 3 variables - JMP

File Edit Tables Rows Cols DOE Analyze Graph Tools View Window Help

		Chlorine Concentration	Pump Speed	Pump Stroke	FAC	Coliforms
1		-1	30	100	•	•
2		0	50	100	•	•
3		0	100	50	•	•
4		1	30	30	•	•
5		1	100	100	•	•
6		1	30	30	•	•
7		0	50	50	•	•
8		1	100	100	•	•
9		-1	100	30	•	•

Option 2 Custom DOE - ...

Design Custom Design

Criterion D Optimal

Model

Evaluate Design

DOE Dialog

Columns (5/0)

Chlorine Concentration \*

Pump Speed \*

Pump Stroke \*

FAC \*

Coliforms \*

Rows

All rows 9

Selected 0

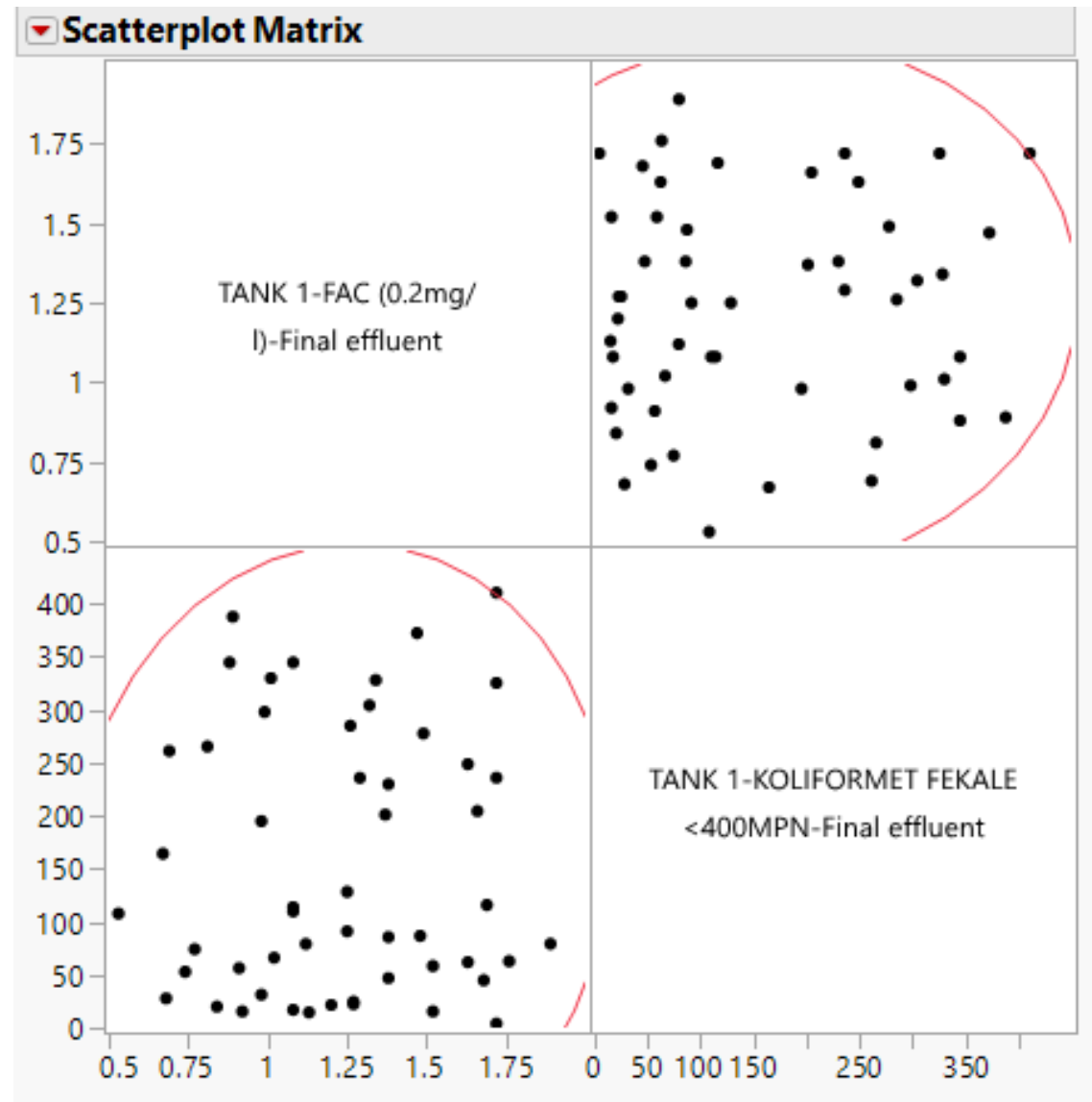
Excluded 0

Hidden 0

Labelled 0

# Matrica e grafikut të shpërndarjes

- Për të njëjtin numër trajtimesh, mund të mblidhen informacione shtesë për të ndihmuar në përgjigjen e problemit të optimizimit. Në mënyrë të ngjashme, eksperimenti mund të kryhet me këtë DOE si udhëzues. Analiza e të dhënave mund të bëhet në mënyrë efikase duke përdorur opsionin Fit Model në JMP.
- Një matricë e grafikut të shpërndarjes është një rrjet (ose matricë) e grafikëve të shpërndarjes që përdoret për të vizualizuar marrëdhëniet bivariale midis kombinimeve të variablave. Çdo grafik shpërndarjeje në matricë vizualizon marrëdhënien midis një çifti variablash, duke lejuar që shumë marrëdhënie të eksplorojnë në një grafik.



