



**REPUBLIKA E SHQIPËRISË**  
**KOORPORATA ELEKTROENERGJITIKO SHQIPTARE**

# **RAPORTI HIDROTEKNIK**

**“HARTIM PROJEKT PER REABILITIMIN E TUNELIT TE  
SHKARKIMIT PRANE DIGES SE ZADEJES”**

**FAZA: PROJEKT ZBATIMI**



**SHKURT 2022**

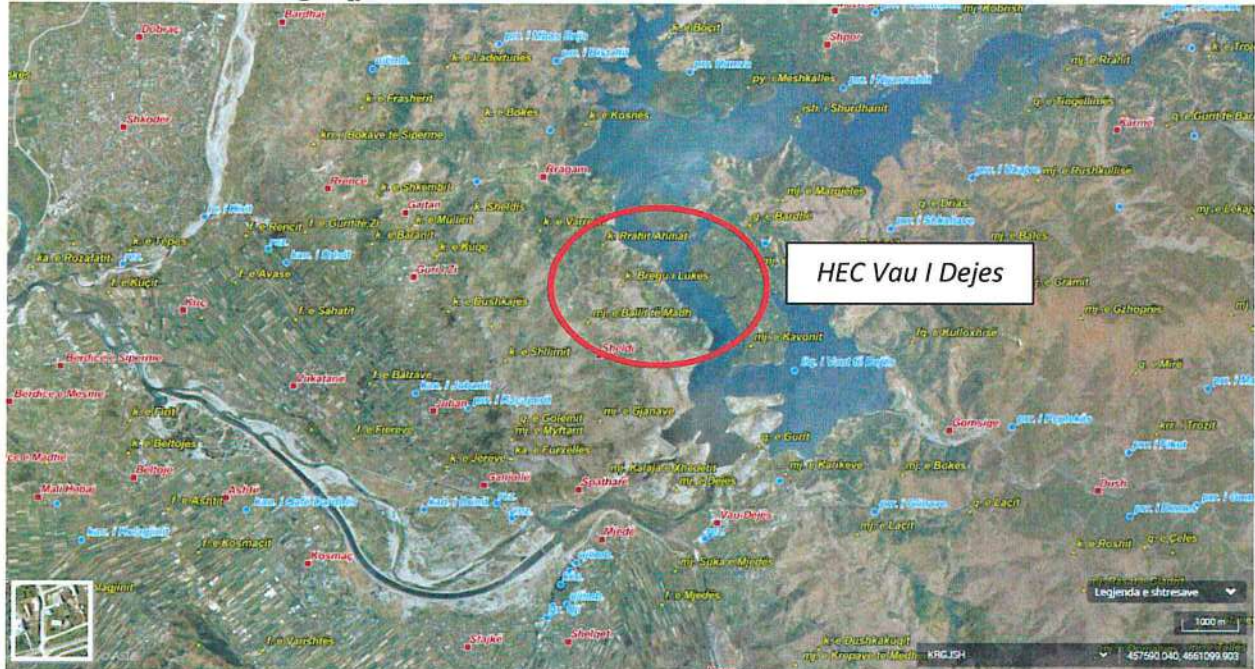
## PËRMBAJTJA

1. PËRSHKRIM I PERGJITHSHEM (SIPAS INFORMACIONIT DHENE NE DETYREN E PROJEKTIMIT).....	3
2. TE DHENAT TEKNIKE TE VEPRAVE HEC VAU I DEJES .....	5
2.1. Ujembledhesi I Vaut te Dejes.....	5
2.2. Berthama e Argjiles dhe perdja e kundrafiltrimit ne digen e Zadejes:.....	6
2.3. Sistemi i shkarkimit ne digen e Zadejes .....	6
2.4. Trupi I Diges se Zadejes.....	6
2.5. Sistemi I Devijimit/ Zbrazjes tek Diga e Qyrsaqit .....	7
3. INFORMACION MBI VEPRAT E SHKARKIMIT BREGORE (JASHTE TRUPIT TE DIGES)	7
3.1. Vlersimi Hidraulik I Kaperderdhesit.....	9
3.1.1. PORTE PJESERISHT E HAPUR.....	14
3.1.2. PORTE PLOTESISHT E HAPUR .....	16
4. MODELIMI MATEMATIKOR PER SIMULIMIN HIDRAULIK .....	17
4.1. Modelet Fizike.....	17
4.2. Modelimet Numerike .....	18
5. PROGRAM SIMULIMI NUMERIK (CFD) FLOW-3D.....	20
5.1. CILËSIMET E MODELIT (GENERAL) .....	20
5.2. FIZIKA E MODELIT (PHYSICS) .....	21
5.3. RRJETI (MESH) DHE GJEOMETRIA E MODELIT .....	22
5.3.1. Sistemet e Rrjetave (Grid Systems) .....	24
5.3.2. Ndërtimi I Rrjetave (Mesh).....	26
5.4. KUSHTET KUFITARE, DHE KUSHTET FILLESTARE (BOUNDARY AND INITIAL CONDITION) .....	29
5.5. KRIJIMI I PIKAVE TE MATJEVE NE VEPER GJATE SIMULIMIT .....	31
5.6. OUTPUT .....	32
5.7. KOHEZGJATJA E SIMULIMIT.....	33
5.8. REZULTATET E SIMULIMIT NUMERIK .....	33
SIMULIMI NR.1 .....	33
SIMULIMI NR.2 .....	42
SIMULIMI NR.3 .....	50
5.9. VLERSIMI I KAVITACIONIT NE DIGEN ZADEJA .....	59
5.9.1. KAVITACIONI .....	59
5.9.2. VLERSIMI I KAVITACIONIT.....	61
6. KONKLUZIONE RELACIONI HIDRAULIK .....	61
7. LITERATURA.....	63

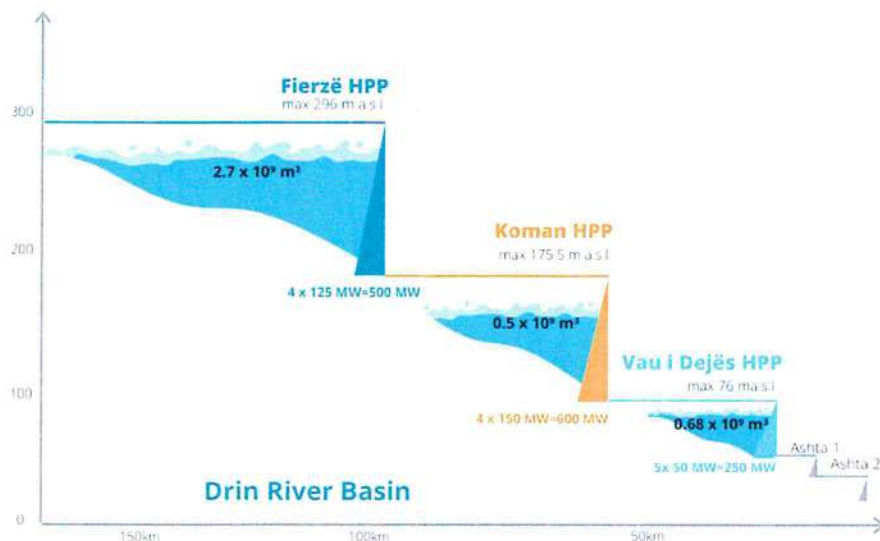
# MBI LLOGARITJET HIDRAULIKE (NDERTIM MODEL MATEMATIKOR) I TE GJITHE ELEMENTEVE TE TUNELIT TE SHKARKIMIT HEC VAU I DEJES

## 1. PËRSHKRIM I PERGJITHSHEM (SIPAS INFORMACIONIT DHENE NE DETYREN E PROJEKTIMIT)

Vau i Dejës është hidrocentrali i parë që u ndërtua mbi lumin Drin dhe ndodhet në pjesën veriperëndimore të Shqipërisë, në rrjedhën e poshtme të lumit Drin, në Grykën e Vaut të Dejës, rreth 18 km nga qyteti i Shkodrës.



Duke qënë se Vau i Dejës është hidrocentrali më i poshtëm me digë dhe liqen në kaskadën e Drinit, rëndësia e tij përveç prodhimit të energjisë elektrike, lidhet edhe me ndikimin që ka liqeni i Vaut të Dejës në ultësirën e nën Shkodrës. Shkarkimet e ujit nga ky liqen kanë ndikim kryesor në përmbytjet që ndodhin në ultësirat e Lezhës dhe Shkodrës.



Punimet për ndërtimin e tij nisën në vitin 1967. Ky impiant është vënë në punë në dy faza: Ag. 1, 2 dhe 3 në vitin 1970, ndërsa Ag. 4 & 5 në vitin 1975. HEC Vau i Dejës është i tipit me digë dhe liqen. Për krijimin e liqenit të Vaut të Dejës janë ndërtuar 3 diga të veçanta:

1- **Diga e Qyrsaqit**, me lartësi 46.4m dhe gjatësi 440m, është e tipit; pjesërisht gravitacionale prej betoni dhe pjesërisht me mbushje me material vendi të formacionit gëlqeror. Në pjesën prej betoni të Digës janë vendosur 4 shkarkuesit sipërfaqësorë me portat radiale, si dhe Vepra e Marrjes me dy porta me segmente nga të cilat dalin 5 tubacionet e prurjes së ujit në agregatet e centralit. Kapaciteti maksimal i shkarkuesve është 3500 m<sup>3</sup>/s ndërsa kapaciteti i përpunimit të ujit në agregatë është 4 X 113 m<sup>3</sup>/s. 2- Diga e Zadejës, me lartësi 59.5m dhe gjatësi 390m, është e tipit me mbushje me material vendi të formacionit gëlqeror. Në këtë digë ndodhet edhe një shkarkues me tunel dhe portë me segmente që ka një kapacitet prej 3000 m<sup>3</sup>/s.

3-**Diga e Rragamit** ka një lartësi 34m dhe gjatësi 320 m. Kjo digë është e tipit me mbushje me material vendi të formacionit gëlqeror dhe flish. Në këtë dige nuk ndodhen vepra hidrike, ajo shërben vetëm si barrierë për mbajtjen e ujit.

Niveli maksimal i lejuar i ujit në liqen është 76m m.n.d. ndërsa niveli minimal i operimit është 63 m m.n.d. Vëllimi aktiv i liqenit është 263 milionë m<sup>3</sup> ujë. HEC-Vau i Dejës si pjesë e kaskadës së Drinit është parashikuar si vepër e klasit të parë përta i përket nivelit të rrezikut. Prurja maksimale, me siguri, 1 herë në 10000 vjet është llogaritur 10000 m<sup>3</sup>/sek. Aftësia shkarkuese e përgjithshme e Hec Vau Dejës në kuotën 76 m është rreth 7500 m<sup>3</sup>/sek

### *Veprat kryesore te HEC Vau I Dejës*

Ndertimi gjeologjik i zones ku eshte vendosur diga e Zadejes e HEC Vau I Dejes karakterizohet nga prania e formacioneve shkembore karbonatike te ndertuara me gelqeror te triasikut dhe jurasikut. Sipas zonimit sizmik te hartuar nga Instituti I Sizmikes, zona



konsiderohet te jete me intensitet 8 balle te shkalles Merkali.

Bazamenti kryesor I diges eshte I ndertuar mbi konglomerat dhe zhavorre te shtratit te lumit. Ndersa tuneli I shkarkimit dhe strukturat e tijë vendosen ne formacionet karbonatike te gelqeroreve.

Pjesa kryesore perbere e diges eshte sistemi I shkarkimit me dy porta radiale dhe nje tunel I vendosur ne anen e majte te diges. Diga perbehet nga dy skarpata te veshura me gur kalldrem dhe perdja e thelle e cimentimit.

Kapaciteti I tunelit te shkarkimit 3000 m<sup>3</sup>/sek, permasat e tunelit (8.5x14.7m). Gjatesia dhe gjeresia e rrymeshpejtuesit eshte 321.96ml dhe 11ml.

## 2. TE DHENAT TEKNIKE TE VEPRAVE HEC VAU I DEJES

Me poshte te dhena te pergjithshme, sipas informacionit vendosur ne dispozicion nga KESH:

### 2.1. Ujembledhesi I Vaut te Dejes

- Pellgu Ujembledhes I HEC Vau I Dejes	S=13650 km <sup>2</sup>
- Vellimi I pergjithshem I ujembledhesit (I projektuar)	V=580 milion m <sup>3</sup>
- Vellimi I pergjithshem I ujembledhesit ne kuote +76 (matur ne 2015)	V=62.3 mil m <sup>3</sup>
- Siperfaqja e projektuar e ujembledhesit Vau I Dejes	S= 25km <sup>2</sup>
- Siperfaqja e ujembledhesit ne kuote +76m mnd e matur ne 2015	S= 21.4km <sup>2</sup>
- Niveli maksimal I ujit I lejuar gjate operimit te kaskades	76 m.n.d
- Niveli maksimal I ujit I lejuar per prurjen 1 here ne 1000 vjet	76.2m m.n.d
- Niveli maksimal I ujit I lejuar per prurjen 1 here ne 10000 vjet	76.2m m.n.d
- Niveli minimal I ujit ne ujembledhes gjate operimit	63m m.n.d
- Niveli minimal I ujit i regjistruar (shkurt 1999)	67.9m m.n.d
- Niveli maksimal I ujit i regjistruar (shtator 2005)	75.33m m.n.d
- Prurja mesatare vjetore e projektuar	Q=220 m <sup>3</sup> /sek
- Prurja mesatare vjetore per vitin 1971 deri me sot	Q=257 m <sup>3</sup> /sek
- Prurja mesatare ne 20 vitet e fundit	Q=276 m <sup>3</sup> /sek
- Prurja mesatare ne 10 vitet e fundit	Q=294 m <sup>3</sup> /sek

- Prurja maksimale totale e projektuar per prurjen e ardhur nga shkarkimi HEC Koman dhe prurjet maksimale te pellgut ujembledhes per pellgun Koman-Vau I Dejes me perseritje 1 here ne 10000 vjet periudhen tetor-mars **Q=6300 m<sup>3</sup>/sek**

- Prurja maksimale totale e projektuar per prurjen e ardhur nga shkarkimi HEC Koman (4320 m<sup>3</sup>/sek) dhe prurjet maksimale te pellgut ujembledhes per pellgun Koman-Vau I Dejes me perseritje 1 here ne 1000 vjet periudhen tetor-mars (600m<sup>3</sup>/sek) **Q=4920m<sup>3</sup>/sek**

## **2.2. Berthama e Argjiles dhe perdja e kundrafiltrimit ne digen e Zadejes:**

- Lloji I elementit te papershkueshem  
*Berthamë argjile ne trupin e diges dhe perde kundrafiltrimi ne shpate dhe ne bazament*
- Niveli maksimal I berthames se Argjiles = 76 m.n.d
- Gjeresia e Berthames se Argjiles ne bazament = 28m
- Thellesia e perdes se çimentimit ne shtratin e lumit = 82m
- Thellesia e perdes se çimentimit ne shpatet = 42m

## **2.3. Sistemi i shkarkimit ne digen e Zadejes**

- Tipi I sistemit te shkarkimit  
*Nje tunel me 2 porta pune radiale dhe 2 porta remonti vertikale*
- Numri i shkarkuesve : 1
- Permasat e portes se punes : 8.5x14.7m
- Gjatesia e tunelit te shkarkuesit: 321.96 ml
- Gjeresia e tunelit te shkarkuesit: 11ml
- Lartesia e tunelit te shkarkuesit: 11ml
- Kuota e pragut te marrjes se ujit: 61.3 m.n.d

## **2.4. Trupi I Diges se Zadejes**

- Klasifikimi i rendesise se diges

*Klasi I*

- Tipi i digës

*Dige me berthame argjile dhe mbushje me gur*

- Lartesia e Diges = 59.5m
- Vellimi total I trupit te diges = 3.1 milion m<sup>3</sup>
- Gjeresia e trupit te diges ne bazament = 229m
- Niveli i kurores se Diges = 79 m.n.d

- Gjeresia e kurores se diges = 9m
- Gjatesia e kurores se diges = 386.5m
- Pjerrësia e skarpates se siperme te diges: 1:2.50
- Pjerrësia e skarpates se poshtme te diges: 1:2.25

### **2.5. Sistemi I Devijimit/ Zbrazjes tek Diga e Qyrsaqit**

- Tipi I sistemit te zbrazjes te ujit:

*Sistem me tunel dhe porte pune remonti vertikale te sheshte*

- Numri I tuneleve te zbrazjes = 2
- Gjatesia e tunelit te devijim/zbrazjes nr.1 Dhe nr.2 =77.5m
- Gjeresia e tunelit te devijim/zbrazjes nr.1 dhe nr.2 =4m
- Lartësia e tunelit te devijim/zbrazjes nr.1 dhe nr.2 =6.5m
- Kuota e hyrjes se ujit te tuneli Nr.1 dhe Nr.2: = 30m m.n.d

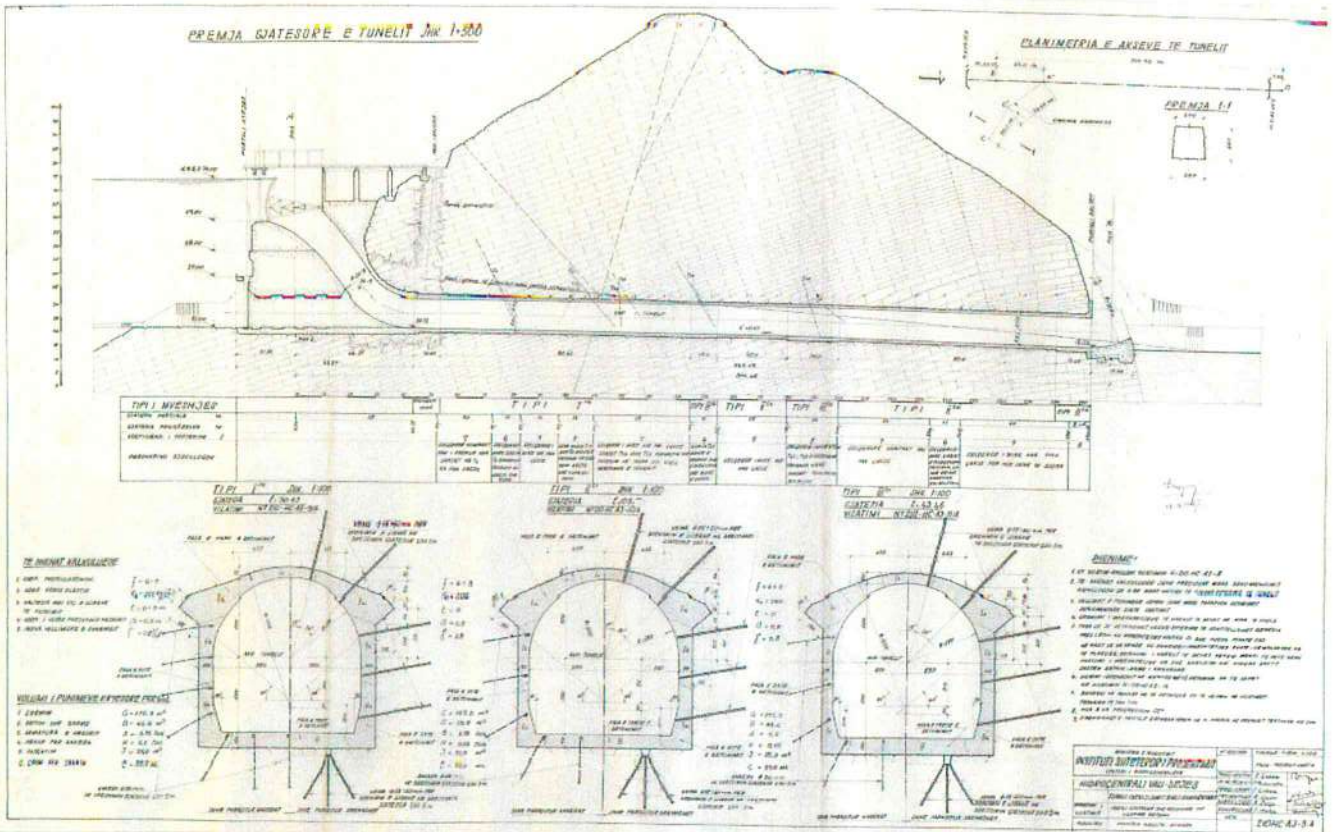
### **3. INFORMACION MBI VEPRAT E SHKARKIMIT BREGORE (JASHTË TRUPIT TE DIGES)**

Veprat e shkarkimit bregore ndertohen kryesisht ne digat me material rrethanore, por mund te ndertohen edhe ne tipe te tjera digash, si ne digat hark, ato me shume harqe dhe ne digat me kundraforca.

Shkarkuesit mund te ndertohen si automatike ashtu edhe te manovrueshem, me rrymen e ujit qe shkarkohet me siperfaqe te lire ose me presion me tunele ose me tubacione.

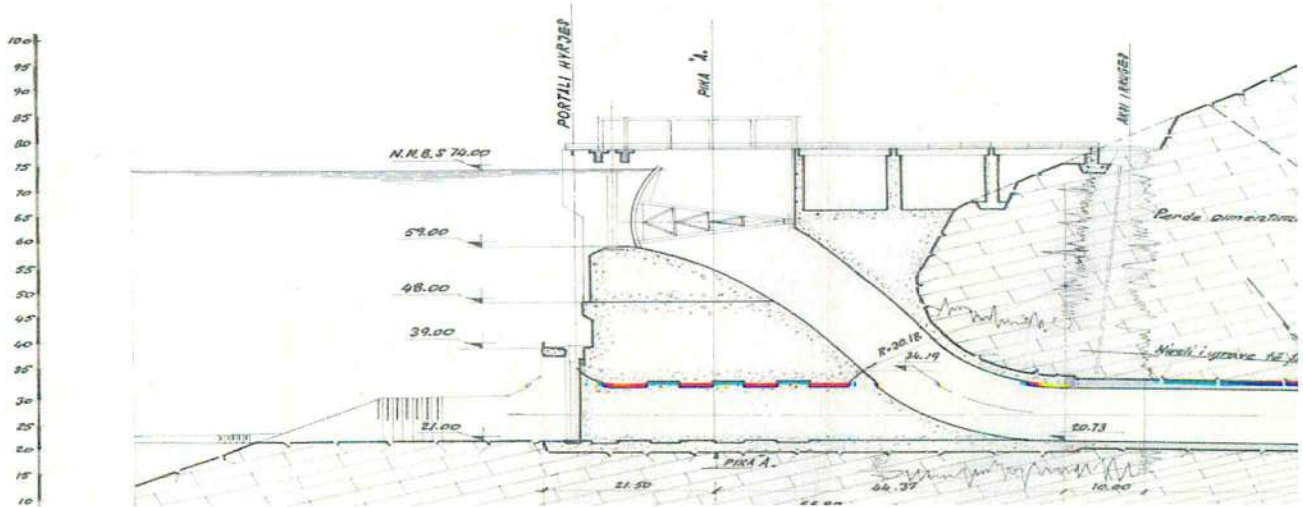
Shkarkuesi I diges se Zadejes, sipas imazhit te meposhtem:

Nga detajet e projektit, kemi te bejme ne kete rast me nje shkarkues me tunel, ku tuneli I devijimit te lumit eshte perdorur si pjese perberese e vepres se shkarkimit. Per arsye te lartesisë jo shume te madhe, ne hyrje te shkarkuesit u ndertua nje dige betoni me rendesi me dy hapësira shkarkimi. Ne pjesen e poshtme te diges u ndertuan vrimat



Profil gjatesor I tunelit te shkarkimit (sipas projektit original)

fundore per kalimin e ujit gjate ndertimit te vepres, te cilat u taposen kur vepra mbaroi. Hapesirat e shkarkimit komandohen permes dy portave segmente te montuara mbi



kreshten e kaperderdhesit me profil praktik. Perdorimi I portave lejon ne kete menyre ruajtjen e nje kuote uji te percaktuar ne projektin origjinal N.N.B.S=74m mnd (nivel normal ne bjeftin e siperm), sipas vizatimit:



### 3.1. Vlersimi Hidraulik I Kaperderdhesit

Sipas projektit diga kaperderdhese e ndertuar ku jane montuar dy portat segmente eshte e tipit me profil praktik. Lartesia e pragut te kaperderdhesit:

$$P=59-21=38m$$

Llogaritja e prurjes permes portes segmente eshte nje problem i rendesishem. Trajtimi i meposhtem eshte realizuar sipas: **Design of Small Dams for computation of discharge over ogee spillways equipped with radial gates for the partial opening case**

Formula e prurjes se shkarkuar ne nje kaperderdhes me profil praktik te pajisur me porte segmente pjeserisht te hapura llogaritet:

$$Q = \frac{2}{3} \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot C \cdot L_e \cdot (H_1^{1.5} - H_2^{1.5}) \quad (1)$$

Ku:

$$g = 9.8 \text{ m/s}^2$$

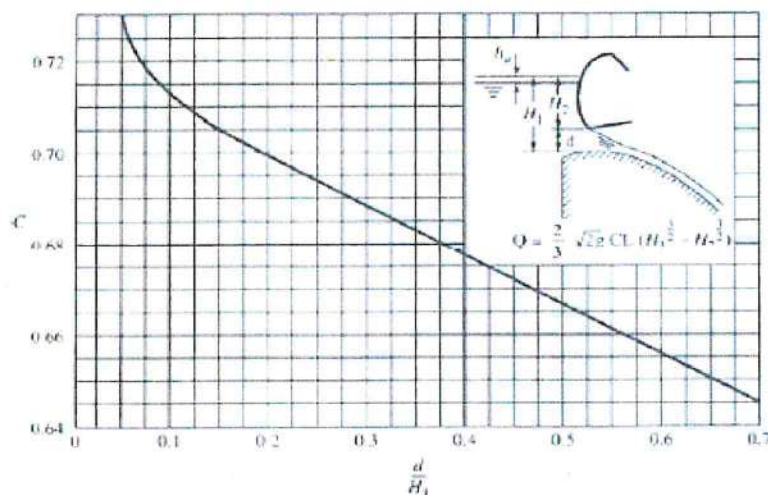
C = koeficient

$L_e$  = gjatësia efektive e frontit kaperderdhës (m)

$H_1$  dhe  $H_2$  jane perkatesisht nivelet e ujit (duke perfshire edhe energjine kinetike si pasoje e shpejtesise se rrjedhes perpara kaperderdhesit) perkatesisht ne krye dhe ne fund te vrimës se krijuar nga hapja e portës.

Q = prurja ( $m^3$ /sek)

Ne grafikun e meposhtem marre nga fig.197 e botimit I pare ose fig.257 botimi I dyte e librit "Design of Small Dams" (USBR – United States Bureau of Reclamation) mund te percaktojme koeficientin C



Sic shihet nga grafiku koeficienti C eshte ne varesi te raportit (d/H<sub>1</sub>) ku d eshte lartesia vertikale e hapjes se portes e cila eshte e barabarte:

$$d = H_1 - H_2 \quad (2)$$

Ne rastin e kaperderdhesve me profil praktik te pajisur me porte segmente plotesisht te hapur formula e prurjes se shkarkuar llogaritet:

$$Q = C_D \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot L_e \cdot H_1^{1.5} \quad (3)$$

Ku:

$$g = 9.8 \text{ m/s}^2$$

$C_D$  = koeficient shkarkimi kapërderdhësit

$L_e$  = gjatësia efektive e frontit kaperderdhës (m)

$H_1$  lartësia e nivelit te ujit mbi kaperderdhes (neglizhojme shpejtesine e rrjedhes ne hyrje te hapësires midis pilave)

$Q$  = prurja (m<sup>3</sup>/sek)

Me qellim shfrytezimin e formulave te mesiperme llogarisim fillimisht:

- Gjatesia e frontit kaperderdhes  $L_e$  eshte e barabarte me gjatesine e frontit te kaperderdhesit minus reduktimin qe peson si pasoje e ngushtimit te rrjedhes e cila kalon fillimisht nga rezervuari drejt kanalit te afrimit, drejt portave te ndara per secilen nga pilat, kjo shprehet:

$$L_e = L - 2 \cdot (N_p \cdot k_p + k_a) \cdot H \quad (3)$$

Sipas skemes:

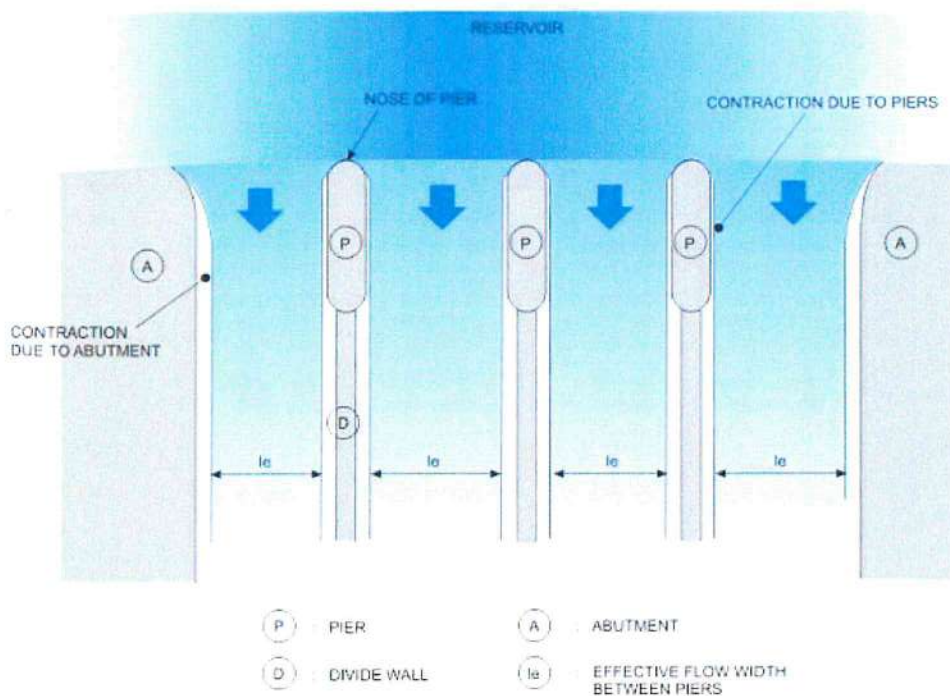


FIGURE 32. Abutment and pier contractions shown on a spillway plan

Ku L eshte gjatesia neto e kaperderdhesit, nuk perfshihet gjeresia e pilave ekzistuese.

$N_p$  = numri I pilave ne kreshte

$k_p$  = koeficient ngushtimi l piles  
 $k_a$  = koeficient ngushtimi ne shpatullen ku mbeshtet porta  
 $H$  = ngarkesa totale mbi kreshten e kapërderdhesit

Vlerat e sugjeruara per keto parametra, sipas "Hydraulic Structures for Flow Diversion and Storage Version 2 CE IIT, Kharagpur"

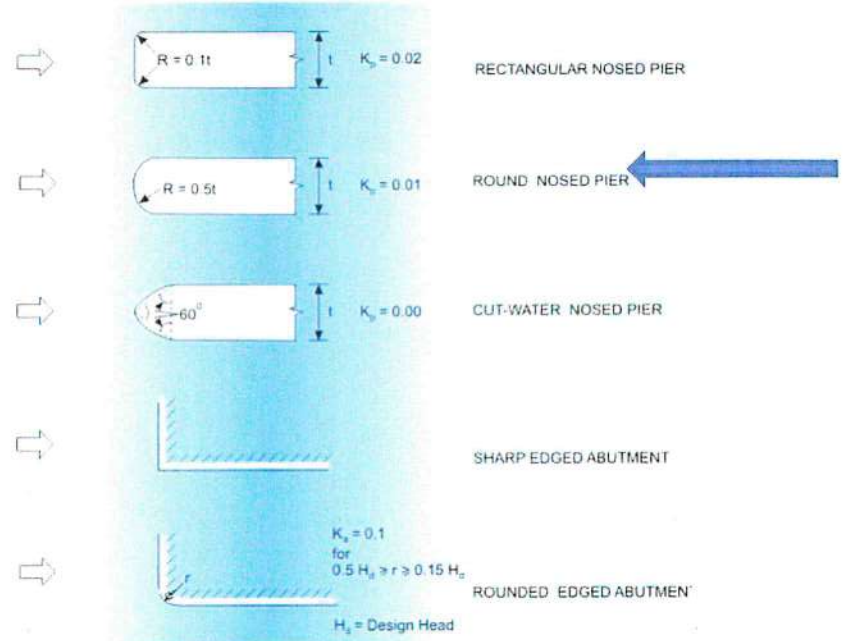
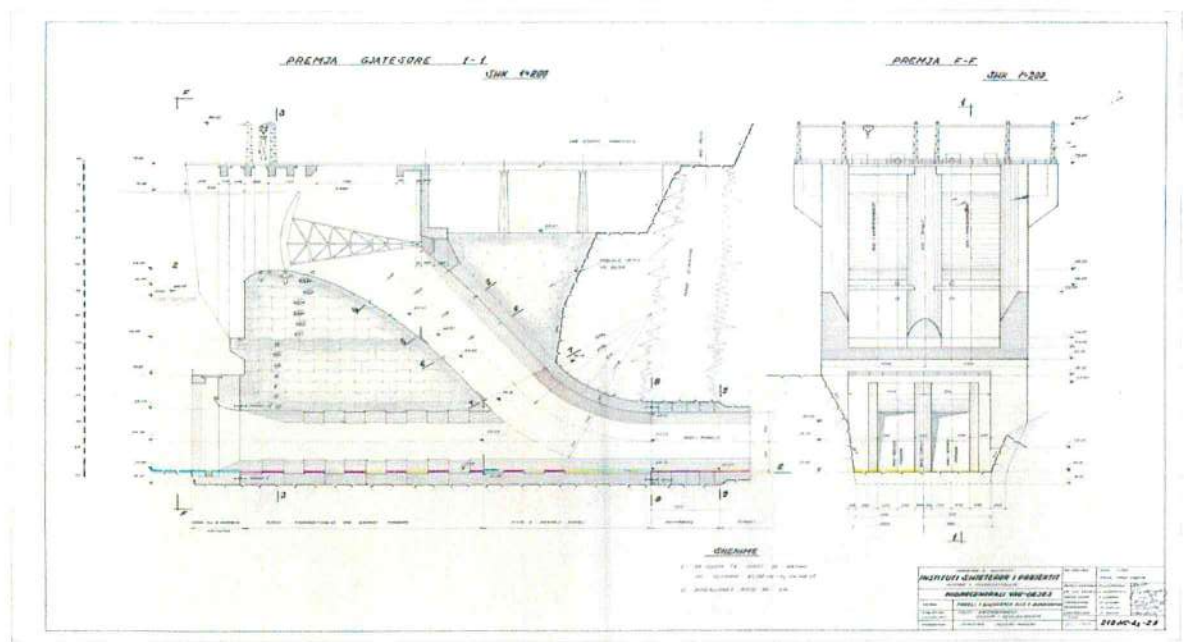


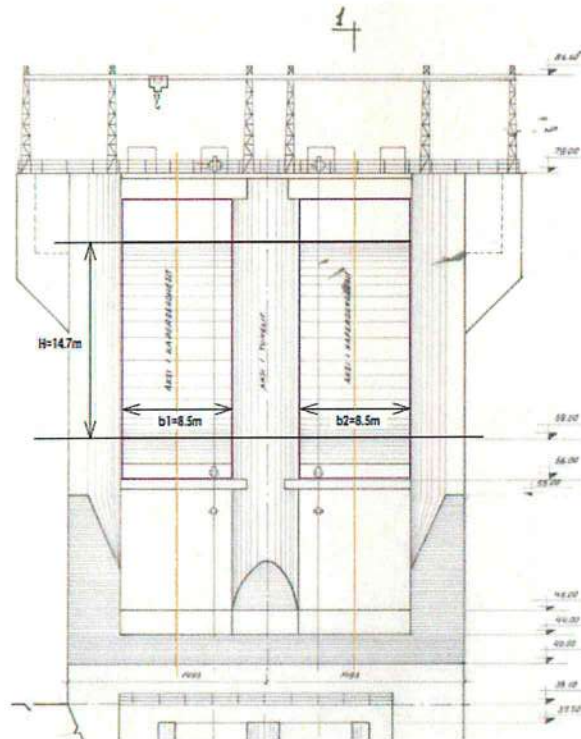
FIGURE 33. Recommended values of  $K_p$  and  $K_a$

Pranojme  $K_p=0.01$  si dhe  $K_a=0.1$

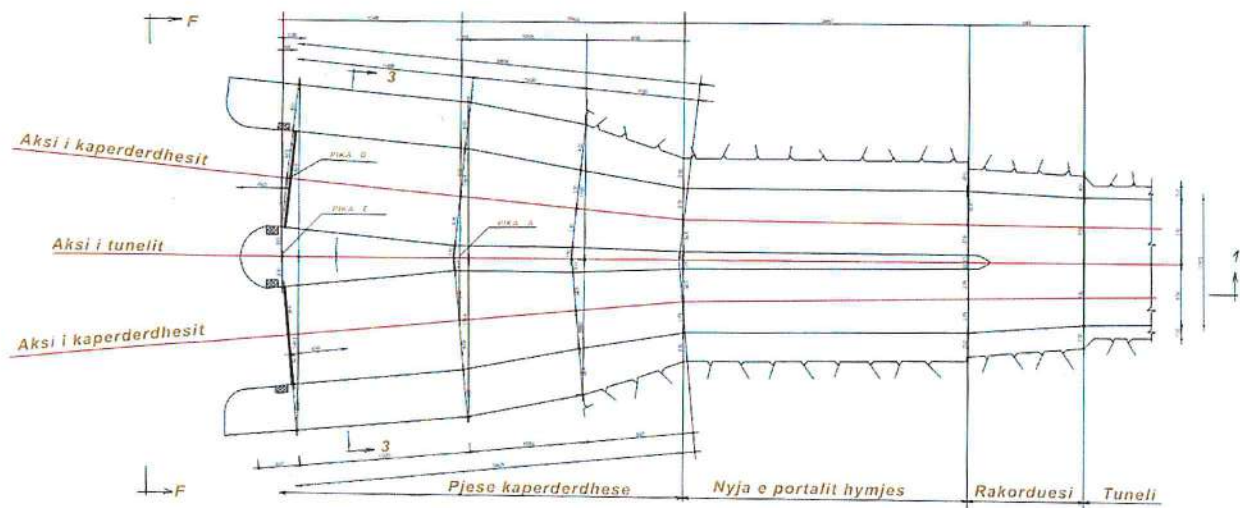
Vlersimi i gjatesise efektive te kaperderdhesit ne rastin konkret te Diges se Zadejes, eshte realizuar duke shfrytezuar vizatimet origjinale te projekt zbatimit, si dhe matje te realizuara ne vend. Sipas imazhit:



Percaktojme fillimisht gjeresine neto te kaperderdhesit e cila rezulton:



$$L=b_1+b_2=8.5+8.5=17\text{ml}$$



Planimetria e portalit ne hyrje te kapërdardhesit

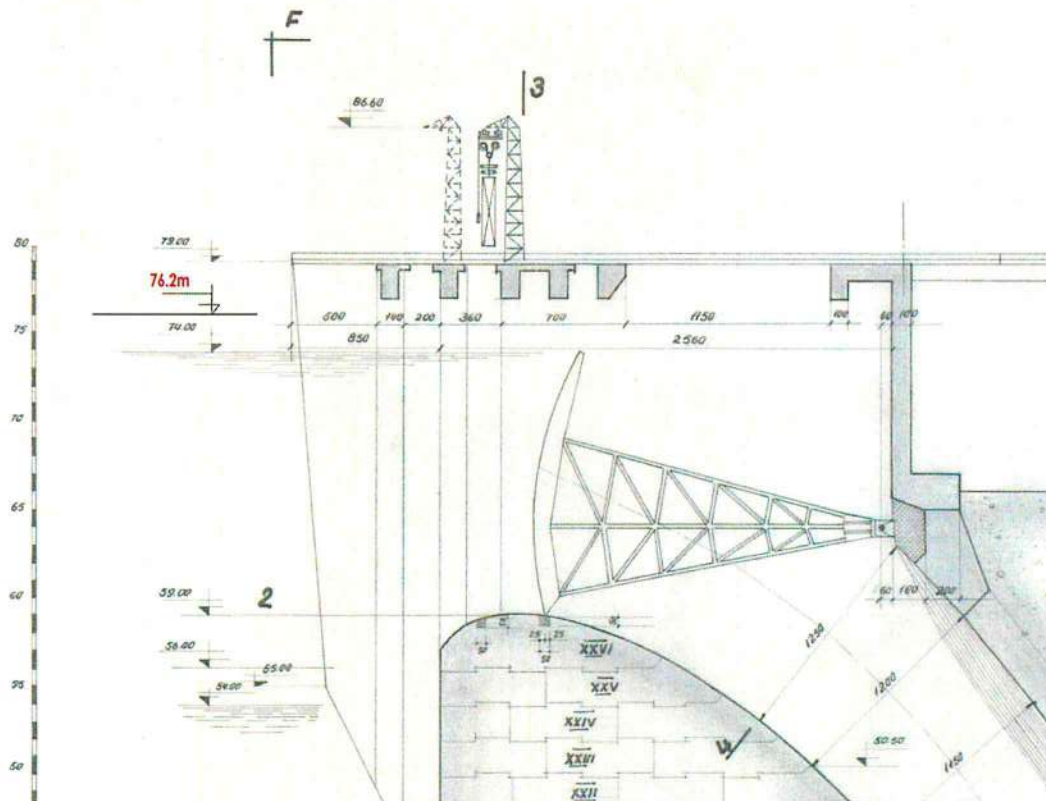
Numri I pilave ne kreshte  $N_p=1$

Niveli i ujit ne raport me kreshten e kaperderdhesit H:

Per vlersimin e "H" do te pranojme dy skenare:

1- Kuoten e nivelit te ujit per prurje 1 her ne 10000 vjet =76.2m m.n.d, nderkoh kreshta e kaperderdhesit = 59 m mnd

2- Kuoten maksimale te nivelit te ujit te regjistruar shtator 2005 = 75.33m m .n.d



Sipas Skenar 1 ngarkesa ne kreshten e kaperderdhesit:  
 $H=76.2-59=17.2m$

Sipas Skenar 2:  
 $H=75.33-59=16.33m$

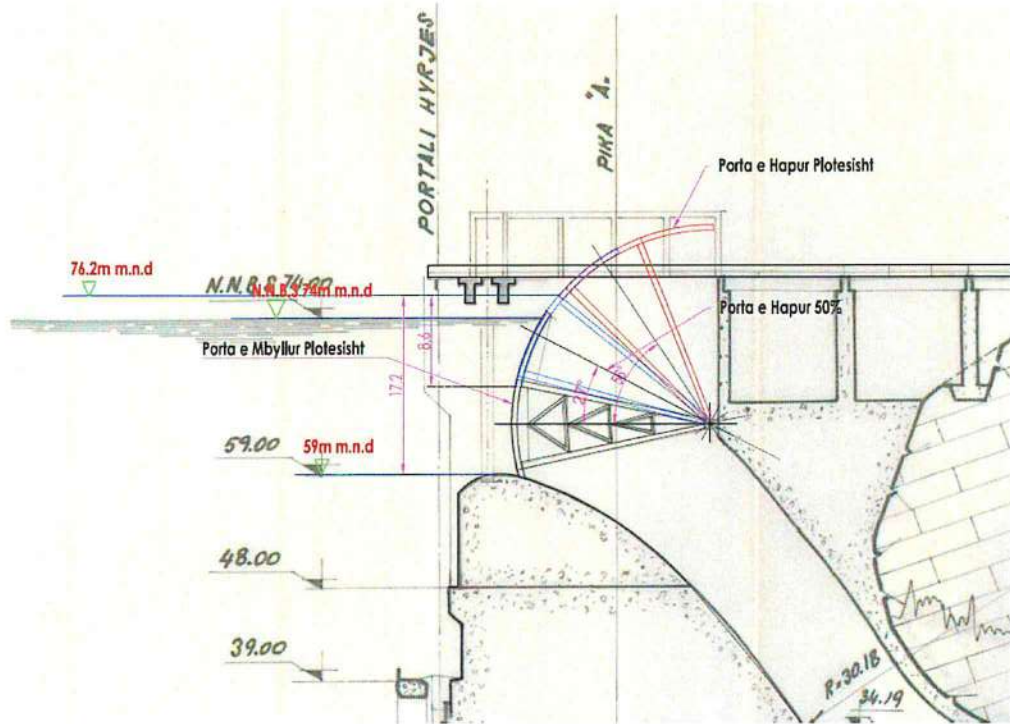
Me te dhenat e mesiperme llogarisim gjatesine e frontit te kaperderdhesit. Sipas formules (3):

$$L_{e1} = L - 2 \cdot (N_p \cdot k_p + k_a) \cdot H = 17 - 2 \cdot (1 \cdot 0.01 + 0.1) \cdot 17.2 = 13.216m$$

$$L_{e2} = L - 2 \cdot (N_p \cdot k_p + k_a) \cdot H = 17 - 2 \cdot (1 \cdot 0.01 + 0.1) \cdot 16.33 = 13.4m$$

Paraqesim me poshte llogaritjet e prurjes se shkarkuar mbi kaperderdhes per dy nivelet e ndryshme te pranuar. Llogaritjet jane supozuar per hapje te ndryshme te portave:

1. Hapje e pjesshme te portave segmente deri ne 20%
2. Hapje e pjesshme te portave segmente deri ne 50%
3. Hapjen e plote te portave segmente 100%



Vazhdojme llogaritjet per secilin skenar:

### 3.1.1. PORTE PJESERISHT E HAPUR

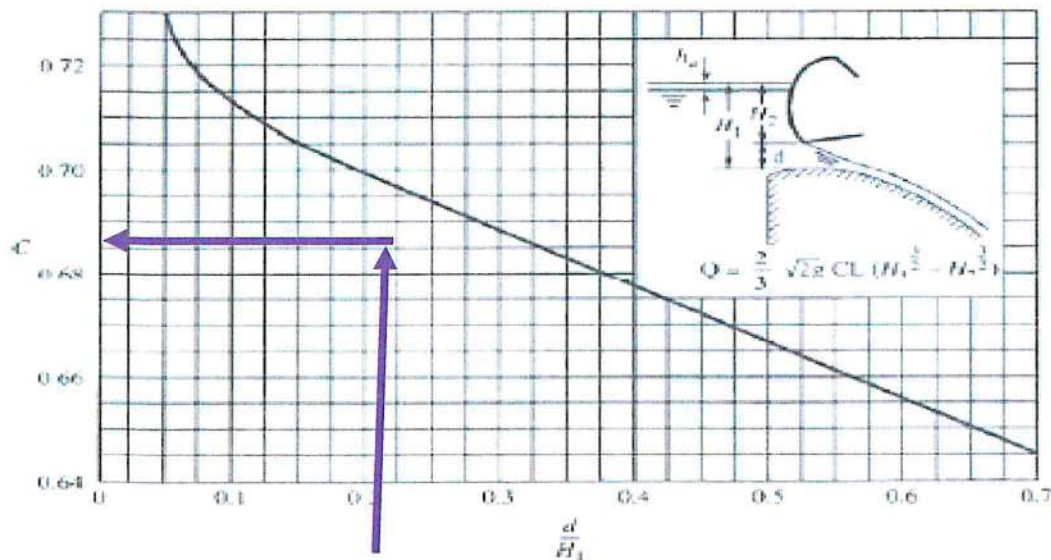
- Niveli I ujit = 76.2m m.n.d

#### a) Hapje te portave 20%

Llogarisim koeficientin C per rastin e hapjes se pjesshme te portes, duke percaktuar ne kete menyre aftesine shkarkuese maksimale te kaperderdhesit. Sipas formules (1)

$$Q = \frac{2}{3} \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot C \cdot L_e \cdot (H_1^{1.5} - H_2^{1.5})$$

Nga grafiku,  $d = 3.44\text{m}$ , prej nga kemi  $\frac{d}{H_1} = \frac{3.44}{17.2} = 0.2$

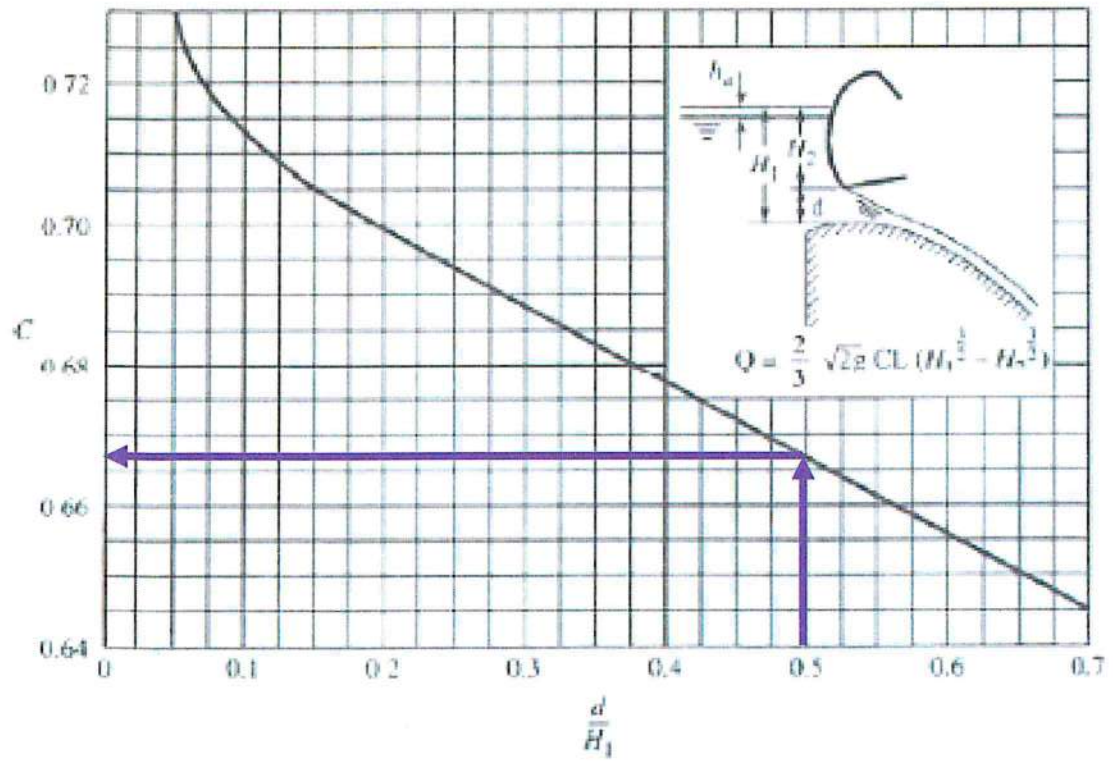


C=0.7

$$Q_1 = \frac{2}{3} \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot C \cdot L_{e1} \cdot (H_1^{1.5} - H_2^{1.5}) = \frac{2}{3} \cdot \sqrt{2 \cdot 9.8} \cdot 0.7 \cdot 13.216 \cdot (17.21^{1.5} - 13.76^{1.5}) = 554 \text{ m}^3/\text{sek}$$

**b) Hapje te portave 50%**

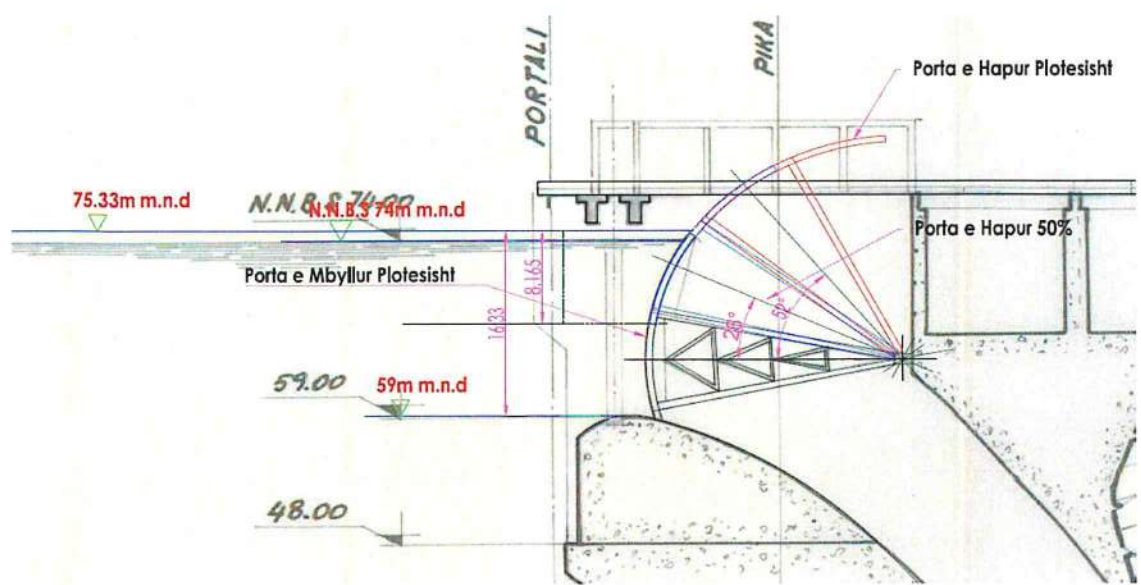
Nga grafiku,  $d=17.2-8.6=8.6\text{m}$ , prej nga kemi  $\frac{d}{H_1} = \frac{8.6}{17.2} = 0.5$



C=0.67

$$Q_2 = \frac{2}{3} \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot C \cdot L_{e1} \cdot (H_1^{1.5} - H_2^{1.5}) = \frac{2}{3} \cdot \sqrt{2 \cdot 9.8} \cdot 0.67 \cdot 13.216 \cdot (17.21^{1.5} - 8.6^{1.5}) = 1206.7 \text{ m}^3/\text{sek}$$

**-Niveli I ujit =75.33m m.n.d**



### a) Hapje te portave 20%

Llogarisim koeficientin C per rastin e hapjes se pjeshme 20% te portes, duke percaktuar ne kete menyre aftesine shkarkuese maksimale te kaperderdhesit. Sipas formules (1)

$$Q = \frac{2}{3} \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot C \cdot L_e \cdot (H_1^{1.5} - H_2^{1.5})$$

Nga grafiku,  $d=3.266\text{m}$ , prej nga kemi  $\frac{d}{H_1} = \frac{3.266}{16.33} = 0.2$

Nga grafiku  $C=0.7$

$$Q_3 = \frac{2}{3} \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot C \cdot L_{e2} \cdot (H_1^{1.5} - H_2^{1.5}) = \frac{2}{3} \cdot \sqrt{2 \cdot 9.8} \cdot 0.7 \cdot 13.4 \cdot (16.33^{1.5} - 13.064^{1.5}) = 518.83 \text{ m}^3/\text{sek}$$

### b) Hapje te portave 50%

Kemi,  $d=16.33-8.165=8.165\text{m}$ , prej nga kemi  $\frac{d}{H_1} = \frac{8.165}{16.33} = 0.5$

Nga grafiku  $C=0.67$

$$Q_4 = \frac{2}{3} \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot C \cdot L_{e2} \cdot (H_1^{1.5} - H_2^{1.5}) = \frac{2}{3} \cdot \sqrt{2 \cdot 9.8} \cdot 0.67 \cdot 13.4 \cdot (16.33^{1.5} - 8.165^{1.5}) = 1129 \text{ m}^3/\text{sek}$$

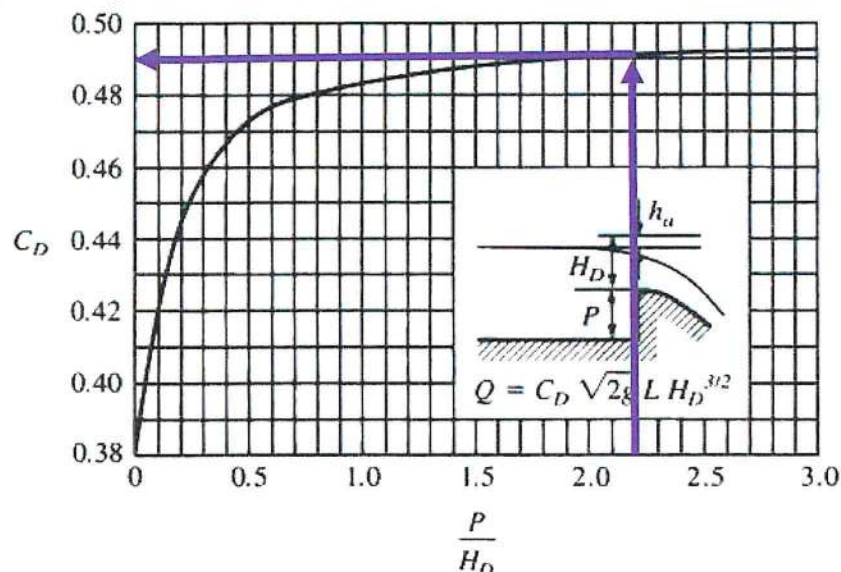
## 3.1.2. PORTE PLOTESISHT E HAPUR

Sipas formules  $Q = C_D \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot L_e \cdot H^{1.5}$

Edhe ne kete rast llogaritjet e prurjes do ti realizojme per dy nivele te ndryshme:  
 $H_1=76.2\text{m m.n.d}$  dhe  $H_2=75.33\text{m m.n.d}$

### - H=76.2m m.n.d

Llogarisim  $C_D$  permes grafikut:



$C_D=0.493$

$$Q_5 = C_D \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot L_{e1} \cdot H^{1.5} = 0.493 \cdot \sqrt{2 \cdot 9.8} \cdot 13.216 \cdot 17.21^{1.5} = 2059 \text{ m}^3/\text{sek}$$

### - H=75.33m m.n.d

Nga grafiku  $C_D=0.4913$



$$Q_6 = C_D \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot L_{e2} \cdot H^{1.5} = 0.493 \cdot \sqrt{2 \cdot 9.8} \cdot 13.4 \cdot 16.33^{1.5} = 1924 \text{ m}^3/\text{sek}$$

Ne forme tabelare paraqesim rezultatet e llogaritjeve te mesiperme, te cilat do ti shfrytezojme per ndertimin e modelit numerik.