# ANOVA

- Analiza e variancës (ANOVA) është një mjet analize i cili është përdorur në statistikë për të ndarë një ndryshueshmëri të përgjithshme të vëzhguar që gjendet brenda një grupi të dhënash në dy pjesë: faktorët sistematik dhe faktorët e rastësishëm. Faktorët sistematikë kanë një ndikim statistikor në grupin e dhënë të të dhënave, ndërsa faktorët e rastësishëm jo. Ne kemi përdorur testin ANOVA për të përcaktuar ndikimin që kanë variablat e pavarur në variablën e varur në një studim regresioni.
- Për shpejtësinë e pompës:  $p > 5\%$
- Për goditjen e pompës:  $p < 5\%$ .
- Sa më e ulët të jetë vlera p për një raport të caktuar, aq më lehtë mund të hedhim poshtë hipotezën zero se një burim ose model ose parametër i caktuar nuk është i rëndësishëm.

## Summary of Fit

RSquare	0.385952
RSquare Adj	0.360889
Root Mean Square Error	98.9124
Mean of Response	153.7
Observations (or Sum Wgts)	52

## Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	2	301320.19	150660	15.3992
Error	49	479399.47	9784	Prob > F
C. Total	51	780719.66		<.0001*

## Parameter Estimates

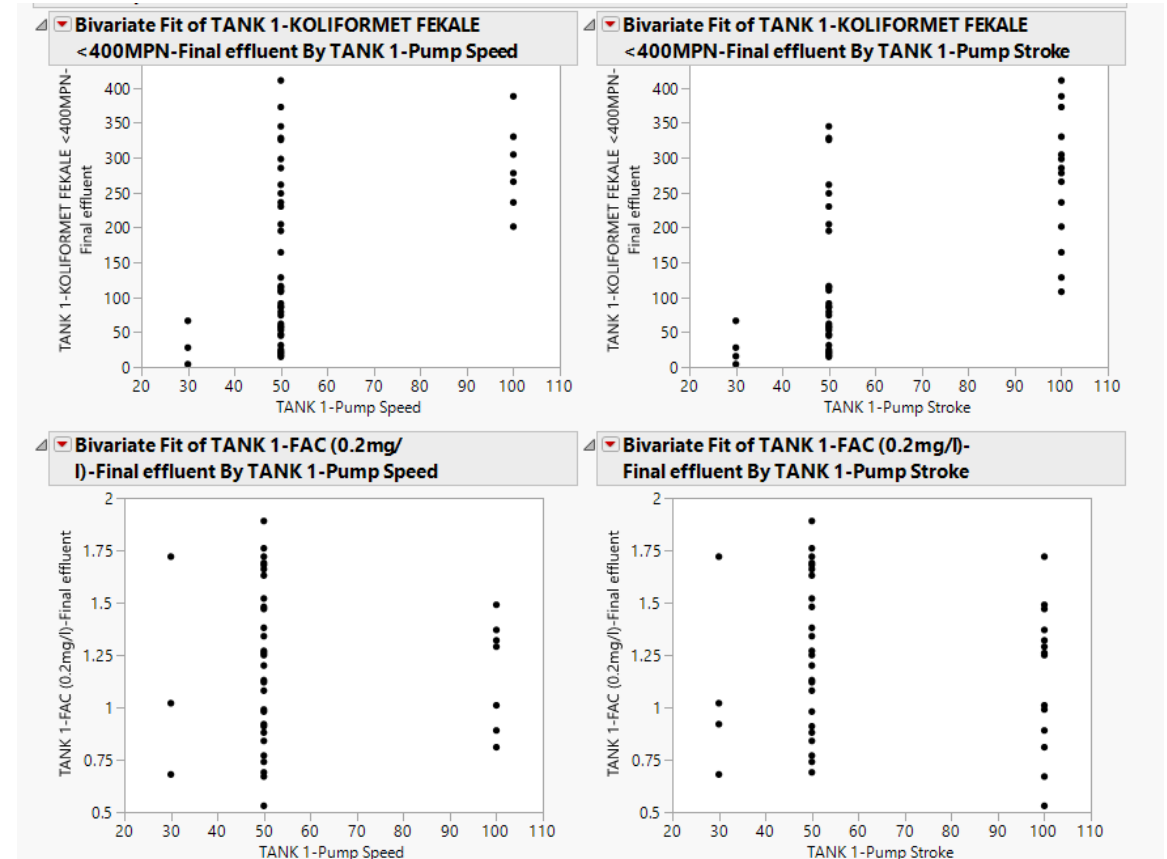
Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob>  t
Intercept	-60.0047	45.50659	-1.32	0.1934
TANK 1-Pump Speed	0.7114213	1.002565	0.71	0.4813
TANK 1-Pump Stroke	2.7696138	0.750713	3.69	0.0006*