Hapja e portave (%)	Nivel Uji	Kreshta e Kaperderdhesit	Hapja e portave (d)	Ngarkesa mbi kreshten e kaperderdhesit	Fronti Kaperderdhesit	Prurja (m <sup>3</sup> /sek)
20%	75.33m m.n.d	59m m.n.d	3.266m	16.33m	13.4m	518.83
	76.2m m.n.d	59m m.n.d	3.44m	17.2m	13.216m	554
50%	75.33m m.n.d	59m m.n.d	8.165m	16.33m	13.4m	1129
	76.2m m.n.d	59m m.n.d	8.6m	17.2m	13.216m	1206.7
100%	75.33m m.n.d	59m m.n.d	16.33m	16.33m	13.4m	1924
	76.2m m.n.d	59m m.n.d	17.2m	17.2m	13.216m	2059

## 4. MODELIMI MATEMATIKOR PER SIMULIMIN HIDRAULIK

### 4.1. Modelet Fizike

Modelet fizike jane modele qe perpiqen te rikrijojne ne fenomen nepermjet riprodhimit ne shkalle ne kushtet ne te cilat ai fenomen evoluon, duke perfshire forcat dhe shpejtësitë.

Disa shembuj te famshem te këtyre modeleve dhe qe me pas kanë shërbyer per hartimin e teorive te hidraulikës ende te përdorura gjerësisht janë:

- Përvoja e Nikuradse mbi ashpërsinë, dhe ndikimi qe ajo ka ne lëvizjen e lëngut ne tubacione.
- Eksperimentet ne tuba me lëng dhe gjurmues, me shpejtësi te ndryshme, nga Reynolds qe çoi ne lindjen e teorisë së famshme mbi turbulencën.

Tiparet karakteristike qe kanë te përbashkëta te gjitha modat fizike janë:

1) Nevojitet ne grumbullim i kujdesshem i te dhënave paraprake te fenomenit qe do te studiohet. Për te realizuar modele fizike është shumë e rëndësishme qe te "izolojme" thelbin e problematikës qe jemi duke studiuar sa me shumë qe te jetë e mundur për te shmangur gabime gjykimi ose paraqitje te vështira te realitetit.

2) Zgjedhja e kujdesshme e shkallës (ne modelet fizike është shumë i shpeshtë përdorimi i shkallëve te ndryshme) për te përfaqësuar mjedisin ne te cilin zhvillohet fenomeni (ne mënyrë qe te përpiqemi te përfaqësojmë, aq me shumë e mundur besnikërisht, kushtet kufitare).

Përcaktimi i shkallës së modelit ne këtë tip eksperimentesh është një nga problemet me te mëdha.

Për te kuptuar vështirësitë qe mund te hasen vetëm mendoni se si te përfaqësoni, me një model fizik, disa dukuri qe shfaqen ne një rrjedhë për një shtrirje disa km. Do te ketë vështirësi

objektive edhe për shembull që të përfaqësojnë shtratin e lumit (lumi është i gjatë ose disa km por është disa dhjetëra metra i gjerë, dhe pak metra i thellë). Ende duke përdorur këtë shembull, mendoni për kushte të tjera si ashpersia e argjinaturave, apo edhe konkretisht për transportin e ngurtë etj.

Nga kjo përmbledhje shumë e shkurtër është e qartë se ai ribërja e një modeli fizik nuk është aspak e lehtë dhe numri i variablave në lojë, përveç atyre tashmë të brendshme të problemit mund të rriten dhe me shumë.



Model fizik shkarkues dige (Salamonde, Portugali)



(e)

Shembull Modelimi fizik I nje lumi

#### 4.2. Modelimet Numerike

Duke filluar nga vitet '80 me evoluimin e vazhdueshëm të kompjuterëve, teknikat e modelimit numerik për sa i përket fuqisë llogaritëse janë zhvilluar deri në atë pikë, për t'i bërë rezultatet të përdorshme për shumë aplikacione. Ky zhvillim ka çuar në përhapjen e modelimit numerik si një mjet standard projektimi në shumë degë të inxhinierisë. Aktualisht përdoret gjerësisht për modelim në fusha të tilla si hapësira ajrore, automobilistikë dhe

detare. Me gjithë gamën e gjerë të aplikimeve, për modelimin e këtij lloji, parimet themelore mbi të cilat bazohen të gjitha modelet janë shumë të ngjashme:

- ✓ Problemet përcaktohen nga grupe ekuacionesh diferenciale që përshkruajnë fizikën e problemit.
- ✓ Modelet mund të kenë një qasje të diferencës së fundme ose të vëllimit të fundëm dhe përdoren për të formuluar një grup ekuacionesh algjebrike, të cilat diskretojnë ekuacionet diferenciale të pjesshme.
- ✓ Zgjidhja e përafërt për këtë lloj ekuacionesh algjebrike merret nëpërmjet metodave iterative ose zgjidhjeve matricore.
- ✓ Në shumicën e rasteve, rezultatet e modeleve numerike verifikohen ose kalibrohen duke krahasuar me vëzhgimet në terren dhe/ose eksperimentet, sipas modelit fizik përpara se të zbatohen në praktikë.

Dinamika e Fluideve Llogaritëse (Computational fluid Dynamics, CFD) është pjesë e kësaj dege të modelimit shkencor, e cila është një degë e modelimit numerik, e zhvilluar për të zgjidhur problemet në lidhje me rrjedhat e lëngjeve, dhe gjithashtu përfshin aplikacione që përfshijnë ndërveprimin lëng-objekt i ngurtë, si në rastin e studimit të mëposhtëm.

Megjithëse këto modele kërkojnë kohë të konsiderueshme llogaritjeje, ato janë në gjendje të ofrojnë një pamje tre-dimensionale të fenomenit, diçka që nuk ndodh me llojet e tjera të modelimit njëdimensional dhe dydimensional (një shembull është mundësia e vëzhgimit të rrjedhës rreth objekteve të ngurta).

Për aplikimet hidraulike, ekuacionet që rregullojnë dhe përshkruajnë sjelljen e pakthyeshme të ujit (dendësia konstante  $\rho$ ) janë ato të **ruajtjes së masës dhe sasisë së levizjes (Eq. 1 Navier-Stokes)**.

Ekuacioni i vazhdueshmerise ne formë diferenciale:

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0$$

Ekuacioni i Navier-Stoksit (ekuacioni i ekuilibrit dinamik ne lengje reale):

$$\frac{1}{\rho} \frac{\partial p_d}{\partial x} = -\frac{Du}{Dt} + \nu \nabla^2 u$$

$$\frac{1}{\rho} \frac{\partial p_d}{\partial y} = -\frac{Dv}{Dt} + \nu \nabla^2 v$$

$$\frac{1}{\rho} \frac{\partial p_d}{\partial z} = -\frac{Dw}{Dt} + \nu \nabla^2 w$$

Ku:

$p_d = p + \rho gh$  është presioni hidrostatik konstant për shkak të gravitetit; ndërsa  $\nabla^2$  (natura) quhet operatori i Laplasit

Fusha e rrjedhes mund të shkruhet gjithashtu:

$$\frac{Du}{Dt} = \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z}$$

Këto ekuacione diferenciale jolineare janë të diskretizuara si në hapësirë ashtu edhe në kohë dhe mund të zgjidhen duke përdorur skema të ndryshme numerike.

Thjeshtimet mund të zbatohen më pas në modelet numerike, si në rastin e turbulencës, e cila shpesh përafrohet dhe ndërmjetësohet përmes një përqsasjeje të ndërmjetësuar nga Reynolds. Në përgjithësi, në zgjidhjen e këtyre ekuacioneve, variablat më të rëndësishëm janë shpejtësia, presioni (në disa raste temperatura) përgjatë gjithë fushës në funksion të kohës si për kushtet fillestare ashtu edhe për ato kufitare.

Nga këto madhesi me pas pastaj mund të nxirren edhe të tjera si prurja, shpejtësia e rrjedhës, turbulenca, fuqia e rrjedhës, shpërndarja e numrave Reynolds dhe Froud, forcat që rrjedhin nga fusha e rrjedhës.

Gjithsesi, si me çdo teknikë tjetër të modelimit numerik, vërtetimi i modeleve dhe rezultateve të marra duhet ti nenshtrohen patjetër një procesi krahasimi me matjet në terren aty ku janë të pranishme dhe rezultatet e modeleve fizike dhe/ose analitike është thelbësor.

## **5. PROGRAM SIMULIMI NUMERIK (CFD) FLOW-3D**

Me qëllim realizimin e modelit numerik u vendos të përdorej programi Flow-3D duke pasur parasysh zhdërvjelltësinë e tij, i cili lejon zgjidhjen e një game të gjerë problemesh të dinamikës së lëngjeve me nivele të shkëlqyera saktësie, siç dëshmohet nga studime të shumta, përfshirë nga organe të rëndësishme si SHBA. Korpusi i U.S. Army Corps of Engineers (USACE) dhe U.S. Bureau of Reclamation (USBR)

Ndër fushat kryesore të zbatimit të tij ka aspekte të ndryshme në lidhje me inxhinierinë hidraulike dhe dinamikën e lëngjeve.

Një nga veçoritë e spikatura të programit është mundësia, për modeluesin, e një numri të madh opsionesh për përcaktimin e kushteve në rrjedhen e llogaritjes; për shembull, aftësia për të vizatuar një rrjet të përbërë nga blloqe të shumta rrjetash (rrjete me shumë blloqe) ose nivele të ndryshme rrjetash të futura njëra brenda tjetrës me rezolucione të ndryshme (rrjeta të vendosura); është gjithashtu e mundur të vizatohen objekte të thjeshta ose të importohen objekte me gjeometri më komplekse dhe file topografikë.

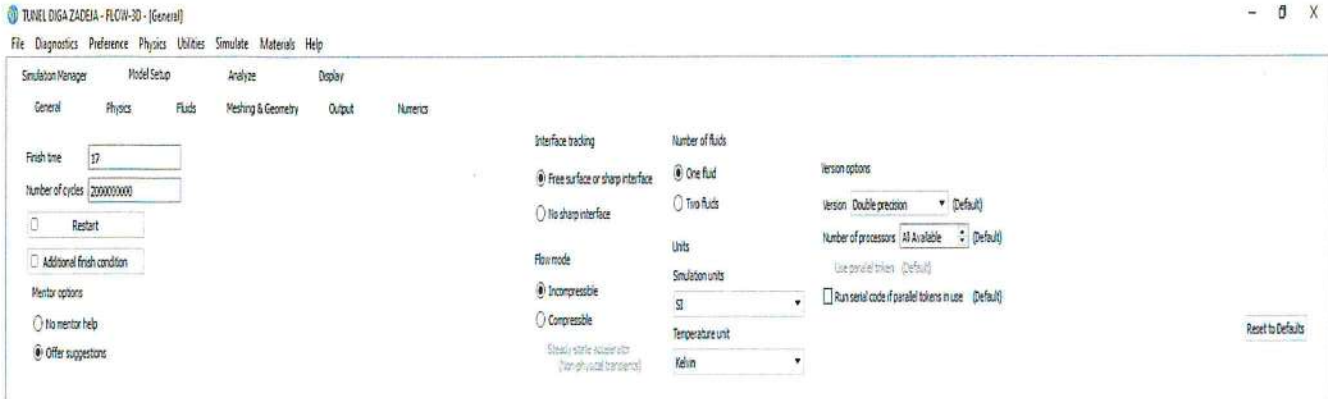
Së fundi, ekziston një përzgjedhje e madhe e kushteve kufitare për të modeluar saktë secilën situatë.

### **5.1. CILËSIMET E MODELIT (GENERAL)**

Cilësimet e përgjithshme të modelit (në dritaren e parë "model setup" Fig.1) për të gjitha simulimet e kryera, me përjashtim të kohës së simulimit, ishin të njëjta.

Prandaj u konsiderua:

- Lëngu i pakomprimueshem.
- Njësia matëse e tipit ndërkombëtar (SI).
- Shkalla e temperaturës në gradë Kelvin
- Versioni i paraprocesorit "Double precision".



Dallimet midis përdorimit të **single-precision** ose **double-precision**, siç specifikohet në manualin e përdorimit të programit, kanë të bëjnë me shkallën e saktësisë së vlerave pas presjes. **Single-precision** çon në një saktësi tipike prej shtatë shifrash domethënëse. **Double-precision** ka një saktësi prej rreth 15 shifrash domethënëse. Shifrat e mbetura janë gabimi i rumbullakimit.

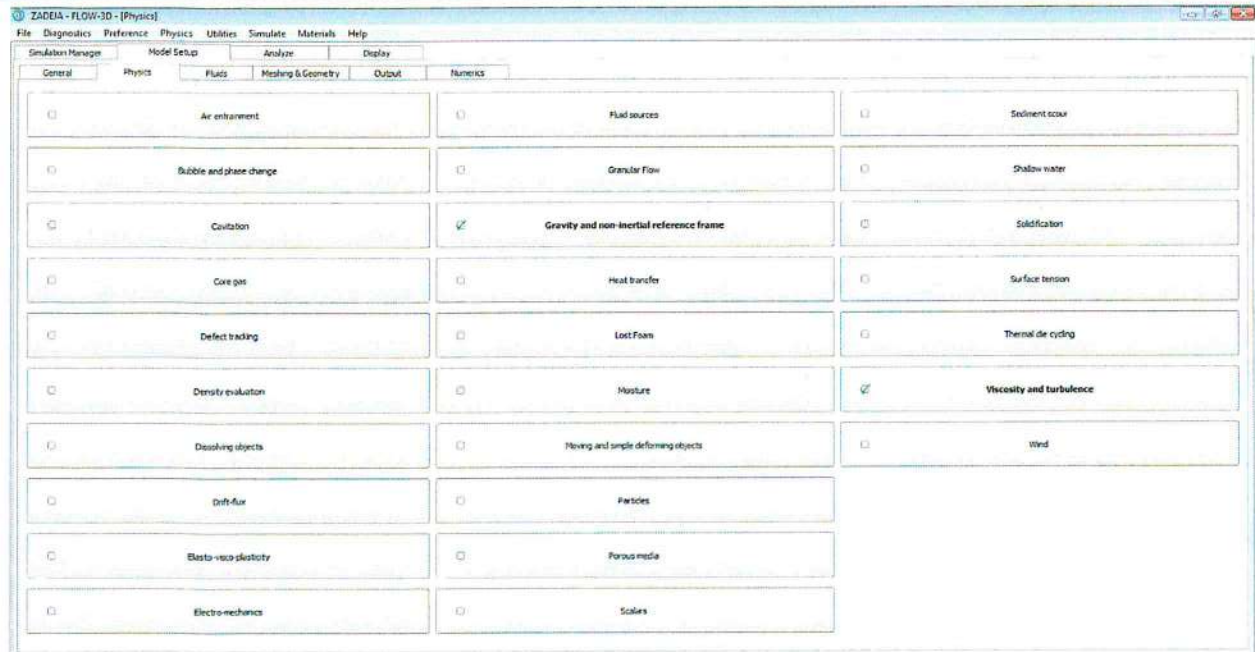
Anet negative në përdorimin e **double-precision** janë sasia e madhe e llogaritjeve në rastin kur rrjetat (Mesh) janë shumë të dendura dhe fusha e llogaritjes është shumë e madhe.

## 5.2. FIZIKA E MODELIT (PHYSICS)

Hapi I rradhes ne modelimin numerik permes software Flow 3D eshte percaktimi I modelit fizik te cilin do te perdorim.

Për sa i përket fizikës së modelit, programi ofron mundësinë e vendosjes së opsioneve të ndryshme. Në simulimet e realizuara, parametrat e mëposhtëm u morën parasysh për të gjitha testet:

- ✓ Graviteti (duke imponuar një nxitim gravitacional përgjatë boshtit z të barabartë me - 9,81 m / s<sup>2</sup>)
- ✓ Viskoziteti (duke futur një viskozitet të aplikuar në lëngjet te tipit Njutonian)
- ✓ Turbulenca RNG (Modeli i rinormalizuar i grupit) turbulenca e cila, sipas manualit të përdorimit, është modeli më i fortë dhe më i saktë në program. Është interesante të theksohet se ndër opsionet ekziston edhe mundësia e futjes së vlerave të shpejtësisë së erës, por duke pasur parasysh natyrën e simulimeve tona, në këtë fazë u preferua që të hiqej ky kontribut.

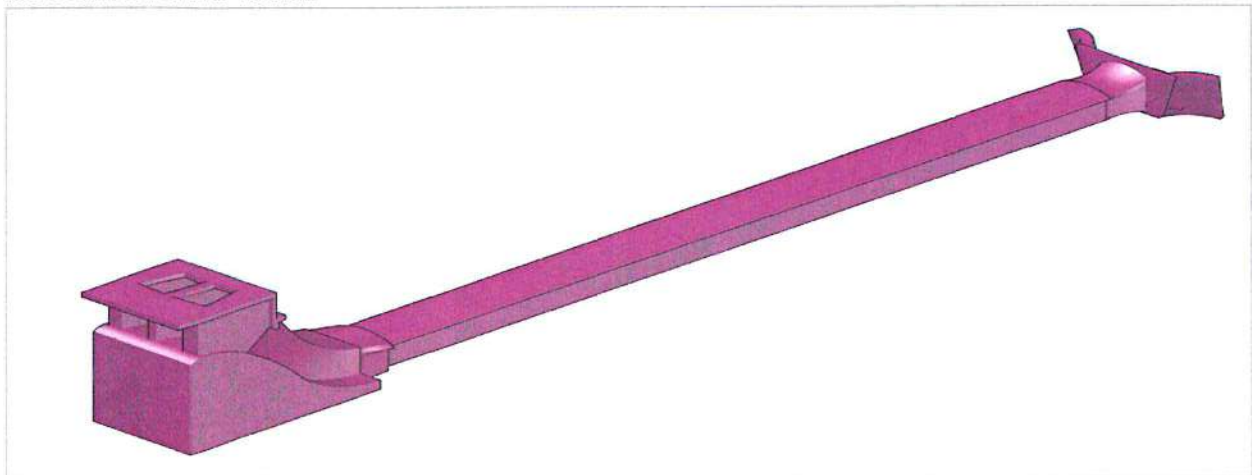


### 5.3. RRJETI (MESH) DHE GJEOMETRIA E MODELIT

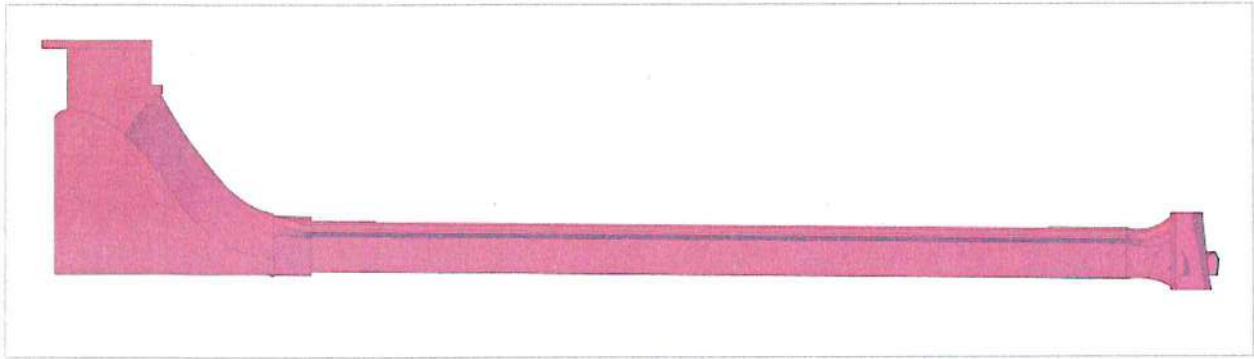
Pasi percaktohen te dhenat e mesiperme, ne dritaren e radhes, mjaft I rendesishem per ecurine e simulimit, vazhdohet ne krijimin I gjeometrise se modelit, ndertimin e rrjetes (Mesh), percaktimin e kushteve kufitare dhe niveli I ujit ne bjeftin e siperm dhe te poshtem.

Po ne kete dritare importohet modeli I krijuar fillimisht ne format **.dwg** I konvertuar me pas ne **.stl (stereolitgrafik)**

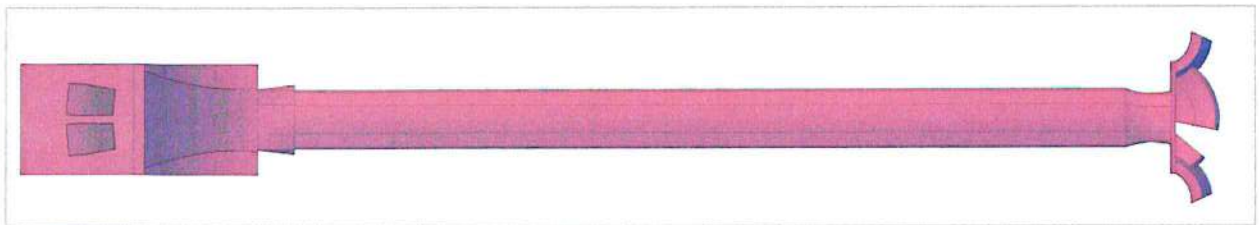
Ndertimi i gjeometrise se modelit eshte realizuar sipas projekt zbatimit origjinal dhe matjeve te realizuara ne vend.



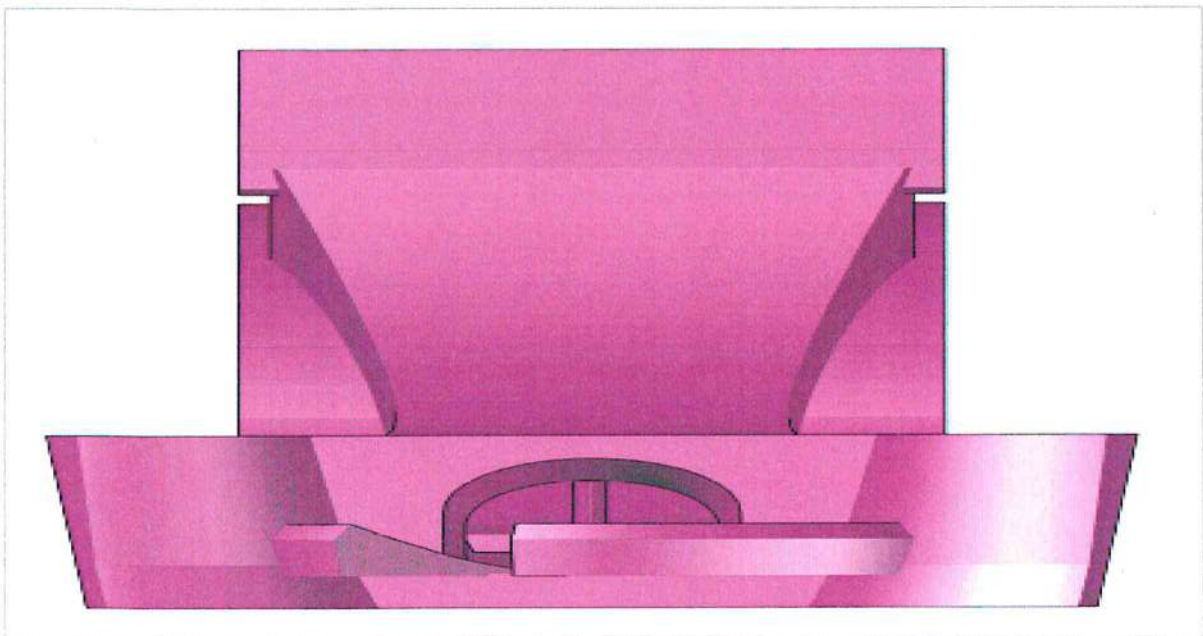
Pamje 3D e modelit ne format .dwg



*Pamje gjatesore e diges Zades+Tunel deri ne portalin e daljes*

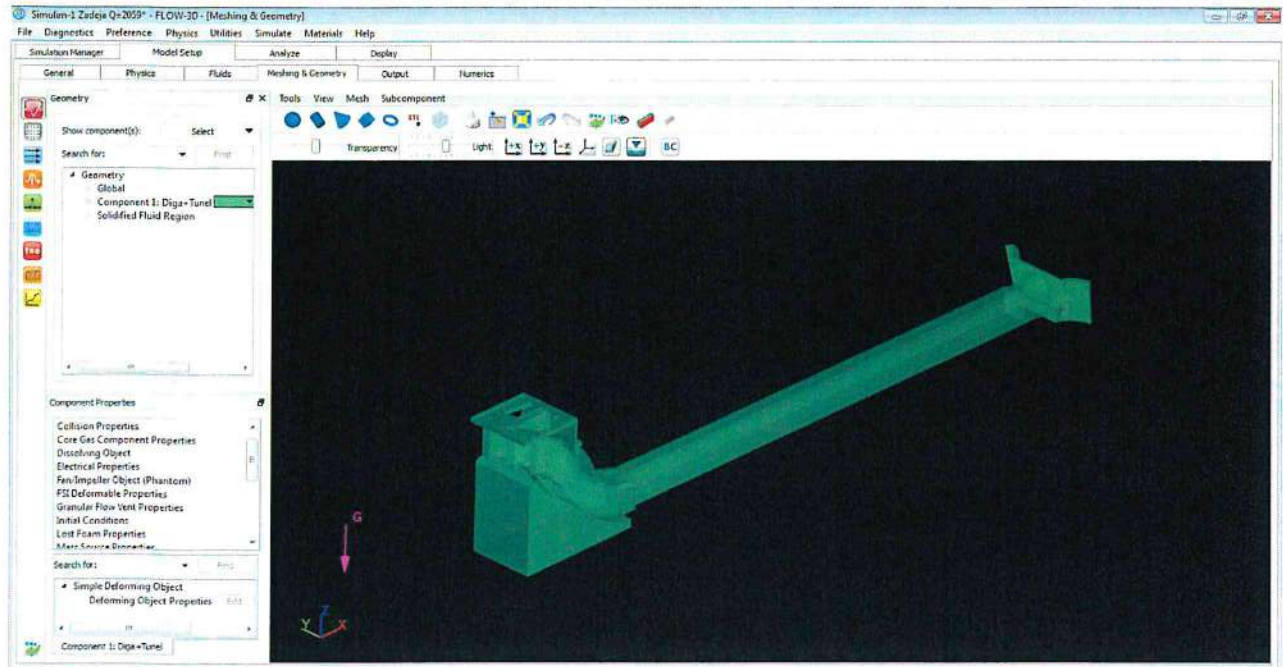


*Pamje nga sipër e diges Zades+Tunel deri ne portalin e daljes*



*Pamje bjefi I poshtem (portal I daljes)*

Me poshte pamja e modelit ne Flow 3D:



Modeli i plote gjeometrik ne (x,y,z) ka dimensione X:323.724m, Y:46.149m, Z:64.759m

**Hapi I radhes pasi eshte realizuar importimi I gjeometrise eshte krijimi I Rrjetes (ne termat e software "Mesh" ose "Grid Systems")**

Per faktin se ky eshte nje element shume I rendesishem qe do te ndikoj ne cilesine e rezultateve si dhe ne kohezgjatjen e cdo simulimi, do te ndalemi shkurtimisht ne pershkrimin e ketij koncepti:

### 5.3.1. Sistemet e Rrjetave (Grid Systems)

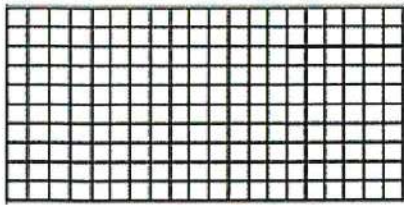
Krijimi I nje rrjete është procesi i ndarjes së një rajoni që do të modelohet në një grup vëllimesh të vogla kontrolli. Me çdo vëllim kontrolli janë të lidhura një ose më shumë vlera të variablave të rrjedhës (p.sh. shpejtësia, presioni, temperatura, etj.) Zakonisht këto përfaqësojnë një lloj vlerash mesatare lokale. Më pas përdoren algoritme numerike që përfaqësojnë përafime me ligjet e vazhdueshmërisë, Navier-Stokes dhe energjisë për të llogaritur këto variabla në çdo vëllim kontrolli.

#### - Perzgjedhja e vëllimit të kontrollit

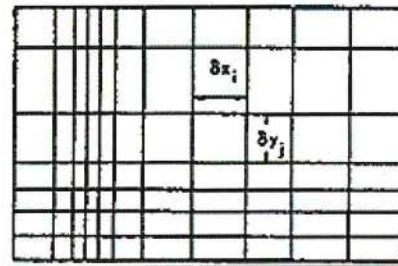
Disa skema llogaritëse përdorin rrjeta që deformohen për të ndjekur lëvizjen e një lëngu (rrjetet Lagranzhiane) ndërsa të tjera përdorin rrjeta fikse (rrjetet Euler). Ndonjëherë përdoret një kombinim në mënyrë që rrjetat lëvizëse të mos shtrembërohen shumë (rrjetet arbitrare-Lagranzhiane-Euleriane).

Rrjetat mund të jenë të strukturuar ose të pastrukturuar. Një rrjet i strukturuar do të thotë që elementët e vëllimit janë të renditura mirë dhe një model i thjeshtë (për shembull, indeksat I, J, K) mund të përdoret për të etiketuar elementët dhe për të identifikuar fqinjët. Në rrjetet e pastrukturuar, elementët e vëllimit mund të bashkohen në çdo mënyrë dhe duhen mbajtur lista të veçanta për të identifikuar elementët ngjitur.





Uniform Rectangular



Variable Rectangular

### - Rrjetat e Strukturuar per kontrollin e vellimit

Rrjetat e strukturuar vijnë në varietete të ndryshme, në varësi të formës së elementeve të tyre. Rrjeti më i thjeshtë krijohet nga një kuti drejtkëndëshe duke e ndarë atë në një grup elementësh drejtkëndëshe, fytyrat e të cilëve janë paralele me faqet e kutisë. Më shpesh elementet renditen duke numëruar në drejtimin x, pastaj y dhe në fund në drejtimin z, në mënyrë që elementi i rrjetës (I, J, K) të jetë elementi i i-të në drejtimin x, etj.

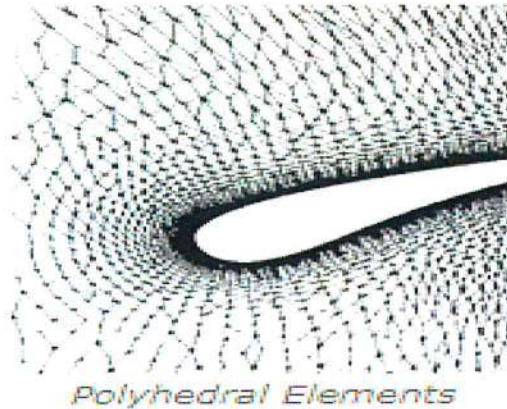
Rrjetat e përbëra nga elementë të rregullt, të quajtur "bricks" kanë strukturën më të thjeshtë pasi duhet të përcaktohen vetëm tre vargje njëdimensionale për vlerat x, y dhe z të sipërfaqeve që përcaktojnë sipërfaqet e elementeve. Nëse I, J dhe K janë indekset maksimale në drejtimet x, y dhe z, numri total i vlerave të nevojshme për të përcaktuar rrjetin është I + J + K. Rrjetat drejtkëndore ku parametrat (shpejtësi, presion etj) ndryshojnë ngadalë tregojnë gjithashtu rregullsi që ndihmon në ruajtjen e saktësisë numerike.

Një kufizim i elementeve drejtkëndëshe është se sipërfaqet gjeometrike zakonisht përafrohen duke bllokuar elementë të tërë. Këto hapa sjellin humbje të rrjedhës dhe prodhojnë efekte të tjera të padëshiruara.

Ka dy mënyra për të marrë paraqitje më të mira gjeometrike të sipërfaqeve të lakuara të pengesave. Njëra është të deformohen elementët e rrjetit për t'iu përshtatur formave të specifikuar gjeometrike. Prandaj, elementët që rezultojnë kanë forma të përgjithshme gjashtëkëndore dhe rrjeti shpesh quhet një rrjet i vendosur në trup. Një teknikë tjetër është mbajtja e elementeve drejtkëndëshe, por integrimi i tyre me disa mjete për të përcaktuar pengesat që kalojnë brendësinë e tyre. Një teknikë e tillë, e quajtur **FAVOR™**, përdoret në FLOW-3D.

### Rrjetë e pastrukturuar per kontrollin e vellimit

Rrjetat e pastrukturuar kanë avantazhin e përgjithësisimit, në atë që ato mund të bëhen, në përputhje me pothuajse çdo gjeometri të dëshiruar. Megjithatë, kjo përgjithësi ka një çmim. Procesi i gjenerimit të rrjetit nuk është plotësisht automatik dhe mund të kërkojë ndërveprim të konsiderueshëm të përdoruesit për të prodhuar rrjete me shkallë të pranueshme të rezolucionit lokal dhe në të njëjtën kohë me shtrembërim minimal të elementeve. Rrjetet e pastrukturuar kërkojnë më shumë informacion për t'iu ruajtur dhe marrë sesa rrjetet e strukturuar (për shembull, lista e lidhjeve fqinje), dhe ndryshimi i llojeve dhe madhësive të elementeve mund të rrisë gabimet e përafërimit numerik.



Një lloj i njohur i rrjetës së pastrukturuar përbëhet nga elementë tetraedralë. Këto rrjeta priren të jenë më të lehta për t'u gjeneruar sesa ato të përbëra nga elementë heksaedral, por në përgjithësi kanë saktësi numerike më të ulët. Për shembull, është e vështirë të ndërtohen përafime që ruajnë përhapjen e saktë të shqetësimeve të rrjedhës njëdimensionale, sepse elementët e rrjetit tetraedral nuk kanë faqe paralele.

Në përmbledhje, zgjedhja më e mirë për një sistem rrjeti varet nga disa faktorë: komoditeti në gjenerim, kërkesat e memories, saktësia numerike, fleksibiliteti për t'u përshtatur me gjeometritë komplekse dhe fleksibiliteti për rajonet e lokalizuara me rezolucion të lartë ose të ulët.

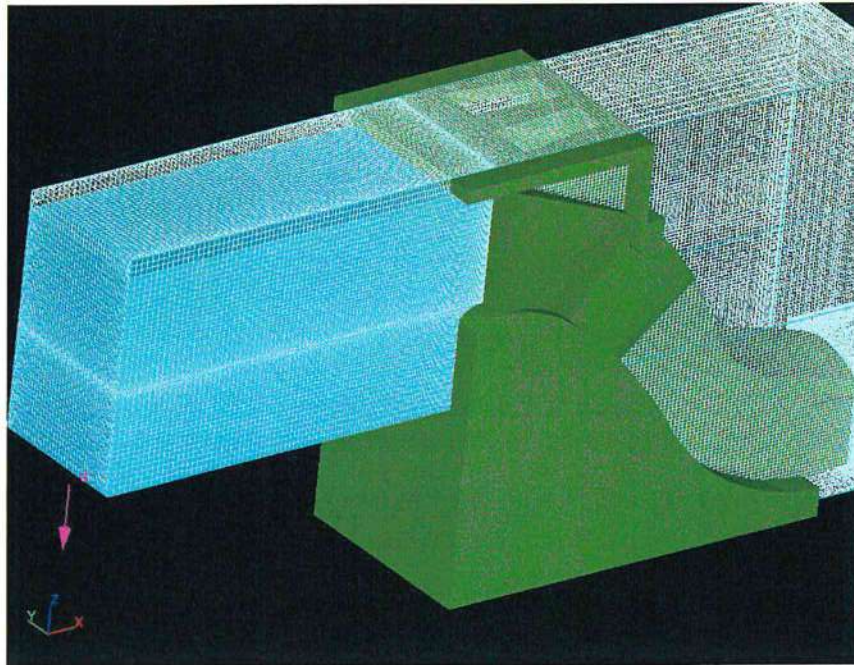
### 5.3.2. Ndërtimi I Rrjetave (Mesh)

Ne modelet numerike CFD, sic u përmend Mesh është një ndarje e vëllimit të kontrollit (flow domain) në rajone të vogla të quajtura qelizave, në të cilat llogariten vlerat numerike të parametrave si shpejtësia dhe presioni.

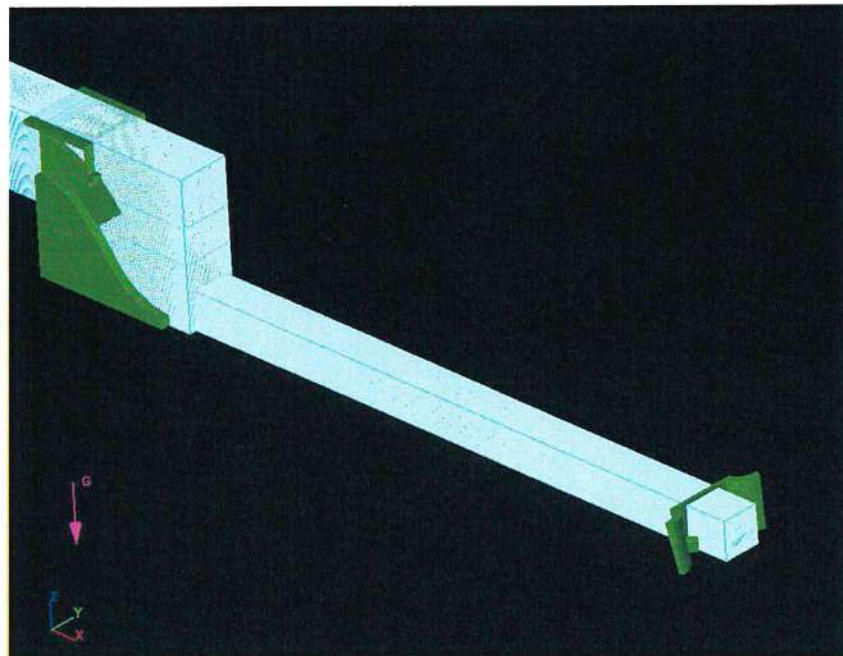
Percaktimi i Mesh dhe dimensionet e qelizave në mënyrën e duhur për gjeometrinë e projektit tone është një pjesë esenciale për ecurinë e simulimit numerik. Percaktimi i rrjetës Mesh dhe madhësia e qelizave do të ndikojnë sëbashku në saktësinë e rezultateve si dhe në kohezgjatjen e simulimit ndaj është e domosdoshme që të minimizohet sasia e qelizave por ndërkohë rezulucioni (niveli i saktësisë së rezultatit) të jete i mjaftueshem për të vlersuar tipare të rëndësishme të gjeometrisë së objektit si dhe parametrave të rrjedhës.

Një mënyrë efektive për të percaktuar dimensionet e rrjetës është që të nisemi nga vlera të larta të dimensioneve të Mesh dhe me pas në mënyrë progressive të reduktojmë dimensionet e Mesh derisa rezultatet të mos pesojnë ndryshime sinjifikative si pasojë e ndryshimeve të Mesh.

Fillimisht modeli jone është realizuar me dimensione të Mesh 1m , me pas dimensionin i qelizave është reduktuar 0.6m deri 0.5m sipas nivelit të saktësisë dhe tipareve të gjeometrisë.



*Pamje e Mesh bjefi I siperm*

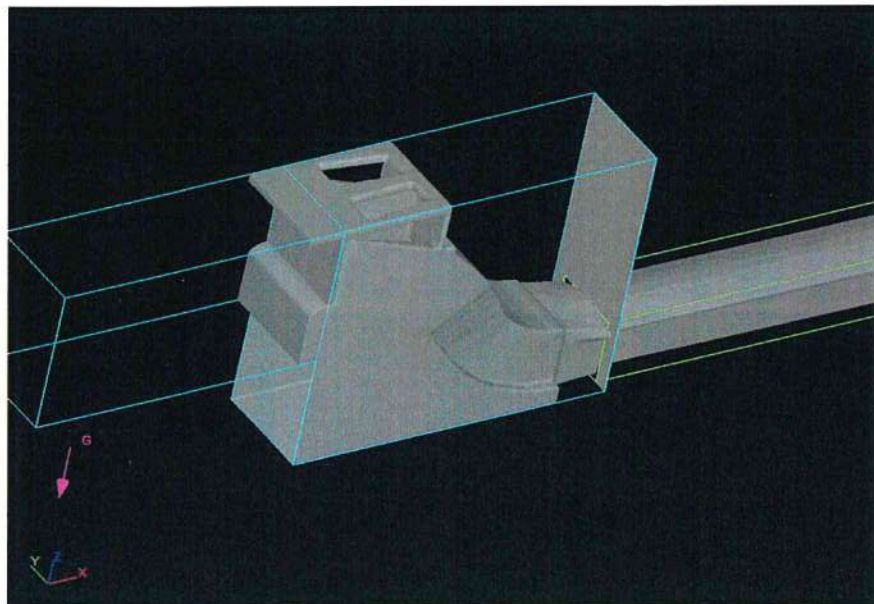


*Pamje e Mesh bjefi I poshtem*

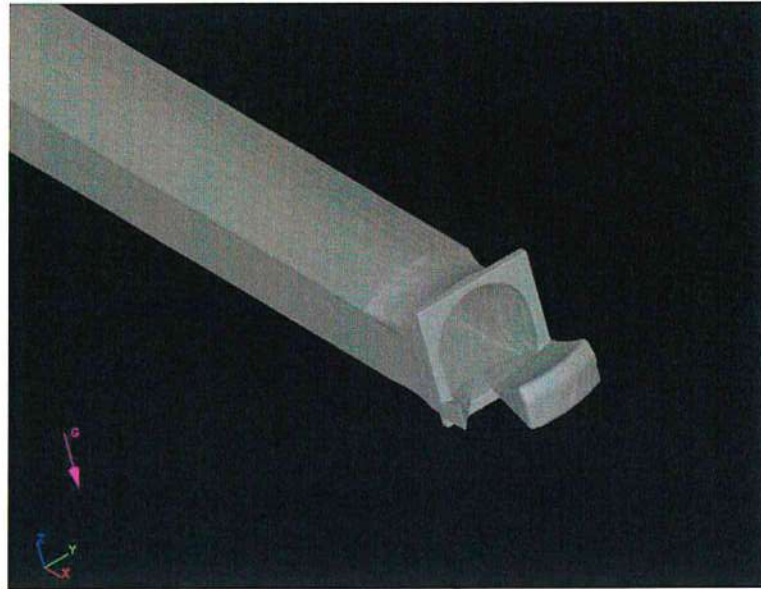
Me poshte ne forme tabelare dimensionet e qelizave te Mesh, per secilin nga simulimet e realizuara:

Emertim	Emertim Mesh block	$\Delta x$		$\Delta y$		$\Delta z$		Numri I qelizave
		Min (m)	Max (m)	Min (m)	Max (m)	Min (m)	Max (m)	
Simulim 1 Q=2059m <sup>3</sup> /sek	Diga	0.099	0.898	0.2	0.66	0.099	0.917	358248
	Trupi i Digës	0.199	0.654	0.499	0.499	0.494	0.515	714736
	Tuneli	0.199	0.425	0.2	0.43	0.199	0.435	1488375
Simulim 2 Q=1924m <sup>3</sup> /sek	Diga	0.5	1.52	0.5	1.28	0.5	1.47	20790
	Trupi i Digës	0.5	0.799	0.7	0.7	0.5	0.91	256432
	Tuneli	0.2	0.6	0.2	0.65	0.2	0.66	947340
Simulim 3 Q=1129m <sup>3</sup> /sek	Diga	0.5	1.52	0.5	1.28	0.5	1.47	20790
	Trupi i Digës	0.5	0.799	0.7	0.7	0.5	0.91	256432
	Tuneli	0.2	0.6	0.2	0.65	0.2	0.66	947340
Simulim 4 Q=554m <sup>3</sup> /sek	Diga	0.5	1.52	0.5	1.28	0.5	1.47	20790
	Trupi i Digës	0.5	0.799	0.7	0.7	0.5	0.91	256432
	Tuneli	0.2	0.6	0.2	0.65	0.2	0.66	947340

Permes opsionit Favor eshte vlersuar nivelin e rezolucionit perpara cdo simulimi



Vlersimi I modelit per rastin e simulimit Nr. 1

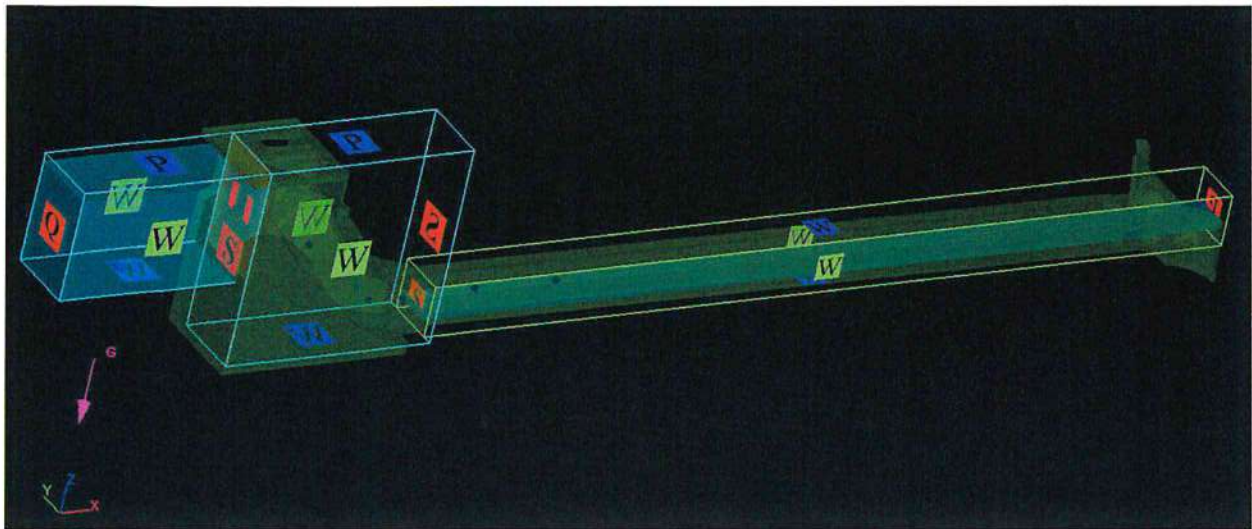


#### 5.4. KUSHTET KUFITARE, DHE KUSHTET FILLESTARE (BOUNDARY AND INITIAL CONDITION)

Percaktimi i kushteve kufitare ka një impact jo të vogël në mënyrën sesi programi përgjigjet kushteve të caktuara. Flow 3D ka disa opsione për të përcaktuar kushtet kufitare, përkatesisht:

- *Continuative*: Nënkupton zero gradient në kufi
- *Grid overlay*: Vazhdon llogaritjet duke shfrytëzuar si pikënisje fundin e llogaritjeve të kufirit të mëparshëm
- *Outflow*: Përdorni një kusht rrezatimi Sommerfeld për të vlerësuar në mënyrë dinamike kushtet kufitare.
- *Periodic*: Kufijtë periodikë aplikohen në çifte dhe çdo lëng që del përmes njërit kufi rifutet përmes kufirit tjetër në çift.
- *Specified pressure*: Specifikojmë presionin në kufi. Nëse është specifikuar niveli i ujit, presioni në kufi do të ndjek shpërndarjen hidrostatike.
- *Specified velocity*: Specifikon shpejtësinë në hyrje të kufirit
- *Symmetry*: Zbaton një kusht me gradient zero në kufi, si dhe një kusht të shpejtësisë zero normale për kufirin.
- *Volume flow rate*: Specifikon vlerën e prurjes në hyrje
- *Wall*: Aplikon kushtet kur nuk shfaqen rreshqitje në kufijte, rasti kur shpejtësia është perpendicular me kufijt.
- *Wave*: Shpejtësia ndjek një ecuri periodike të përcaktuar

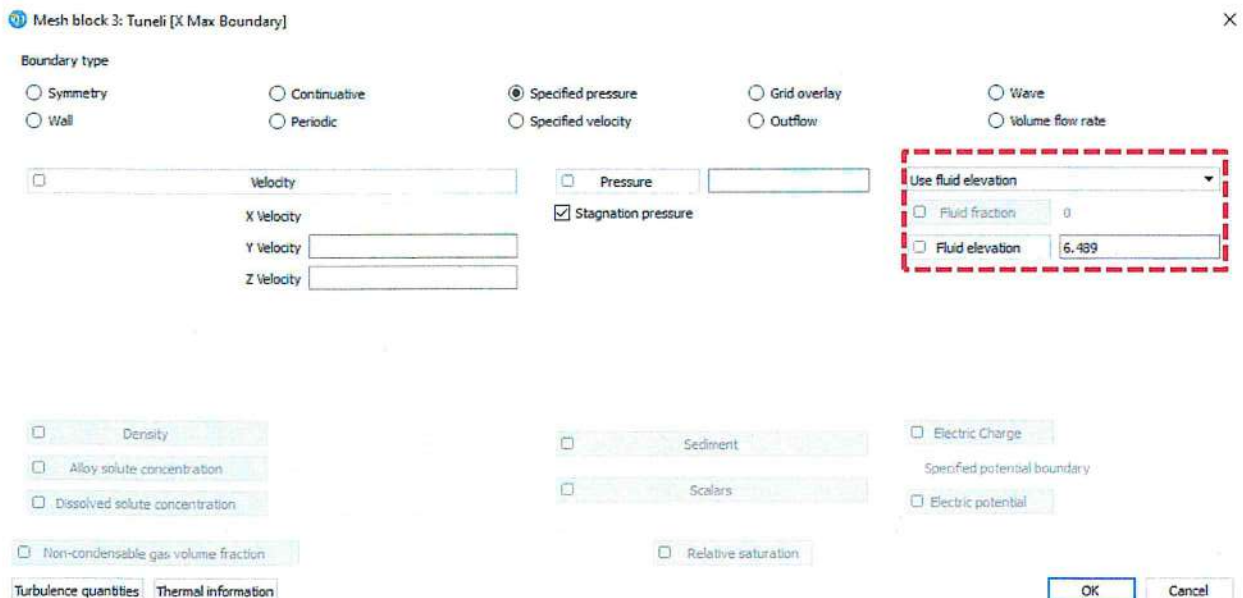
Me poshtë paraqesim kushtet kufitare të aplikuar për të gjitha simulimet e realizuara:



Paraqitje e kushteve kufitare

Ne modelin tone kemi specifikuar sipas rastit:

- ✓ Prurjen ne hyrje (Q),
- ✓ Kontaktin me muret anesore (W),
- ✓ Siperfaqen e lire te ujit me (P) e cila pozicionohet pak me siper nivelit maksimal te pritshem te ujit, duke marr parasysh valezimet qe mund te krijohen.
- ✓ Nivelin e ujit ne bjeftin e poshtem (P). Nga verifikimet ne vend rezultoi tuneli te punoj l mbytur (prej ndertimit te Hec Ashta). Ketu kemi specifikuar:



Persa l perket kushteve fillestare, eshte specifikuar elementi: **Fluid Region**. Jane modeluar dy te tilla, bjefti l siperm dhe bjefti l poshtem ku eshte specifikuar shtresa e ujit ne tunel.