## Effect Tests

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
TANK 1-Pump Speed	1	1	4926.40	0.5035	0.4813
TANK 1-Pump Stroke	1	1	133165.71	13.6110	0.0006*

# Parametrat më të mirë

Analiza bivariate është një nga format më të thjeshta të analizës sasiore (statistikore). Ajo përfshin analizën e dy variablave, me qëllim të përcaktimit të marrëdhënies empirike ndërmjet tyre. Nga figura duket qartë se vlera e saktë e shpejtësisë së pompës është 50, sepse me këtë shpejtësi janë marrë rezultate të mira, përveçse është e nevojshme të vendoset një vlerë e goditjes së pompës që në fund të ketë vlerën e dëshiruar (FAC <0.2).

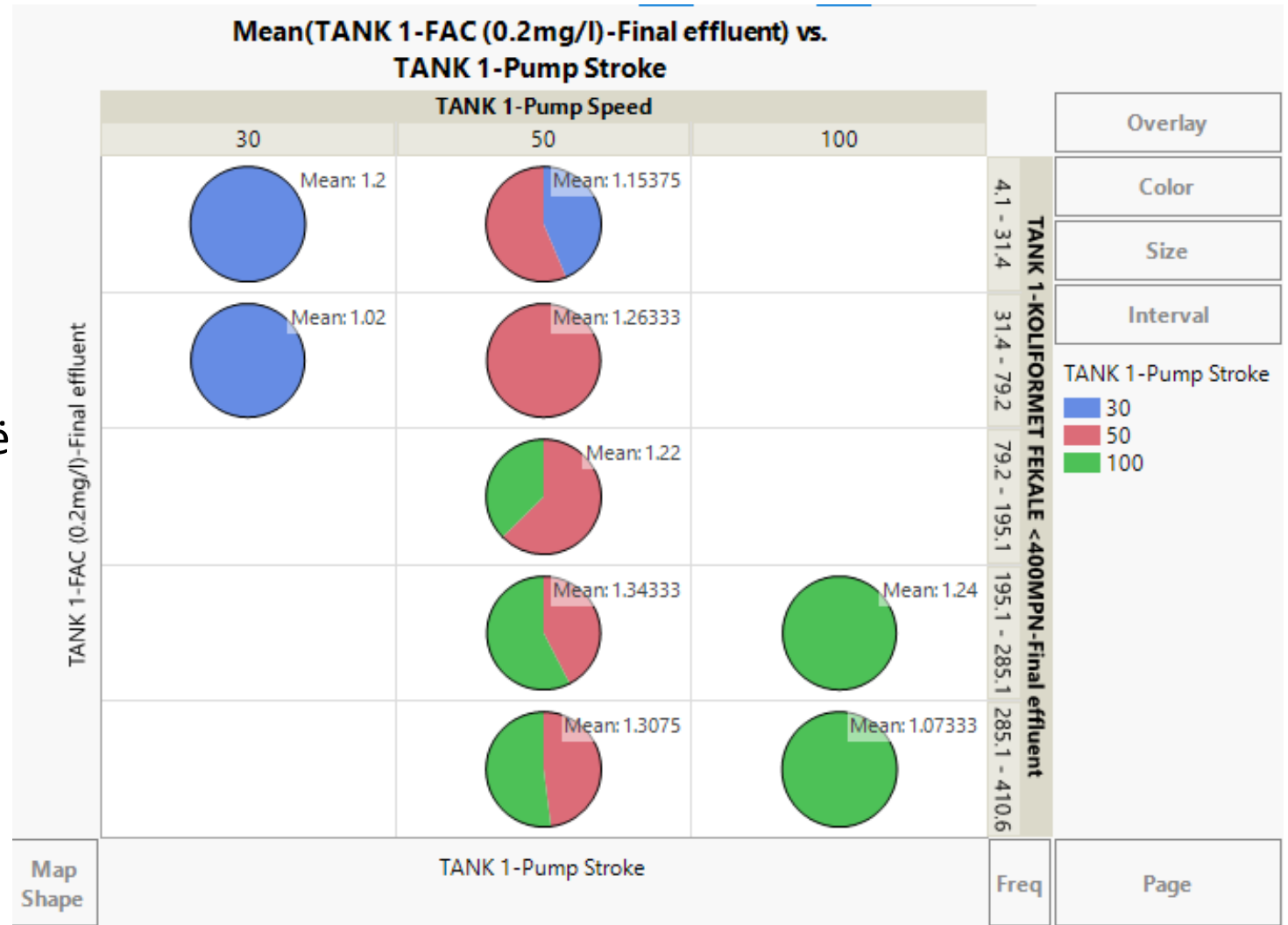


- Shprehja parashikuese e krijuar është

*Koliformet fekale*

$$= -60.005 + 2.770$$

$$* T\ 1\ P.Str. + 0.711 * T\ 1\ P.Sp.$$



Nga ekuacioni larte shohim se goditjet e pompës ndikojnë më shumë në vlerën finale të koliformeve fekale dhe përqendrimit të klorit të lirë.

Nëse marrim parasysh të tërë parametrat fizik dhe kimik shprehja parashikuese e krijuar nga programi ndryshon në:

- *Koliformet fekale*:  $= 155.271 - 39.861 * \frac{Sasia\ e\ shiut\ mm - 41.529}{41.529} - 7.0151 * \frac{pH - 7.255}{0.565} + 79.752 *$

$$\frac{Temp - 15.2}{9.42} + 4.419 * \frac{DO - 6.865}{2.295} - 4.210 * \frac{COD - 38.6}{24.2} - 23.126 * \frac{BOD5 - 3.675}{3.105} + 205.396 * \frac{TSS - 27.5}{21.5} - 24.68169 *$$

$$\frac{TN - 30.75}{14.85} - 65.905 * \frac{TP - 1.82}{1.05} - 39.682 * \frac{(Turbiditeti - 15.53)}{14.27}$$

- Nga shprehja shohim se parametri i cili me së shumti e ndikon procesin e dezinfektimit krahas goditjeve të pompës është materiet totale të suspenduara.