## 5.5. KRIJIMI I PIKAVE TE MATJEVE NE VEPER GJATE SIMULIMIT

Me qellim realizimin e matjeve ketij qellimi, pra krijimi I disa pikave per realizimin e matjeve dhe marrjen e rezultateve te llogaritjeve gjate simulimit, software Flow 3D na vendos ne dispozicion dy opsione:

- Baffles
- Prob points

1-Ne rastin krijimit te nje **"Baffle"** e percaktuar si *"Define as Flux Surface"* na lejon te caktojme nje seksion terthor me rjedhen ne nje pozicion te caktuar, nga ku perftojme vlerat e prurjes.

2-Ne rastin e krijimit te **"Prob Points"**, ketu kemi mundesine qe te pozicionojme disa pika me pozicion te caktuar (x,y,z) te cilat gjenerojne parametra te llogaritura me mjaft interes.

Ne model kemi percaktuar Baffle:

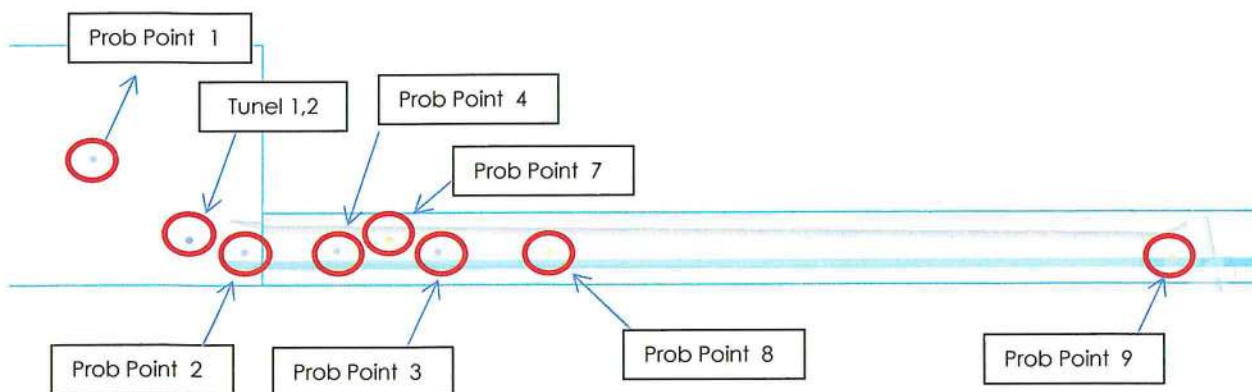
Emri: Matje Prurje

X Coordinate: 7.302

Te Limiters percaktojme, Z Low: 30

Ndersa Prob Point, te permbledhura ne forme tabelare:

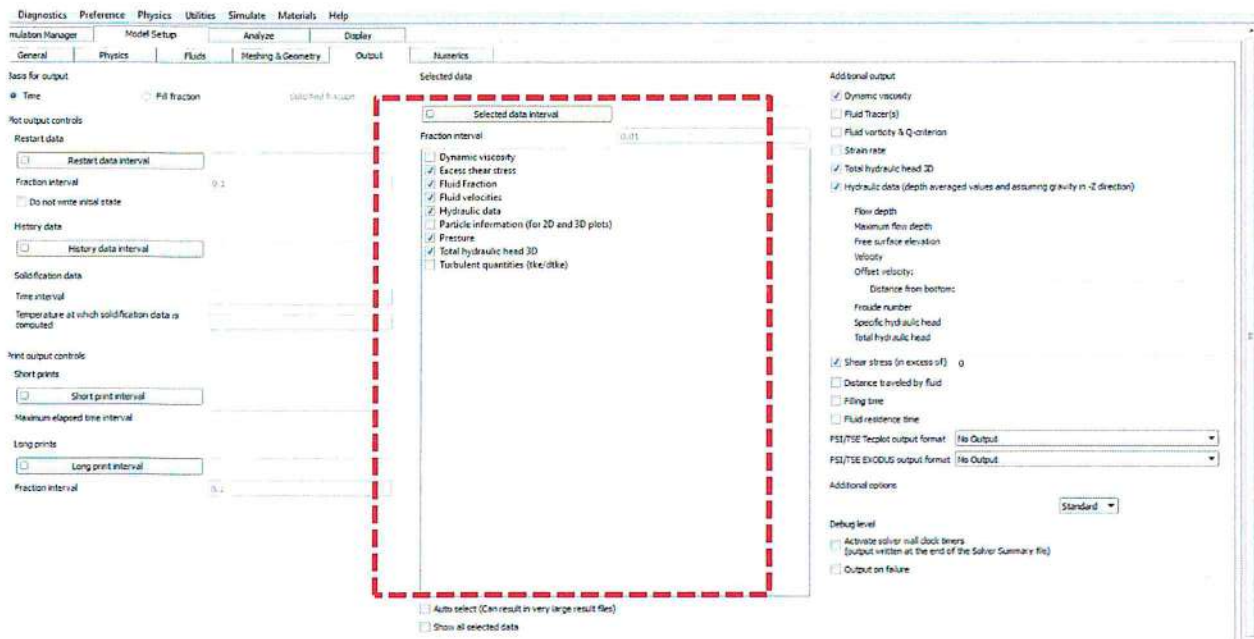
Emertim \ Location	X	Y	Z
Prob Point Nr.1	30	18.93	35
Prob Point Nr.2	68.36	22.92	11
Prob Point Nr.4	91.75	22.92	11.36
Prob Point Nr.3	118	22.92	11
Prob Point (Tunel 1)	54.45	19.47	14.2
Prob Point (Tunel 2)	54.45	26.36	14.2
Prob Point Nr.7	105.38	22.88	14.098
Prob Point Nr.8	146.64	22.88	10.79
Prob Point Nr.9	307.00	23.18	8.9



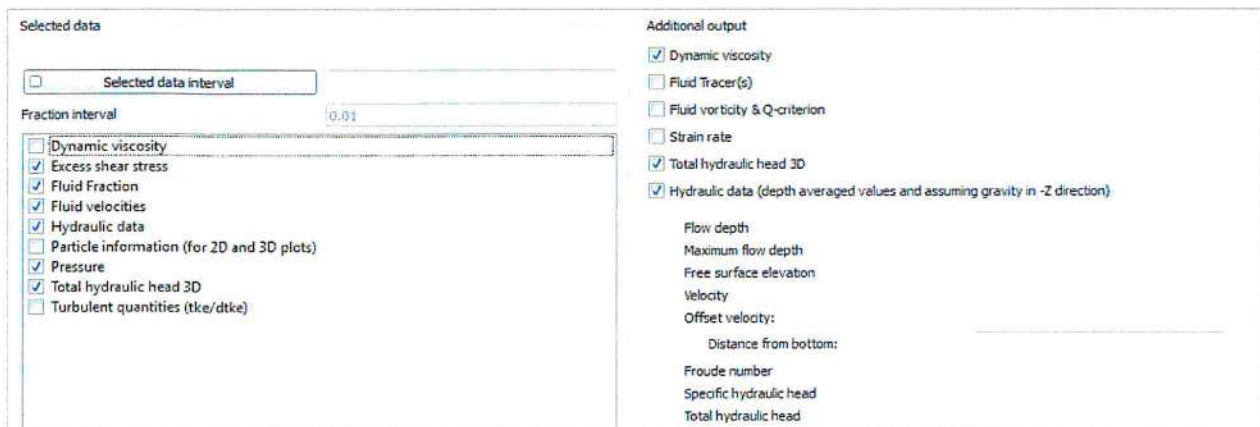
Shpërndarja e "Prob Point" ne gjithe gjatesine e vepres

## 5.6. OUTPUT

Ne kete dritare, pasi kemi ndertuar gjeometrine dhe rrjetin "Mesh" vazhdojme ne vlersimin e parametrave te cilat duam te llogariten gjate simulimit dhe te behen me pas te disponueshme ne formen e renderave, grafik ose tabela.



Elementi me I rendesishem ne kete dritare eshte **Select Data** ku kemi percaktuar te gjithë parametrat te cilat do te llogariten gjate simulimit. Ne interesin e projektit kemi vlersuar si elementet me te rendesishem (pasi ne kete menyre lehtesohet edhe ngarkesa e modelit dhe shkurtohet koha e ekzekutimit):





## 5.7. KOHEZGJATJA E SIMULIMIT

Me qellim marrjen e rezultateve sa me te sakta, eshte e nevojshme qe kohezgjatja e simulimit te jete e tille qe modeli te arrij ne nje qendrushmeri ne vlerat e llogaritura. Fillimisht kohezgjatja e simulimit e perdorur eshte realizuar duke llogaritur shpejtesine paraprake:

$$V = \sqrt{2 \cdot g \cdot H} = \sqrt{2 \cdot 9.8 \cdot 55.47} = 32.97 \text{ m/sek}$$

Ne tentativen e pare eshte perzgjedhur t:

$$t = \frac{L}{V} = \frac{323.724}{32.97} = 9.81 \text{ sek}$$

Me pas kohezgjatja eshte zmadhuar ne baze te vlersimit te rezultateve te arritura, me qellim arrijten e qendrushmerise se vlerave.

## 5.8. REZULTATET E SIMULIMIT NUMERIK

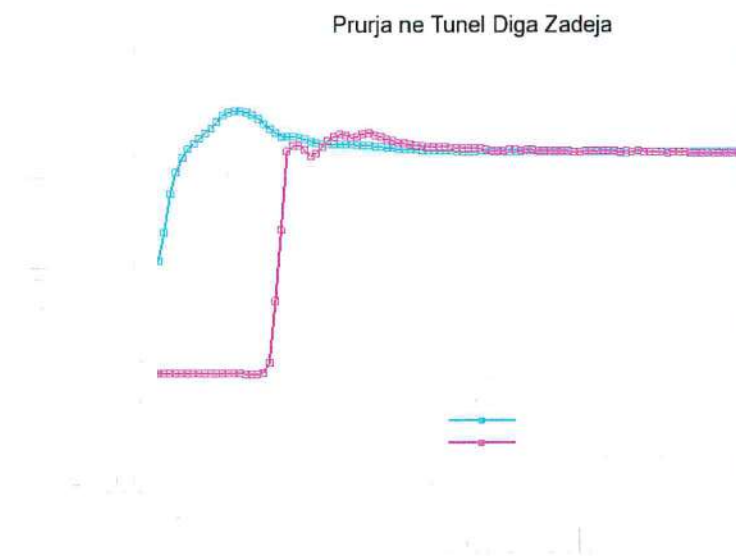
### SIMULIMI NR.1

Per  $Q=2059 \text{ m}^3/\text{sek}$ , me dimensione te qelizave te specifikuara me sipër, ku:

- Finish Time 15 sek
- Kohezgjatja reale e simulimit 8 orë

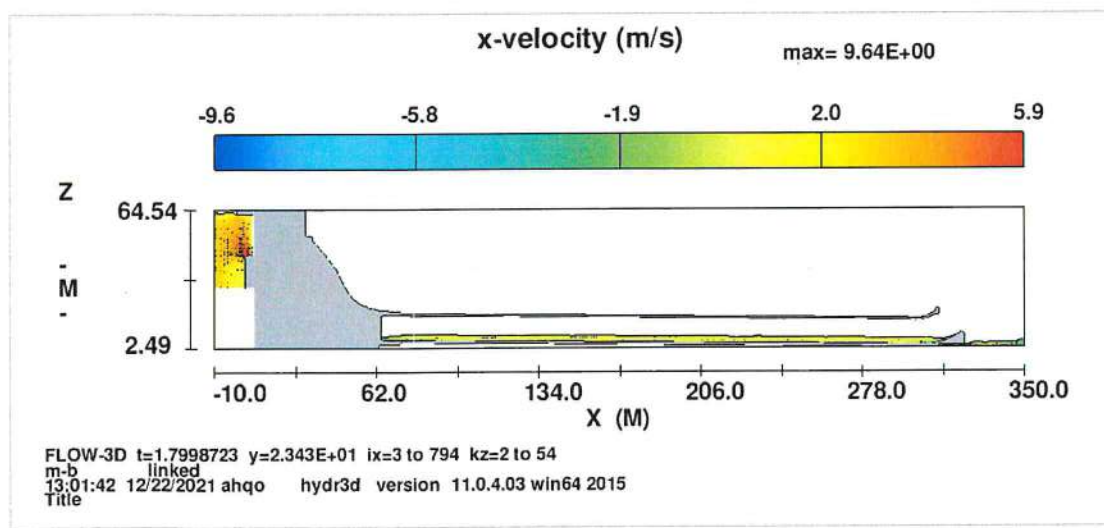
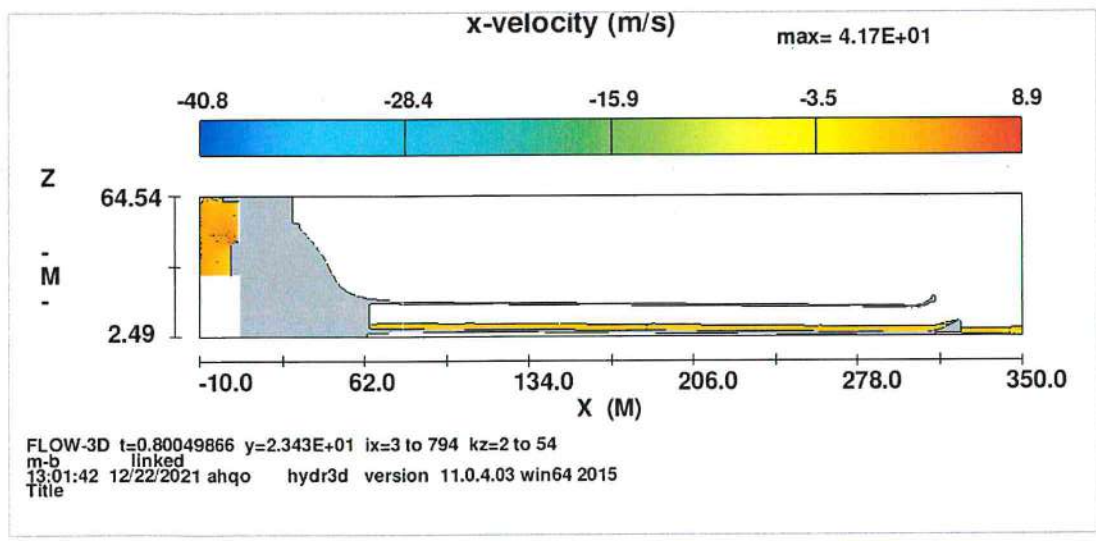
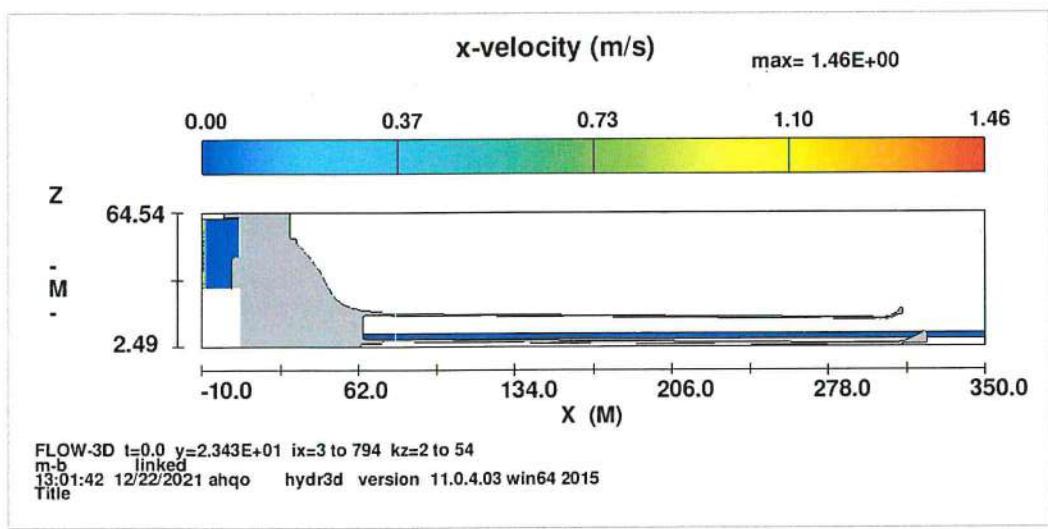
Rezultatet do ti paraqesim ne forme grafike permes FlowSight (pjese e paketes Flow 3D)

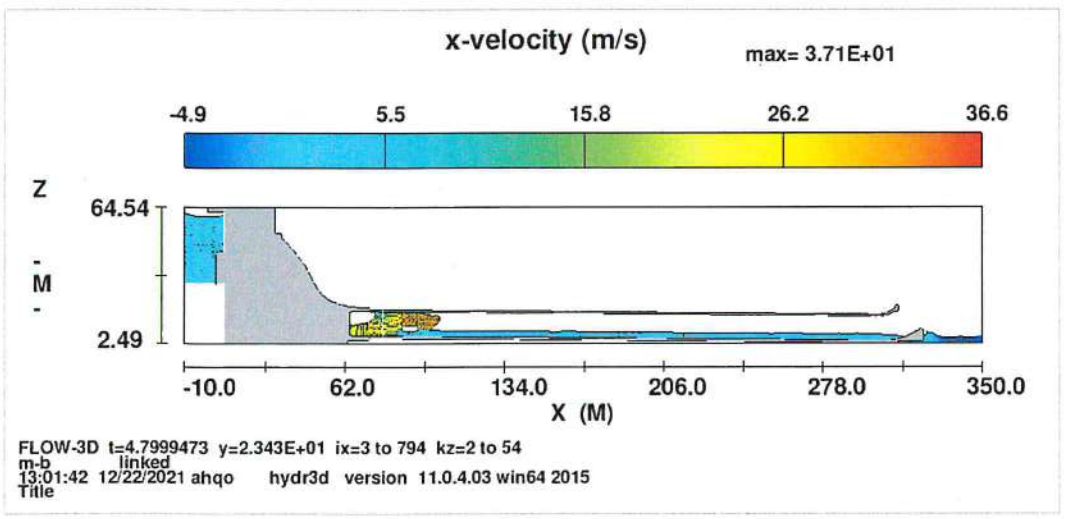
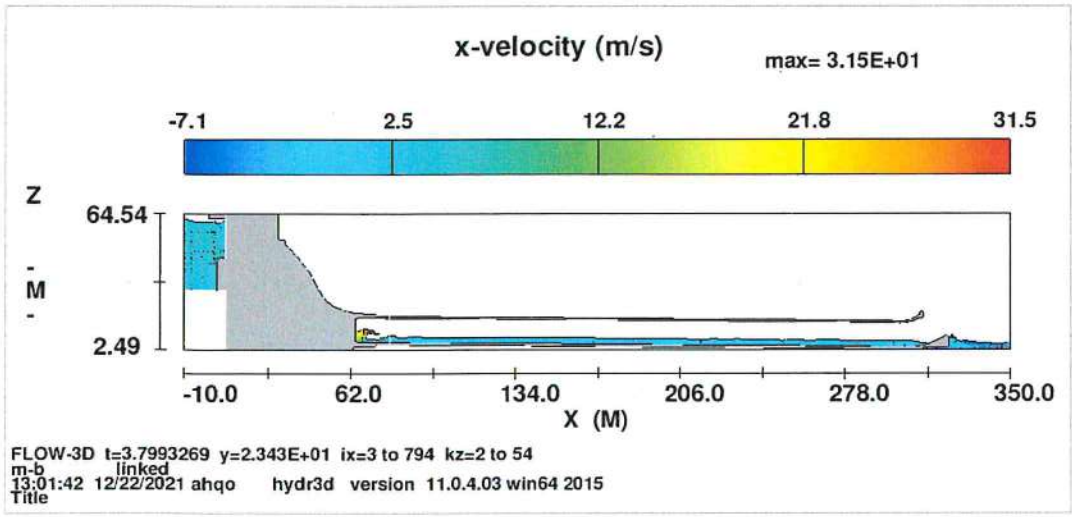
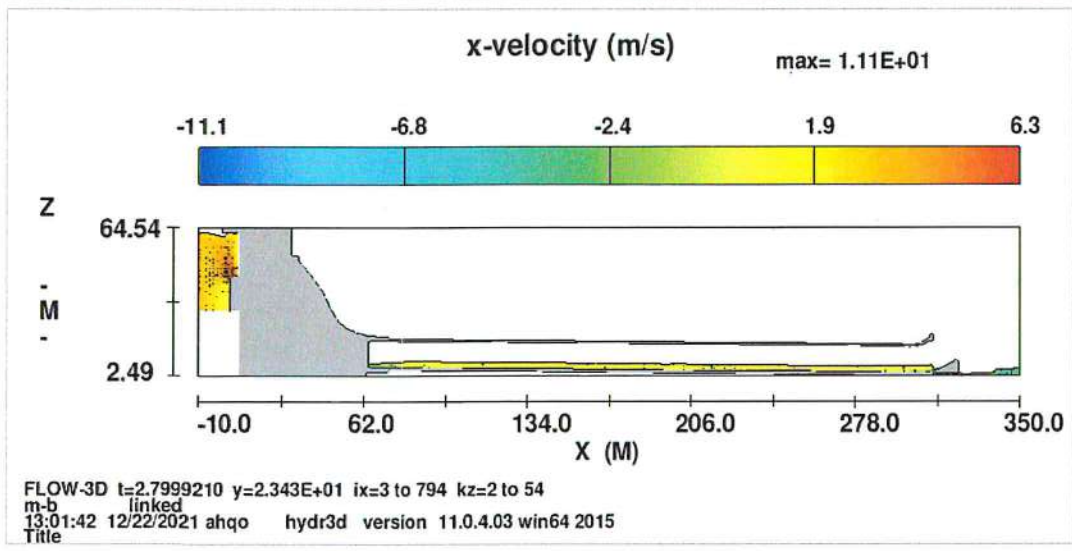
### Prurja ne hyrje te vepres matur ne dy plane :

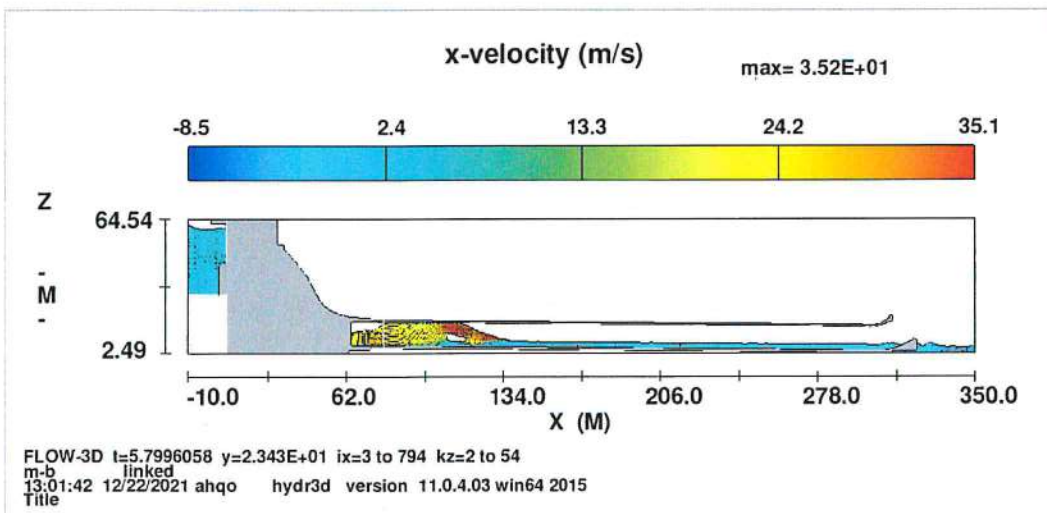
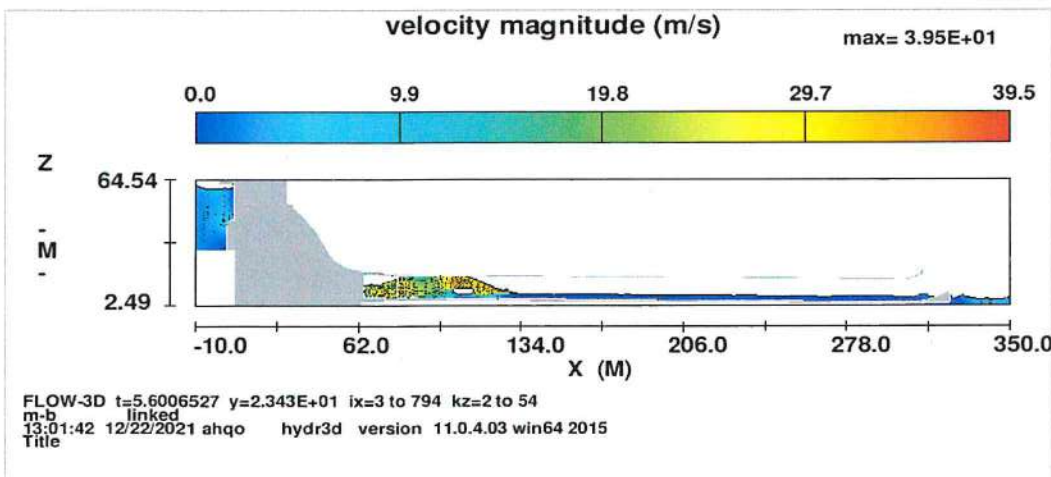
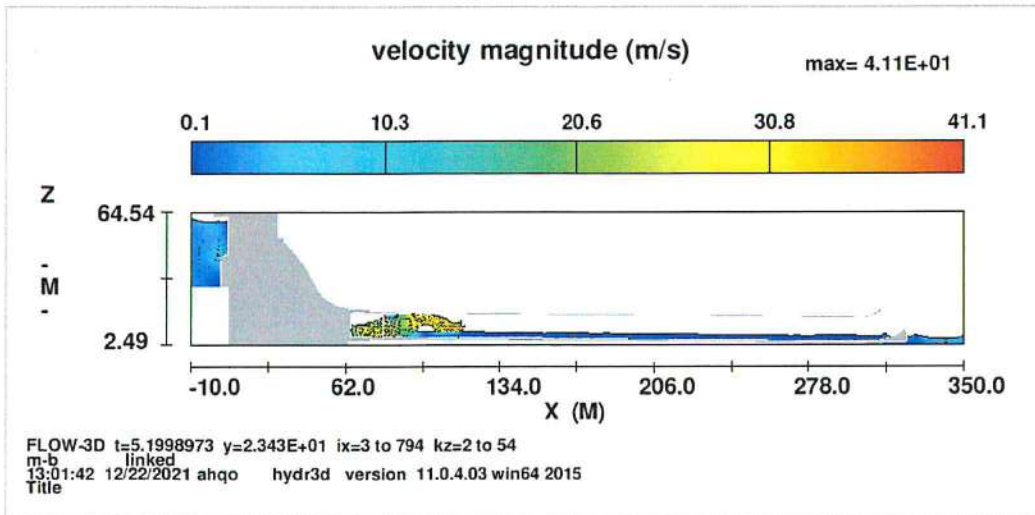