# PËRFUNDIMET

- DOE u përgatit për reaktorin si një qasje efektive, praktike dhe metodologjike në gjetjen e zgjidhjeve për problemin e paraqitur. Përdorimi i analizës statistikore në adresimin e një problemi mundëson fuqishëm vendim marrjen e drejtuar nga të dhënat.
- Nga shprehja e fituara në DOE për të parë ndikimin e faktorëve në procesin e dezinfektimit shohim se TSS ndikon më së shumti prej të gjithë faktorëve. Vërejmë se materiet e ngurta të suspenduara të efluentit nga trajtimi i ujërave të zeza sigurojnë mbrojtje ndaj baktereve dhe viruseve të lidhura me to, duke rezultuar në një fenomen bishti gjatë dezinfektimit me klor. Në këtë fenomen, një numër i mikroorganizmave i mbijetojnë periudhës së dezinfektimit dhe përqendrimi i mikroorganizmave të mbijetuar stabilizohet me kohën e zgjatur të dezinfektimit. Efektet e materieve të suspenduara në dezinfektimin me klor ndikojnë me numër dhe madhësi të grimcave të suspenduara. Kjo ndodhë pasi që kurbat kinetike të dezinfektimit të klorit janë të lidhura ngushtë për madhësinë dhe përqendrimin e grimcave të suspenduara. Edhe pse përqendrimi i materieve të ngurta mund të rregullohet gjatë procesit të trajtimit, madhësia nuk mund të kontrollohet. Prandaj, efektet e përqendrimit të SS në bisht gjatë dezinfektimit me klor kanë rëndësi praktike
- Si përfundim, aplikimi i analizës së Projektimit të Eksperimentit (DOE) ka ofruar një qasje të strukturuar dhe sistematike për të hetuar dhe kuptuar parametrat që ndikojnë në procesin e dezinfektimit në sistemet e trajtimit SBR dhe AST. Njohuritë e gjeneruara nga ky hulumtim kontribuojnë në një qasje më të informuar dhe efikase për trajtimin e ujërave të zeza, duke i hapur rrugën praktikave të përgjegjshme ndaj mjedisit dhe të qëndrueshme në këtë fushë.

# Rekomandime

- Optimizoni Sistemet e Trajtimit
- Modelet parashikuese
- Potenciali i optimizimit