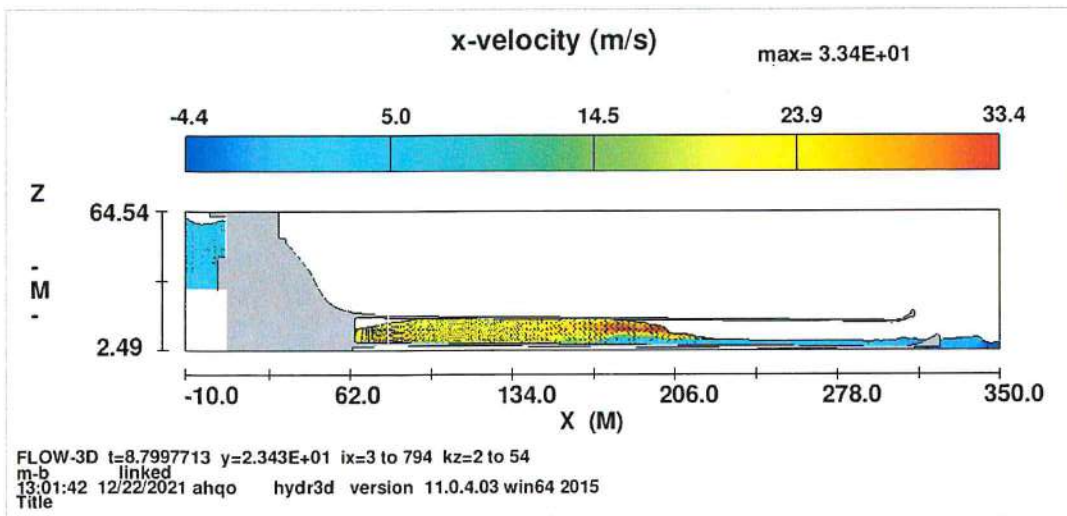
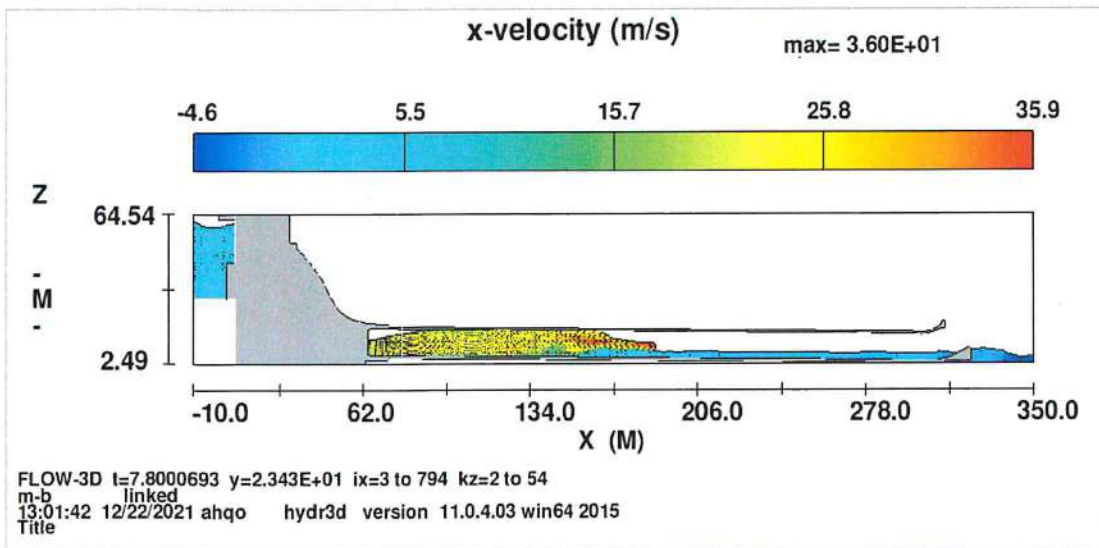
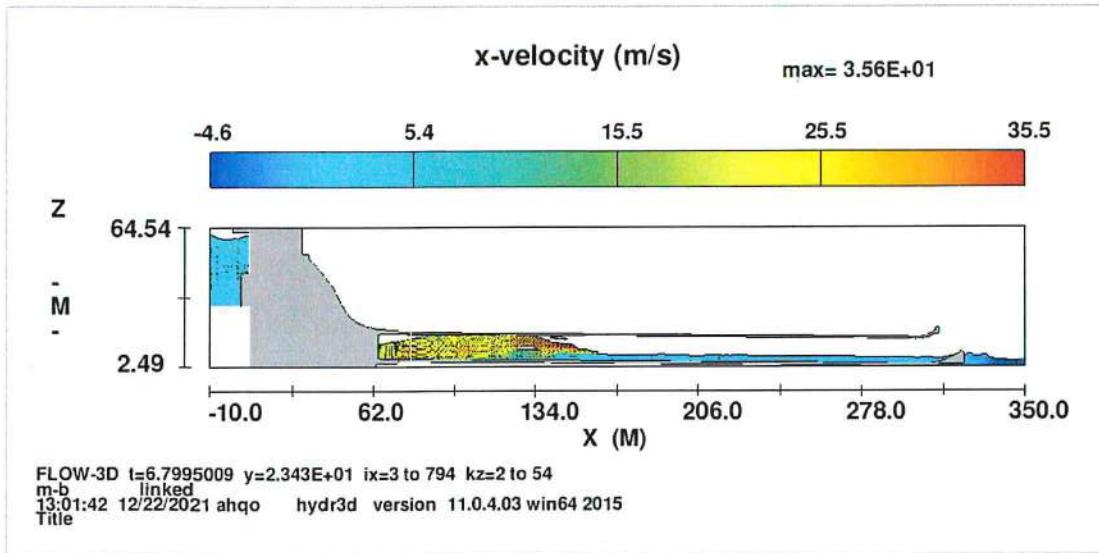
Nga ecuria e grafikut shihet se qendrushmeria e vleres se prurjes pas  $t=5\text{sek}$  nga momenti i fillimit te simulimit.

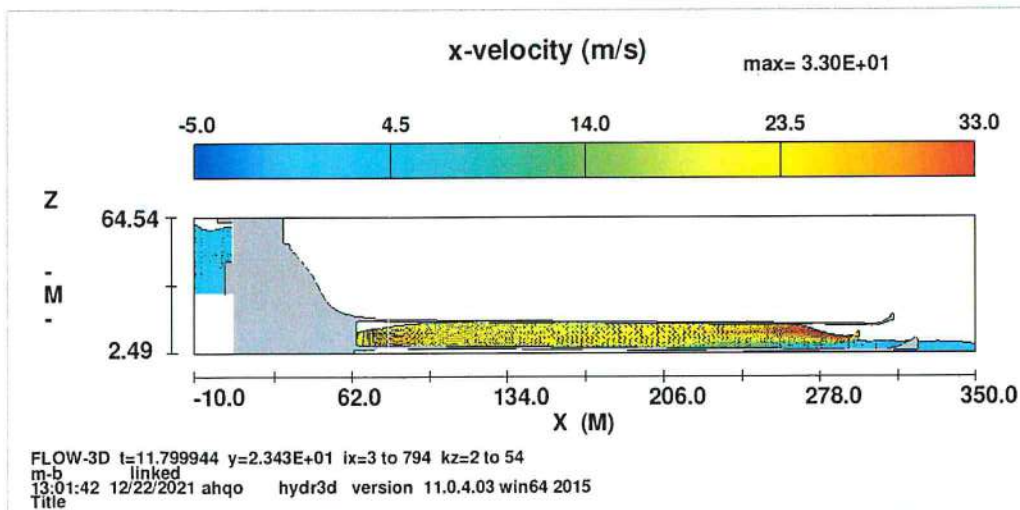
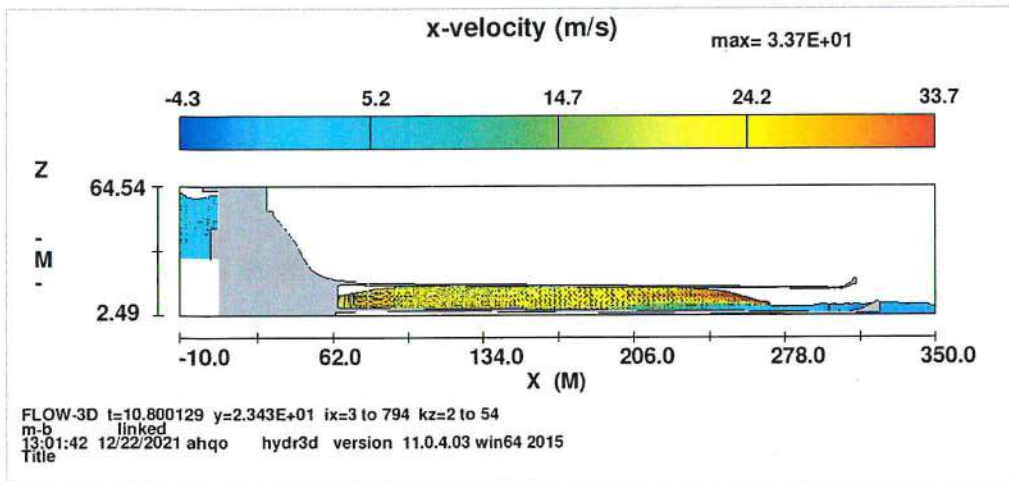
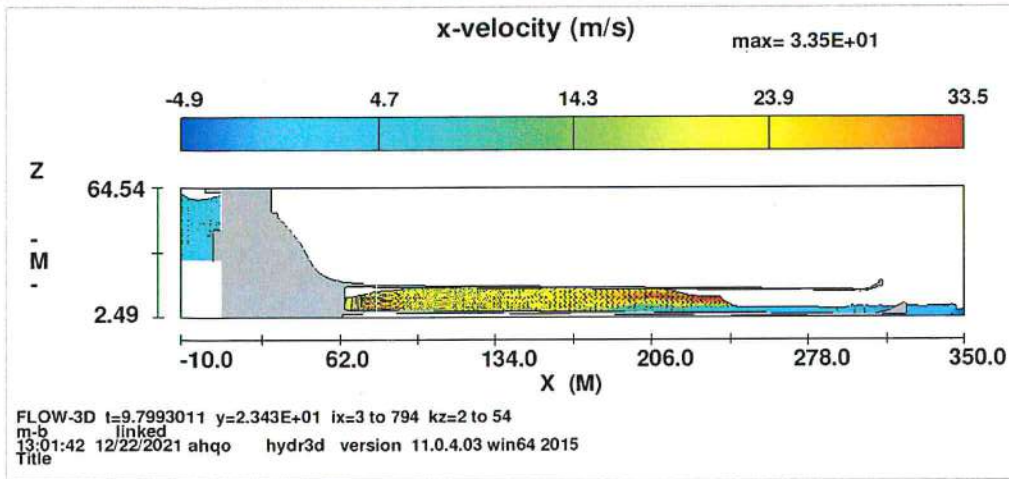
**Ecuria e shpejtesise sipas aksit X ne gjithe gjatesia e vepres:**

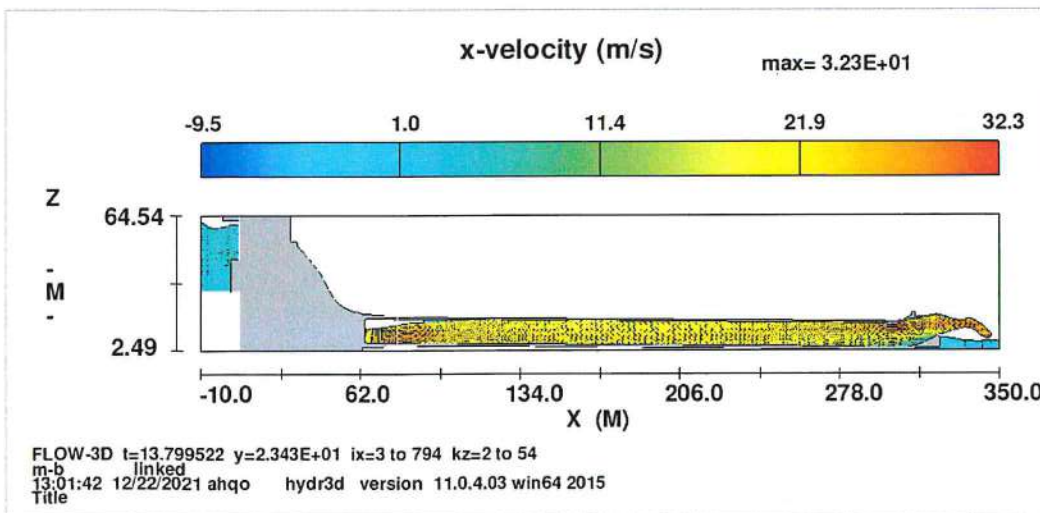
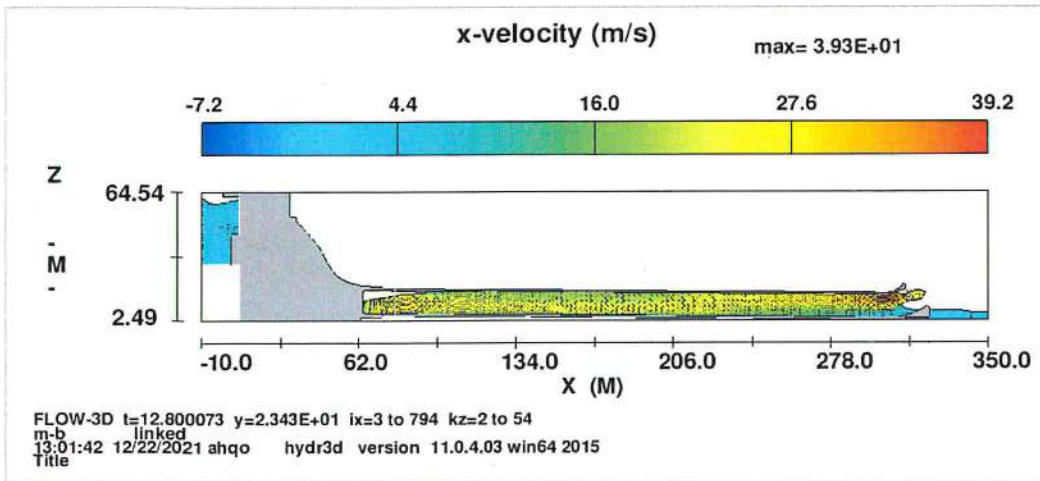
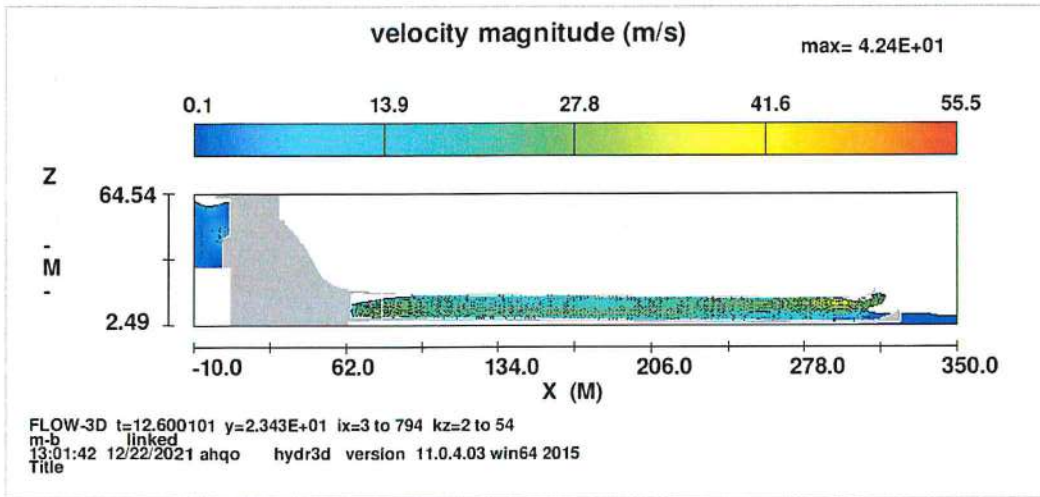


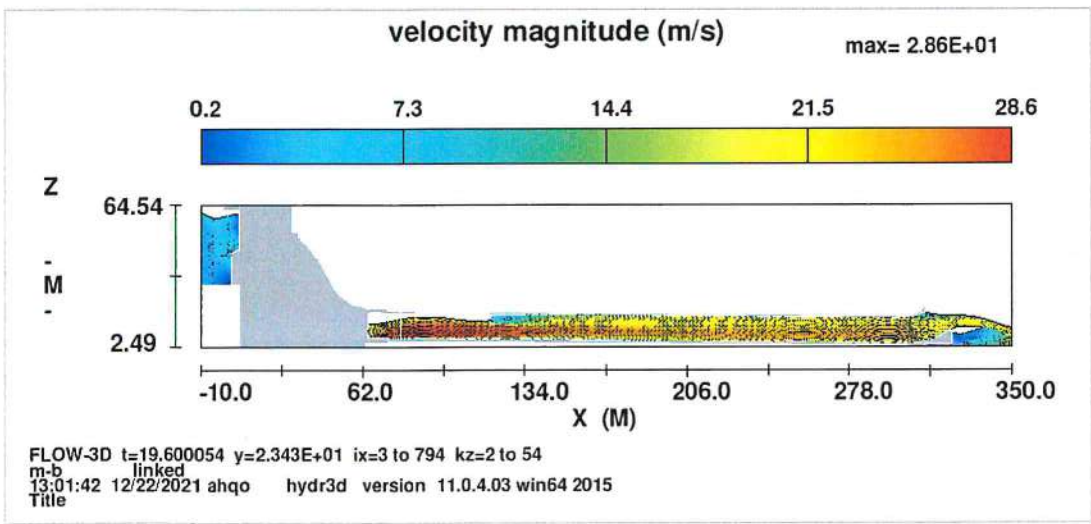
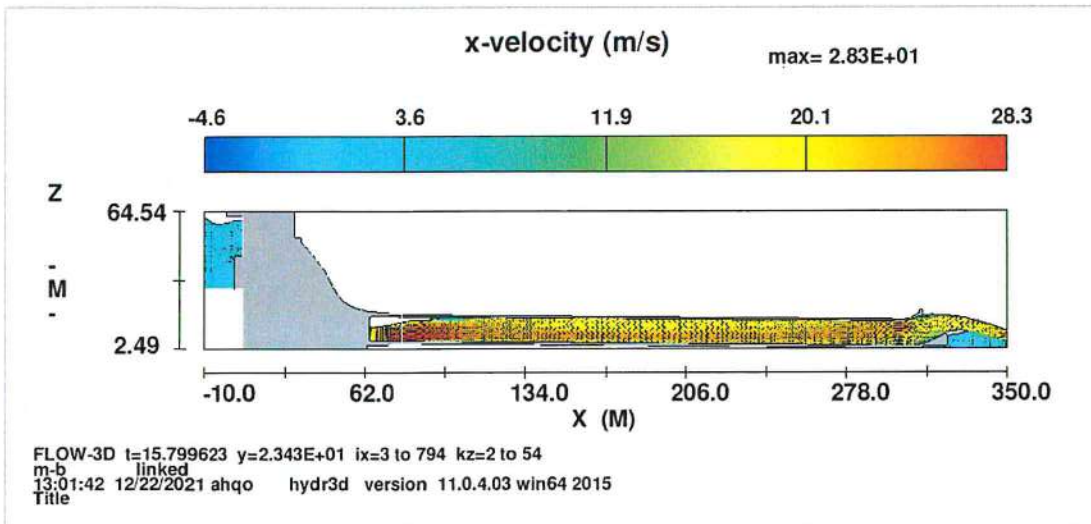
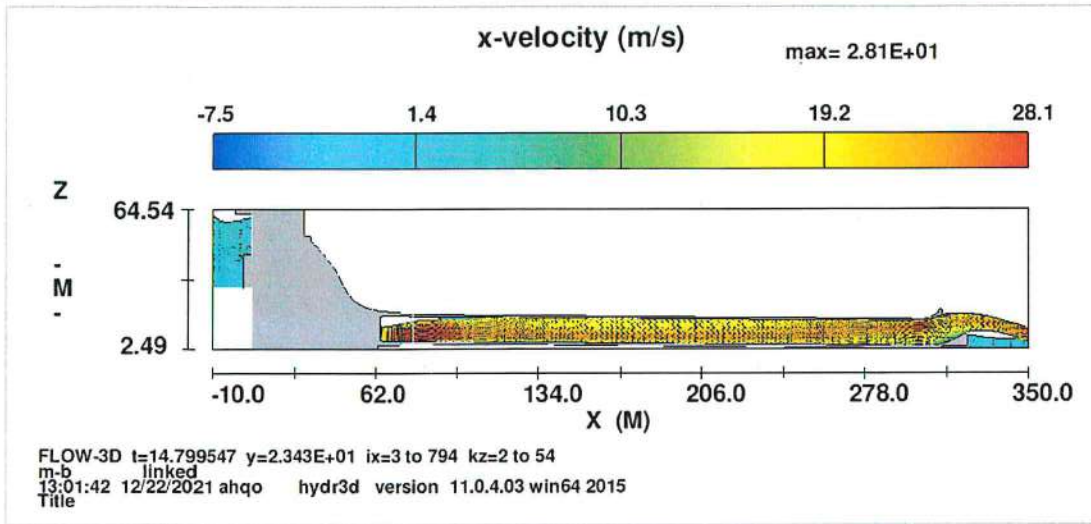




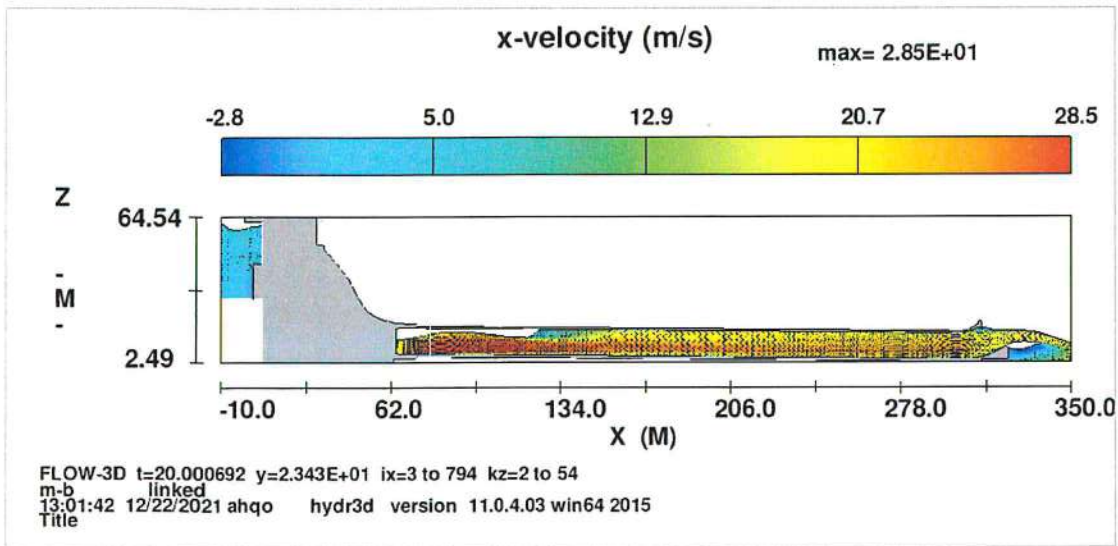




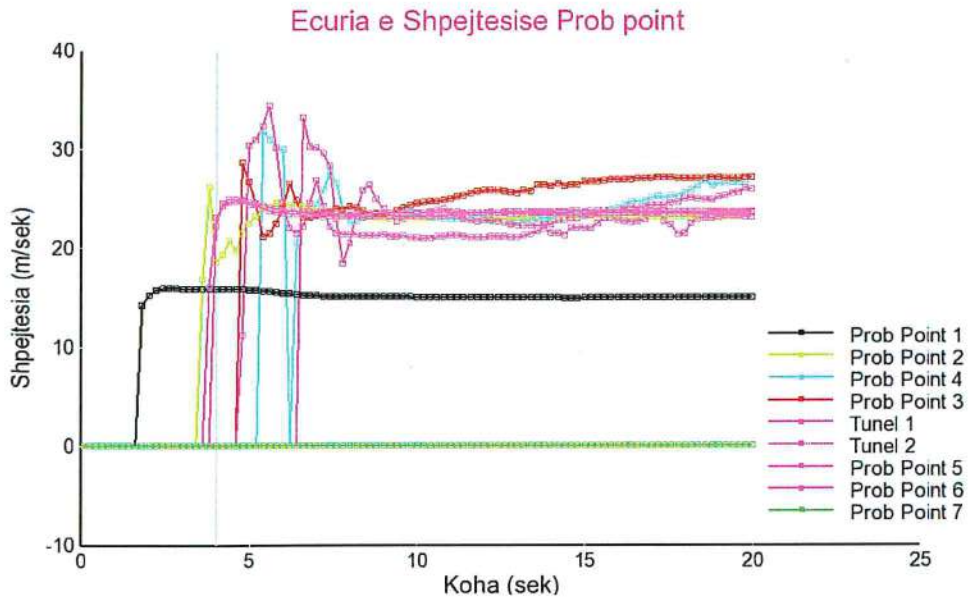




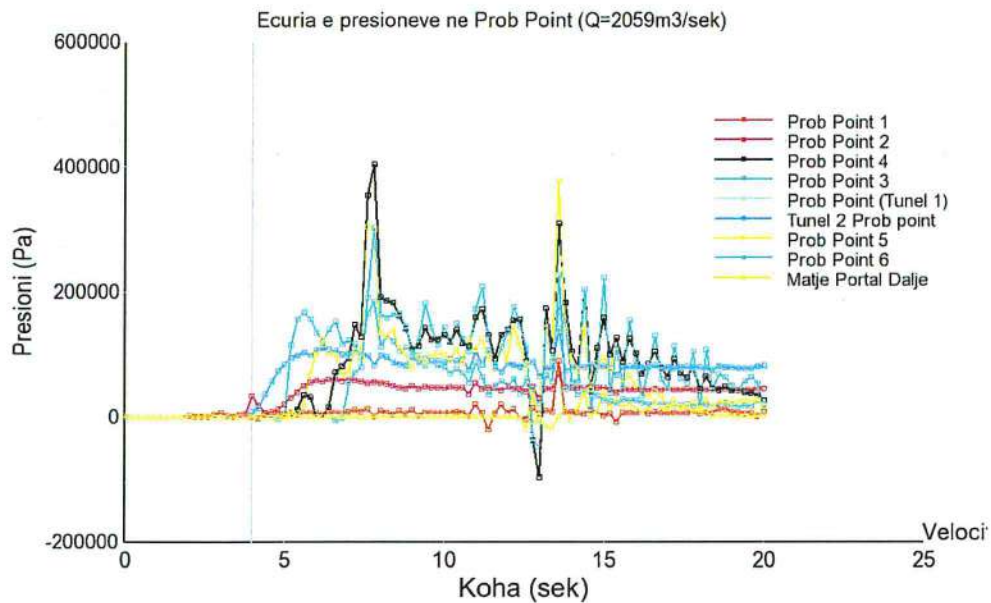




### Ecuria e shpejtesise ne "Prob point"



**Ecuria e presionit per cdo prob point sipas grafikut:**

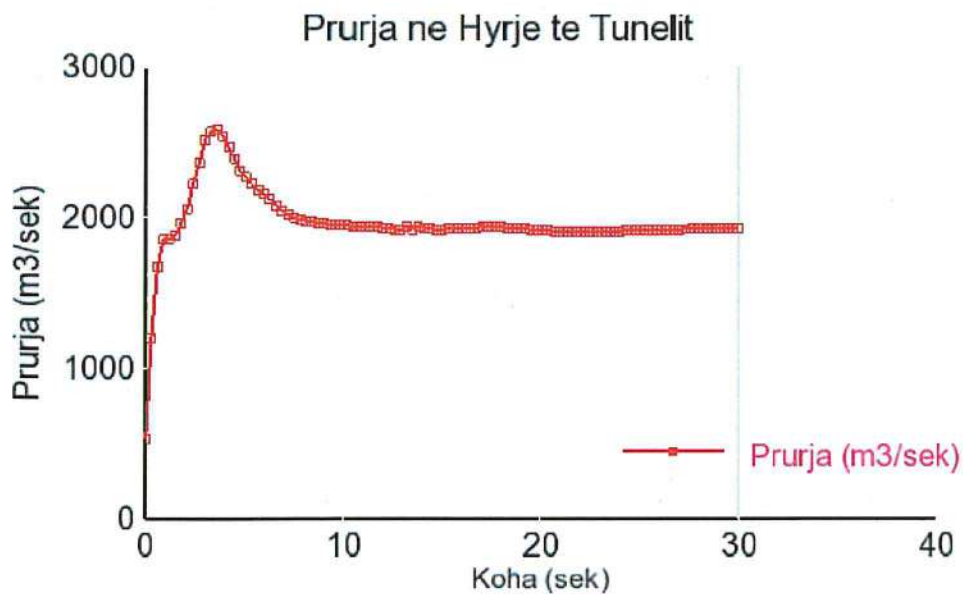


**SIMULIMI NR.2**

Per  $Q=1924 \text{ m}^3/\text{sek}$ , me dimensione te qelizave te specifikuara me siper, ku:

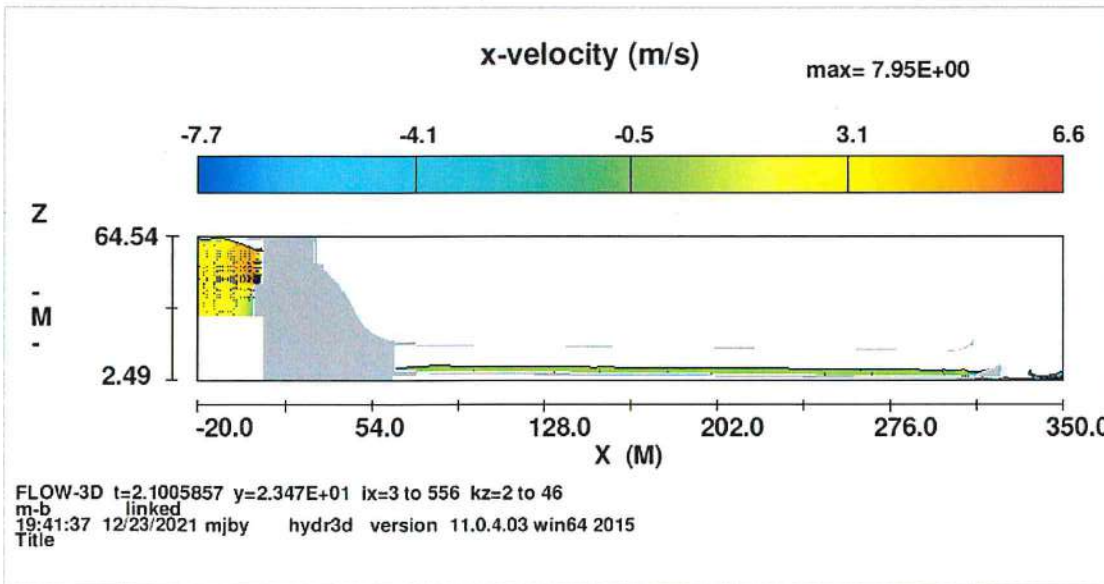
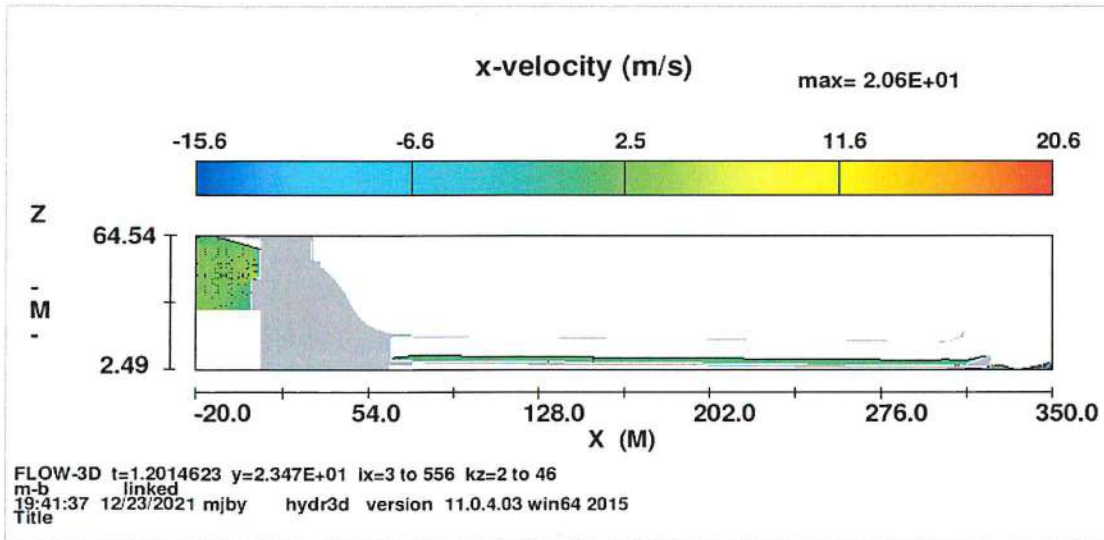
- Finish Time 20 sek
- Kohezgjatja reale e simulimit 3 orë 18min

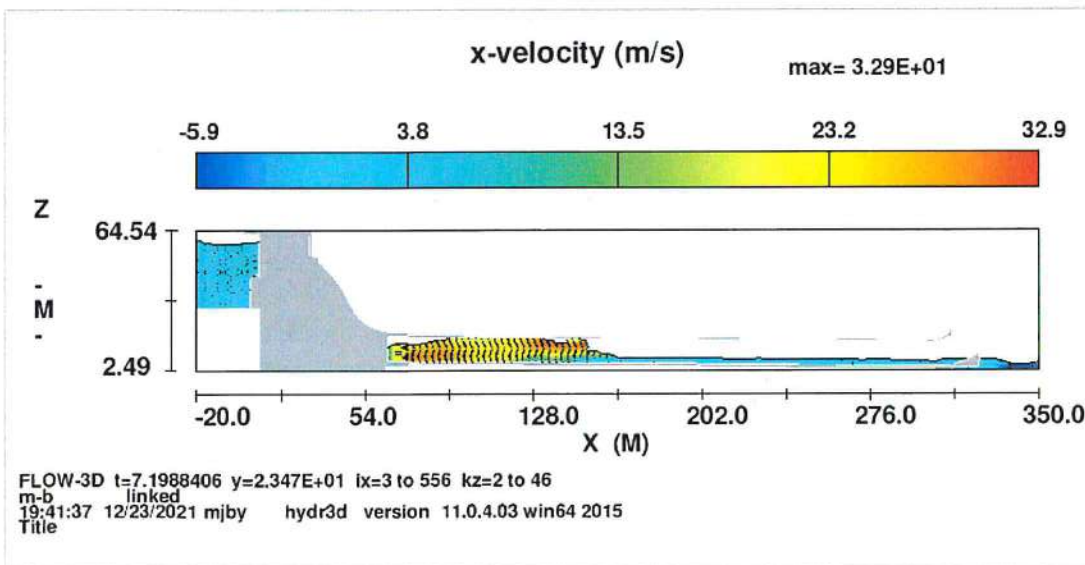
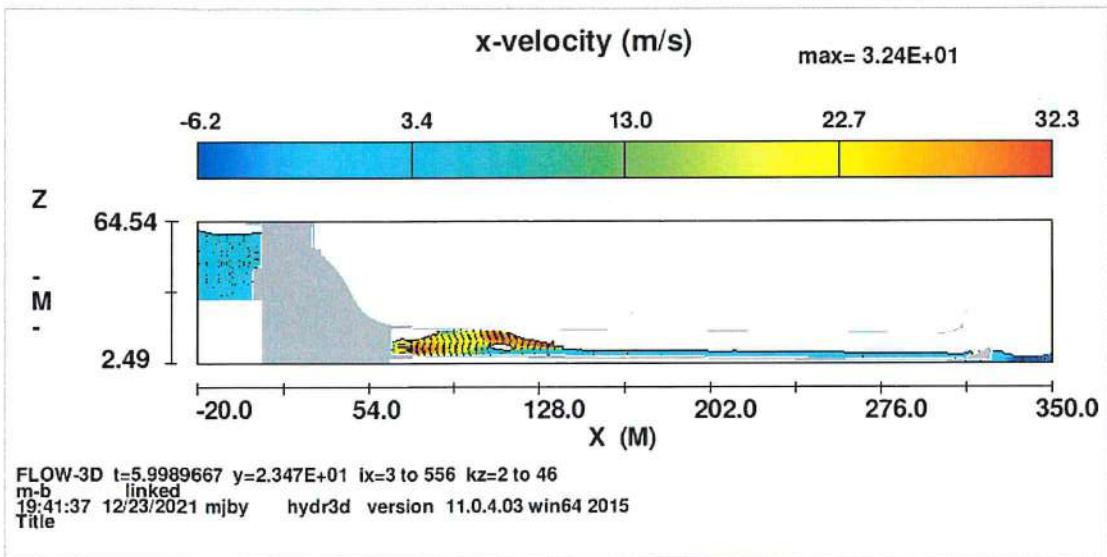
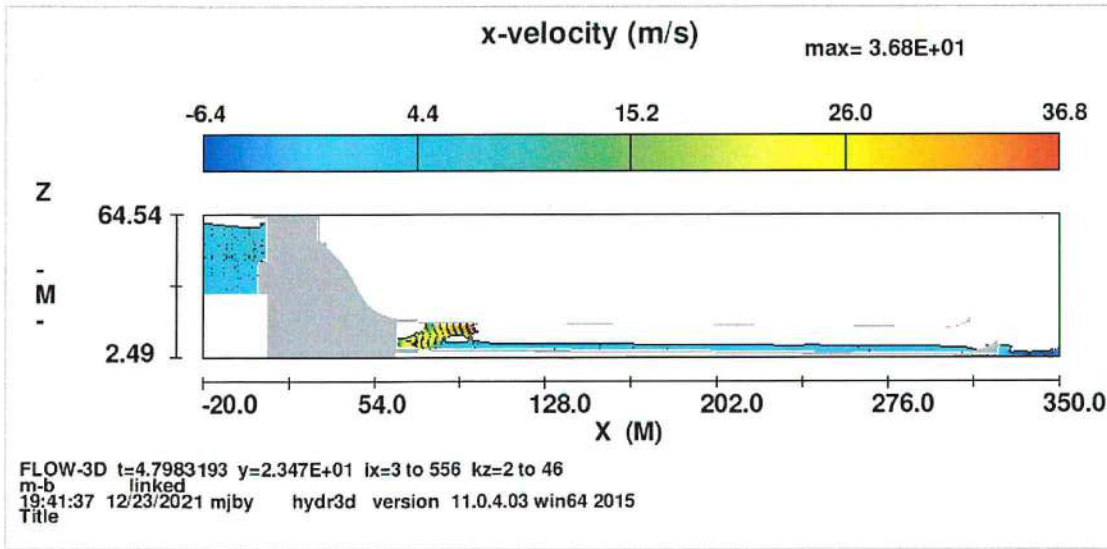
Rezultatet do ti paraqesim ne forme grafike permes FlowSight (pjese e paketes Flow 3D)

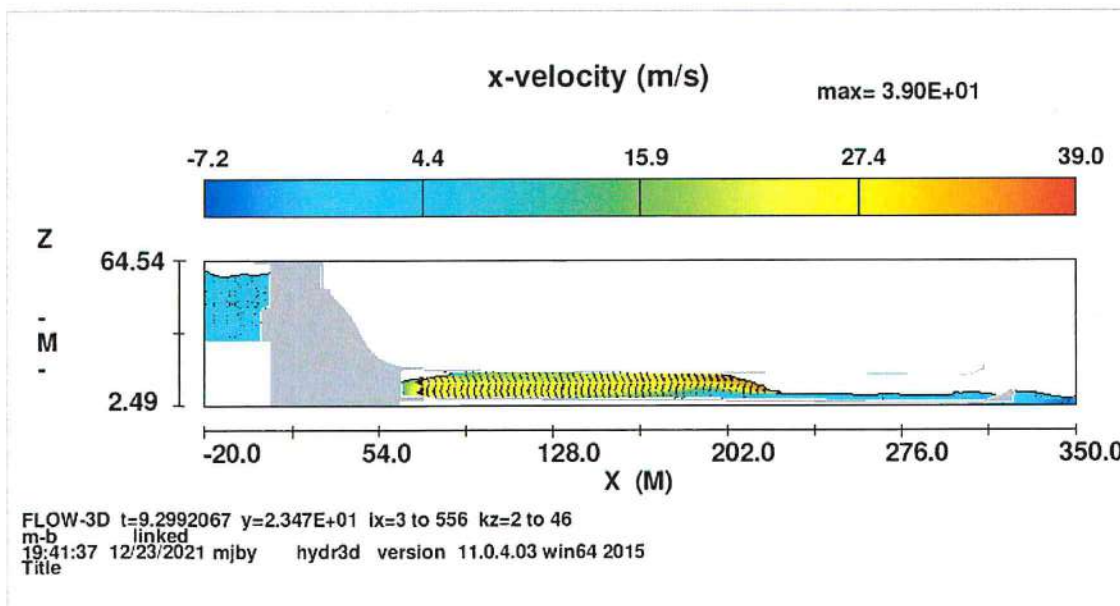
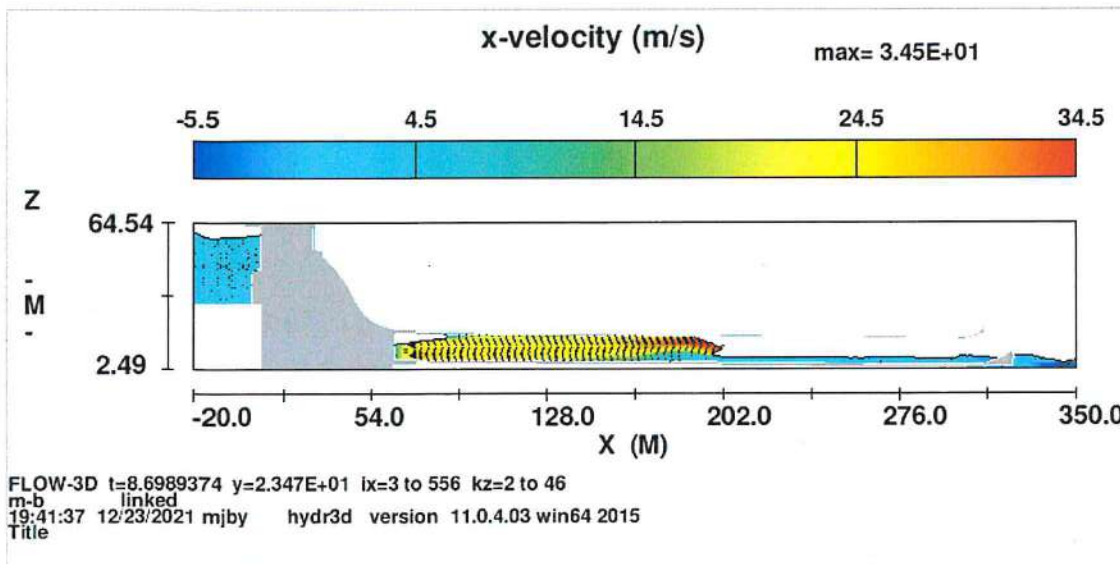
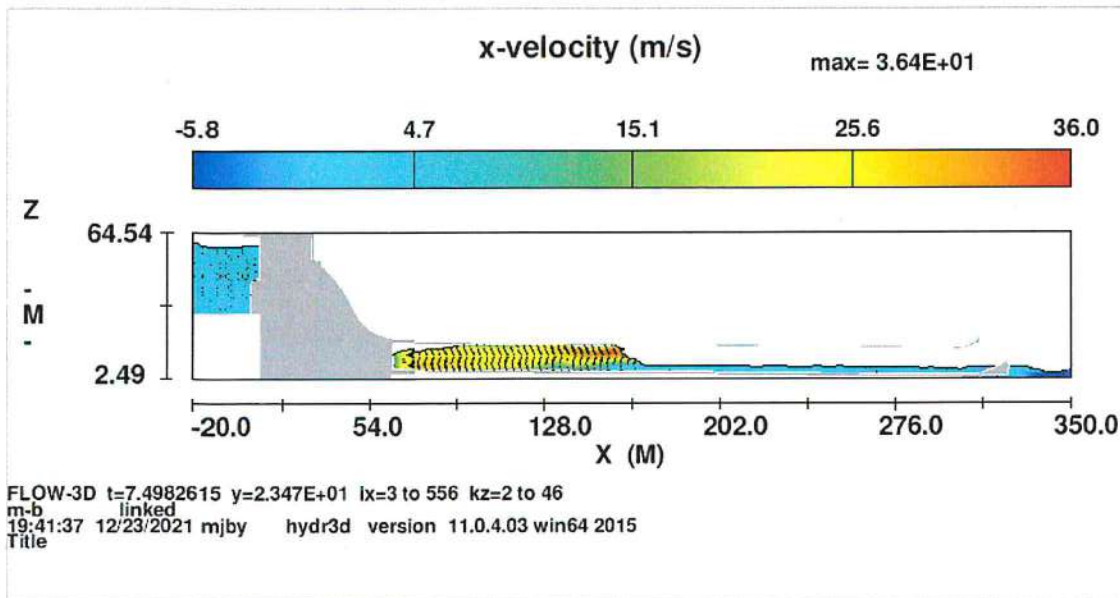


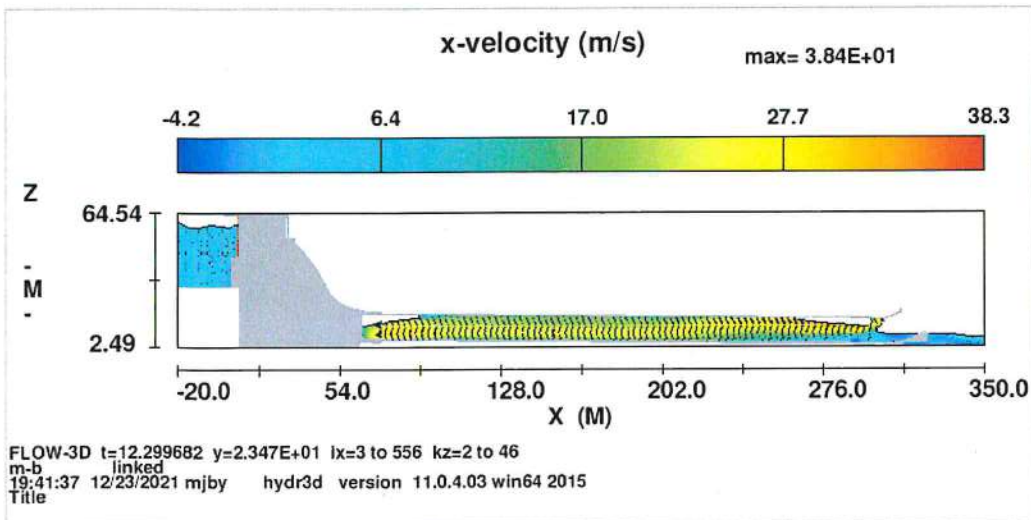
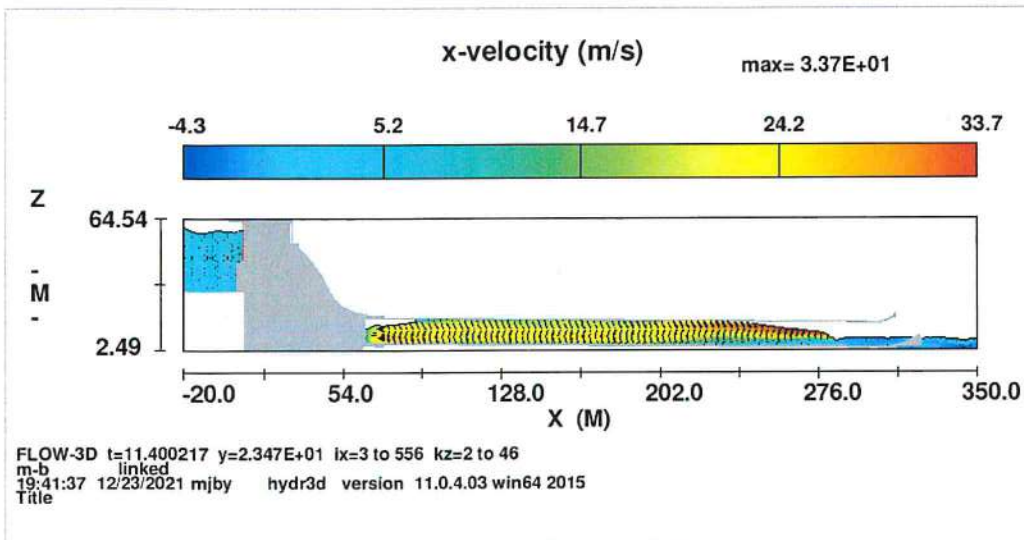
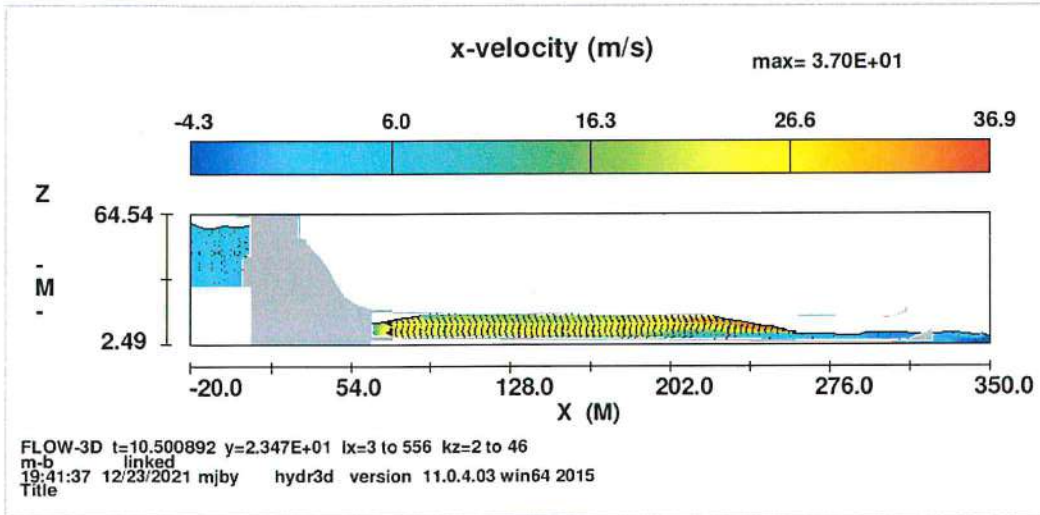
Prurja ne hyrje te tunelit fillon dhe stailizohet pas 10 sek simulim:

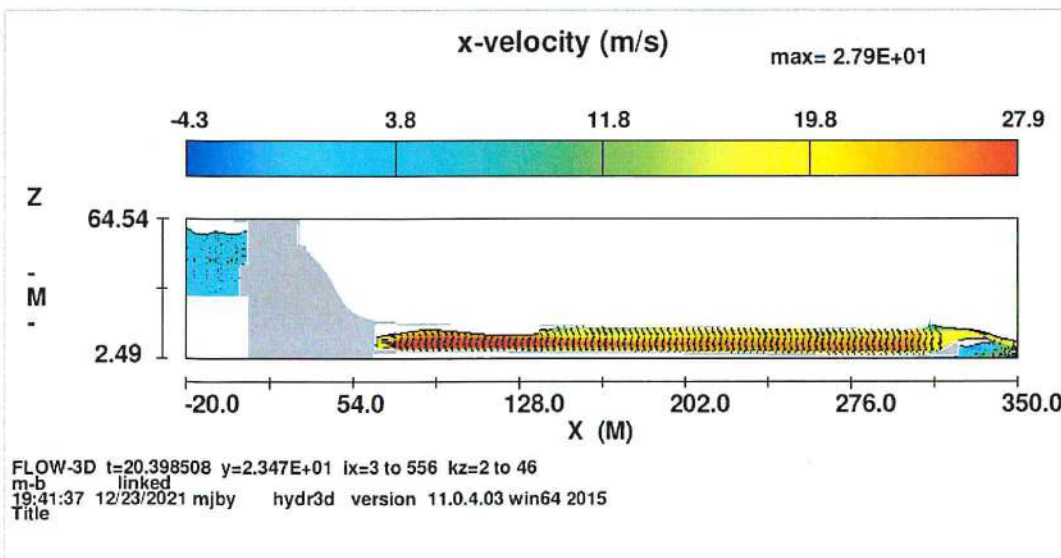
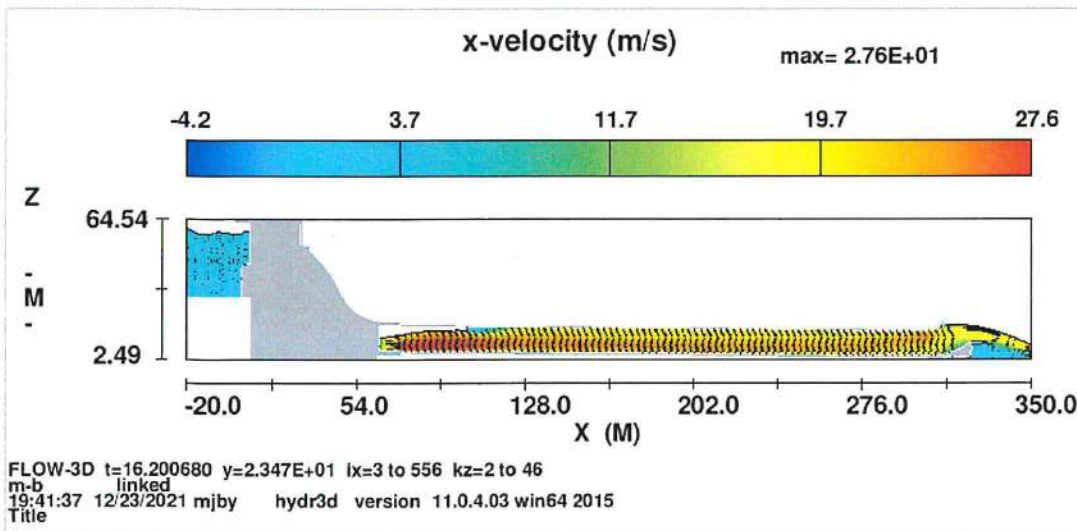
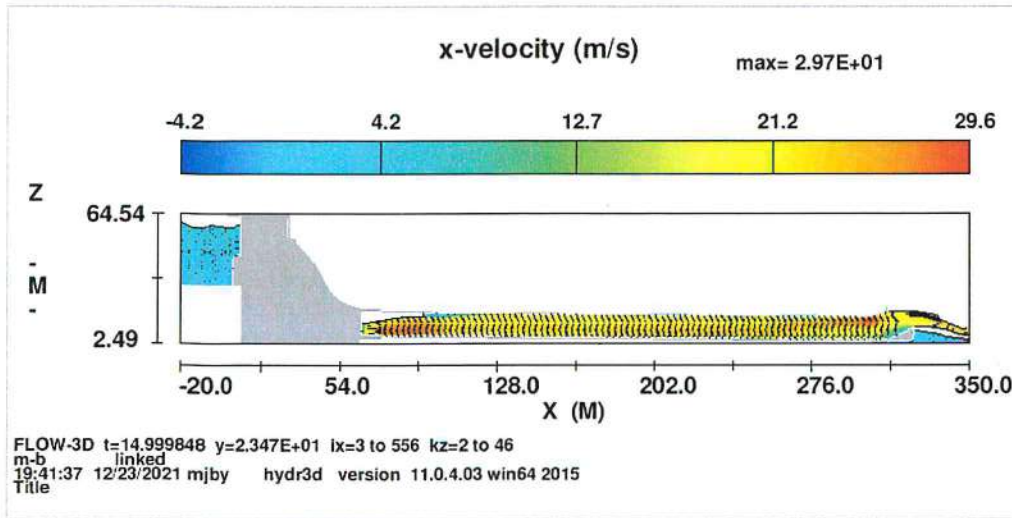
Ecuria e shpejtesise sipas aksit X ne gjithe gjatesia e vepres:

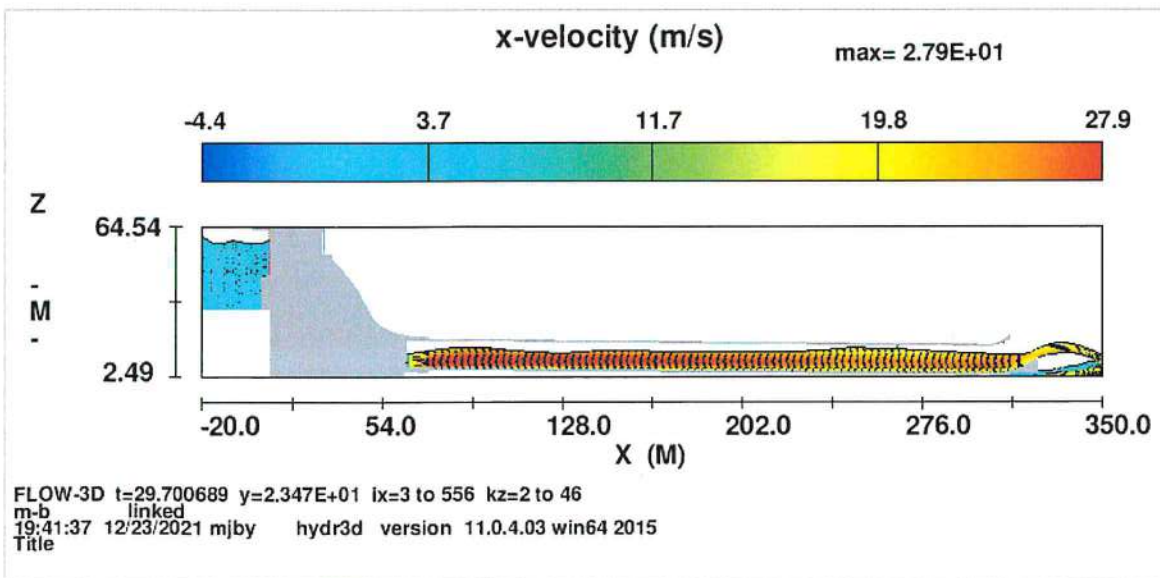
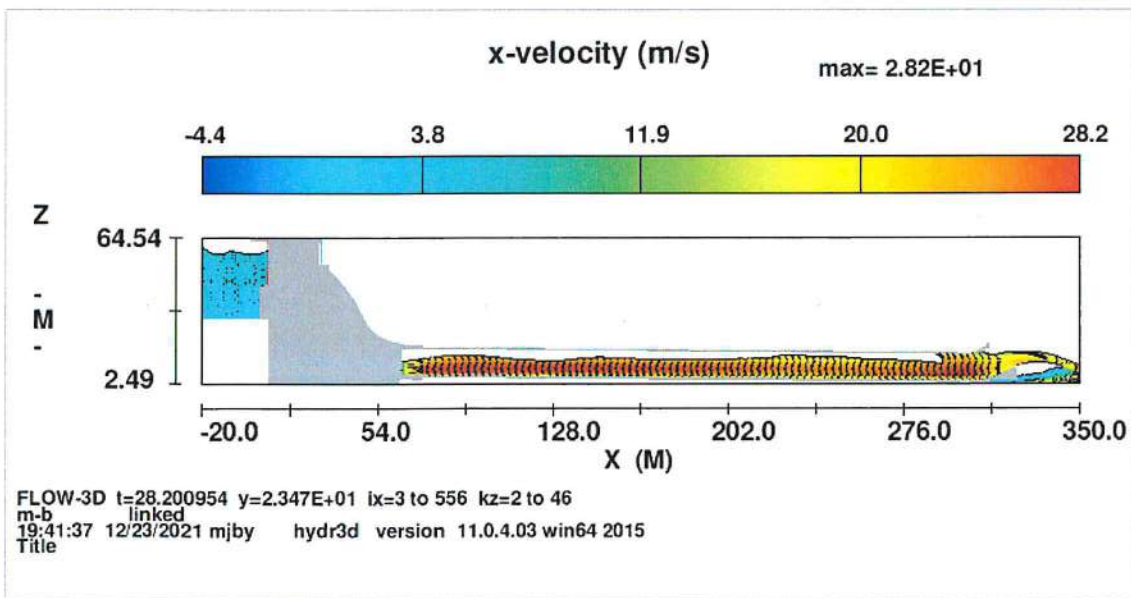
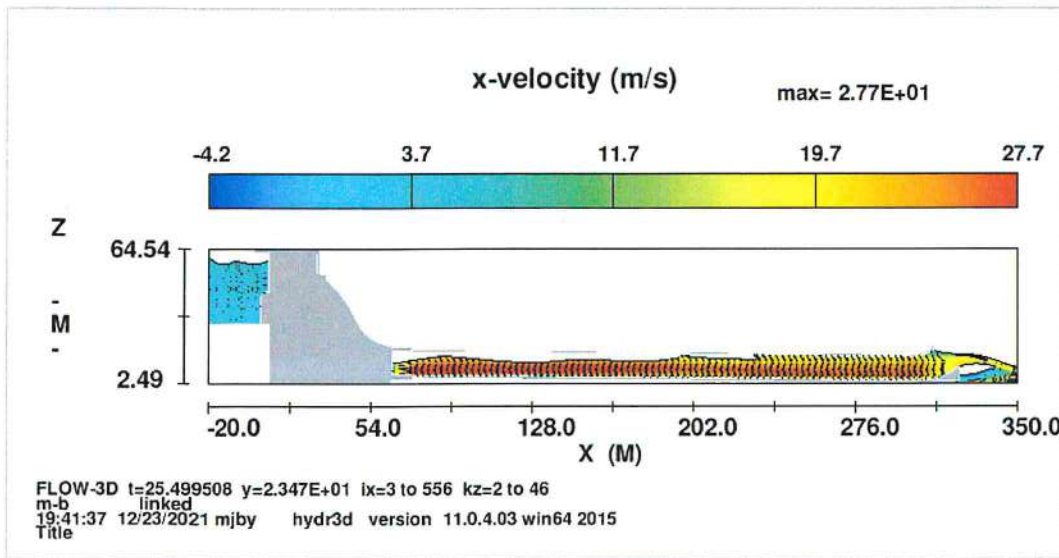






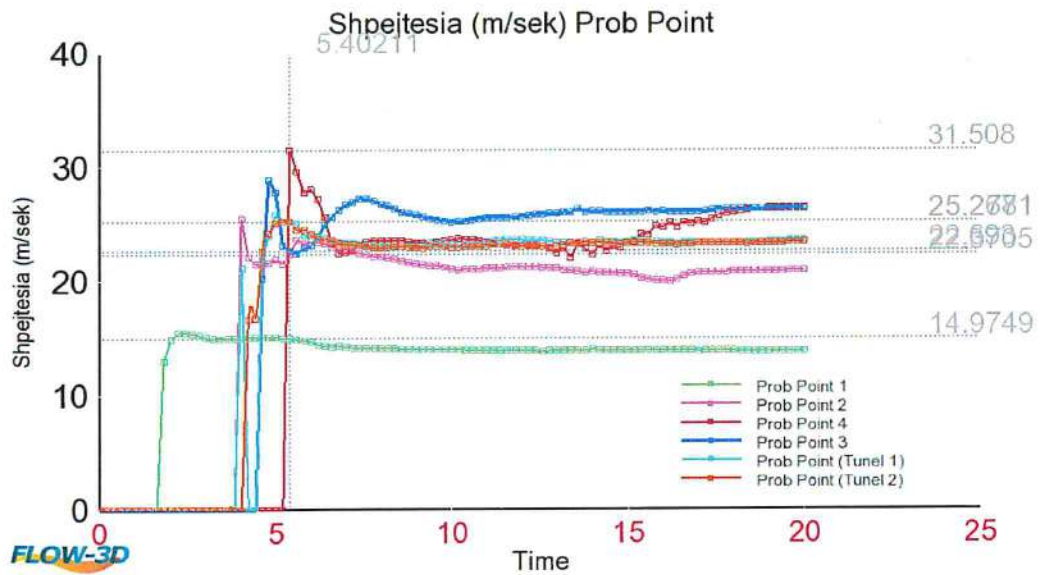








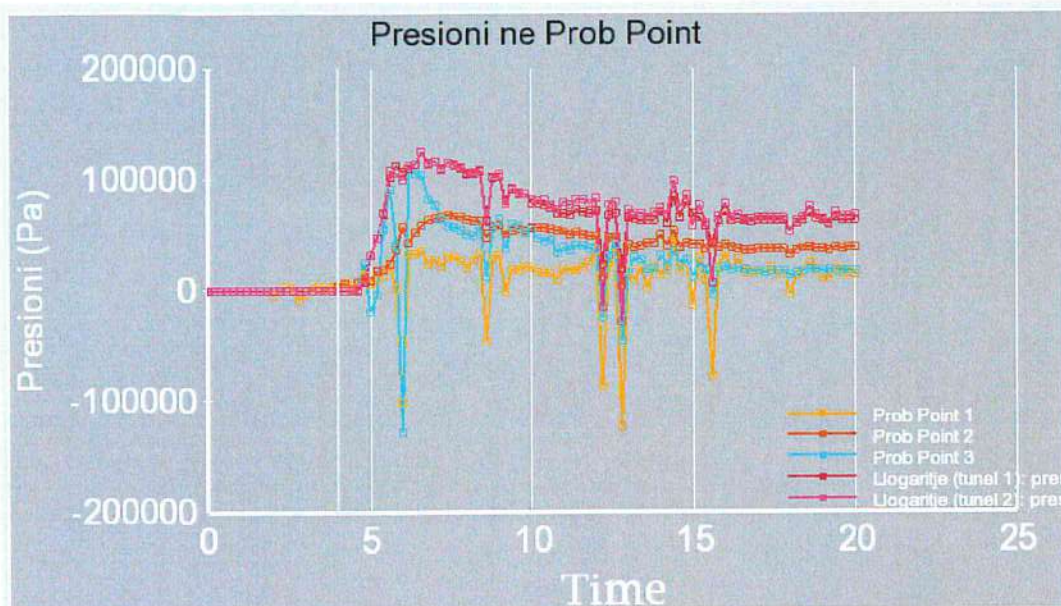
**Ecuria e shpejtesise per cdo prob point sipas grafikut:**



*Ecuria shpejtesise per cdo prob point*

Sic shihet shpejtesia maksimale arrin maksimalisht  $V=31.5$  m/sek, te Prob Point Nr.4. Nga ecuria e vlerave te grafikut shihet se ne vazhdimesi te kohes se simulimit rrjedha behet me e qendrueshme dhe vlerat e shpejtesise maksimale te shpejtesise qendrojne 25-26m/sek.

**Ecuria e presionit per cdo prob point sipas grafikut:**

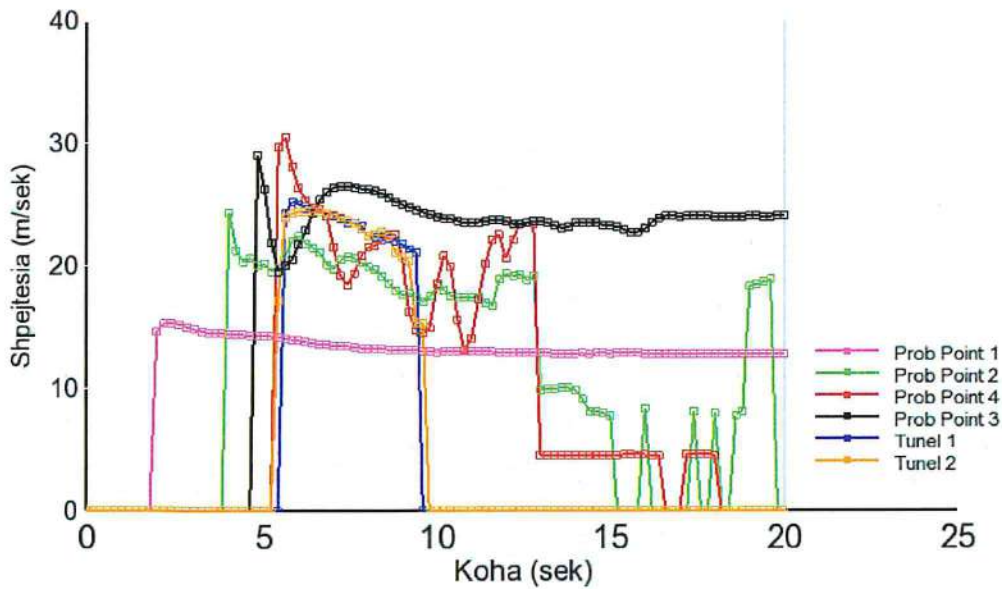


**SIMULIMI NR.3**

Per  $Q=1129 \text{ m}^3/\text{sek}$ , me dimensione te qelizave te specifikuara me sipër, ku:

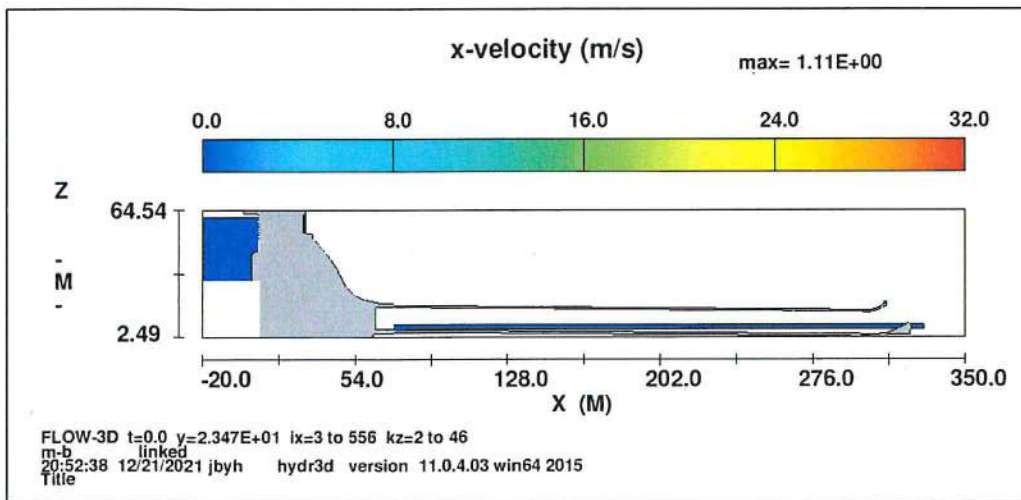
- Finish Time 20 sek
- Kohezgjatja reale e simulimit 2 orë 50min

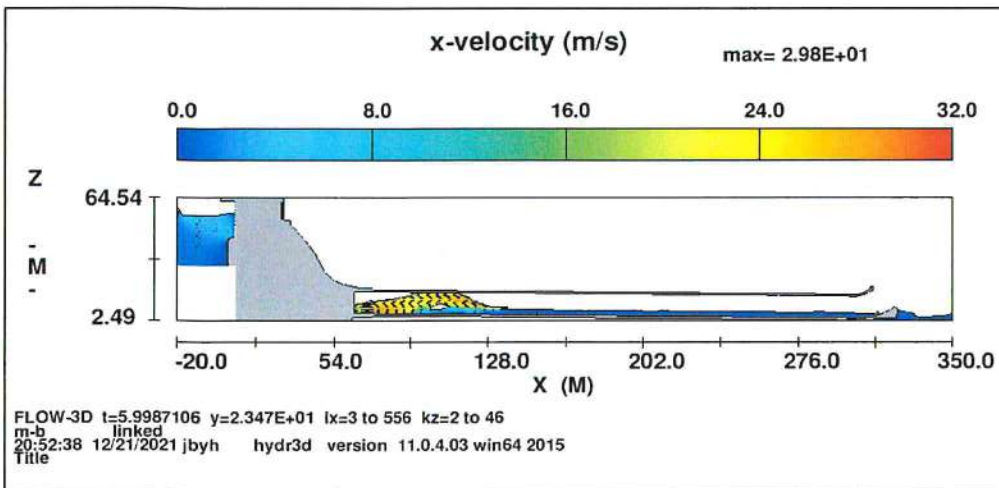
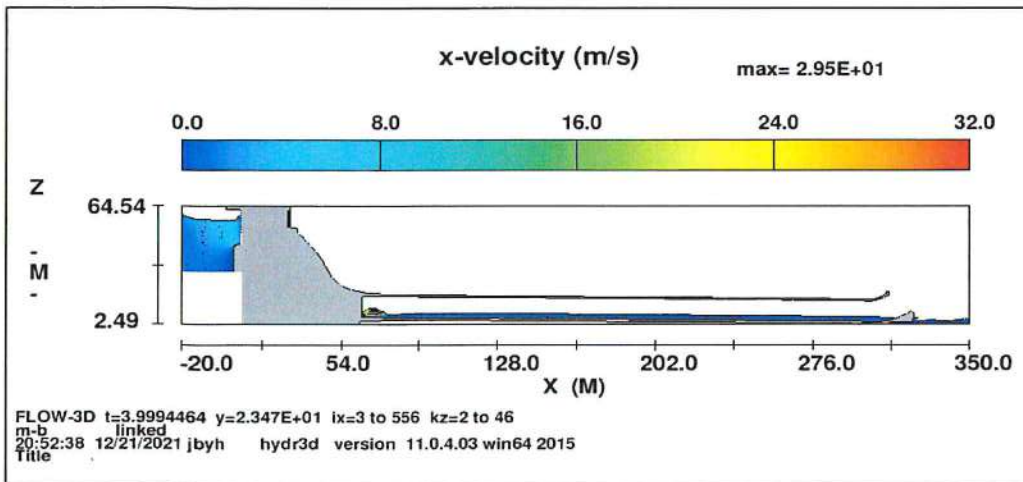
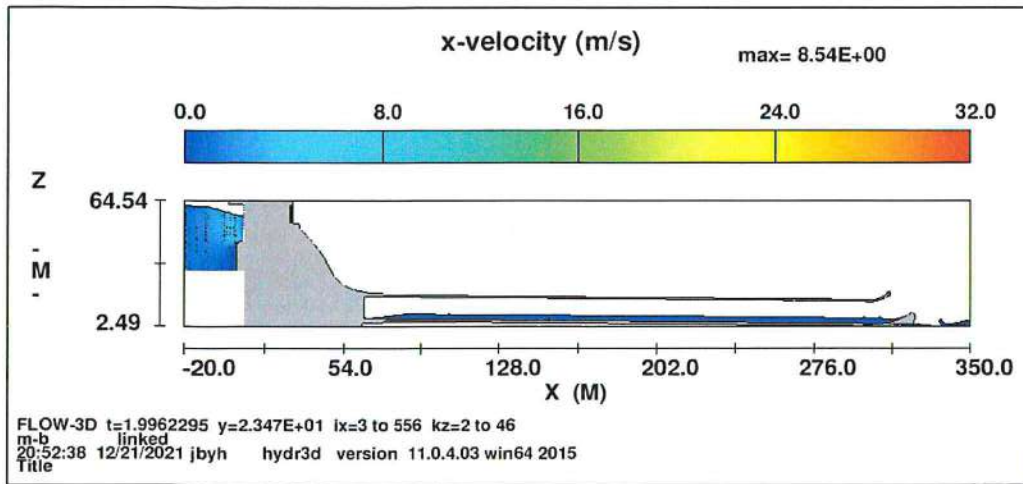
**Ecuria e shpejtësisë sipas drejtimit X për çdo prob point sipas grafikut:**

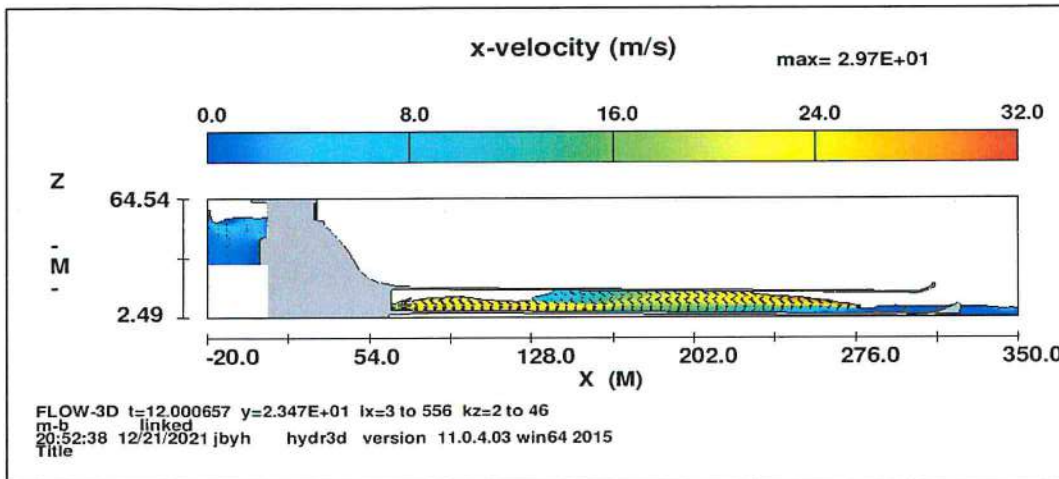
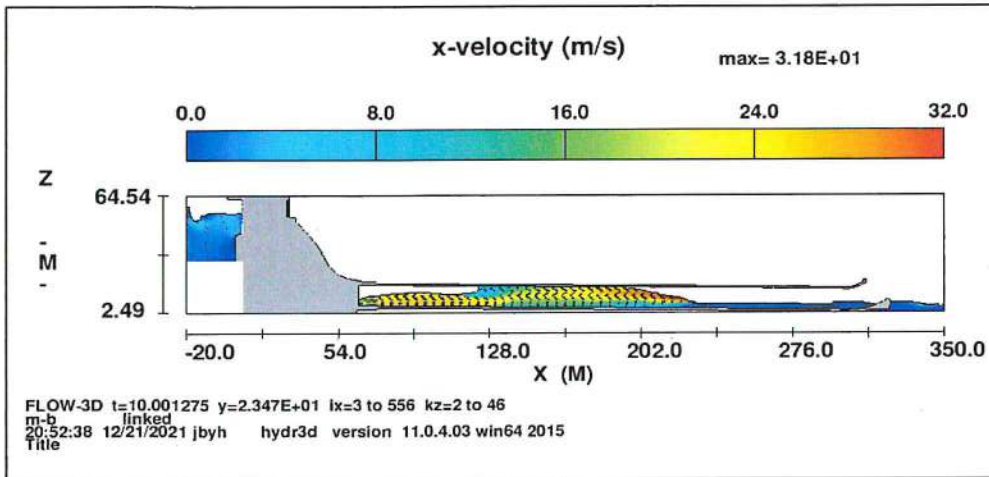
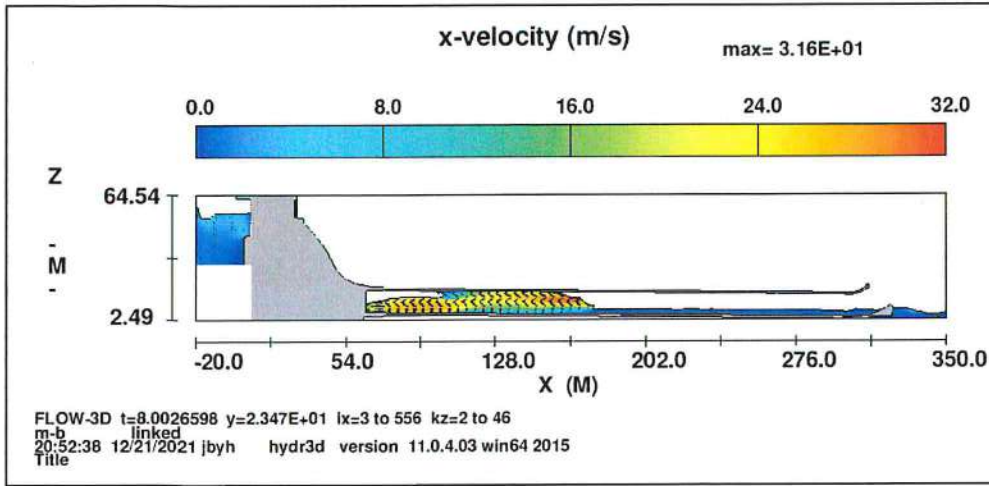


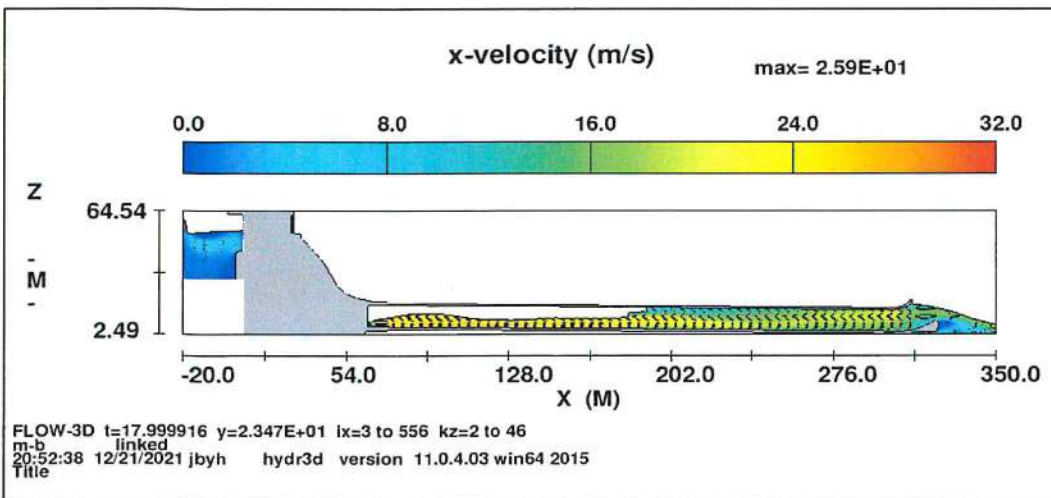
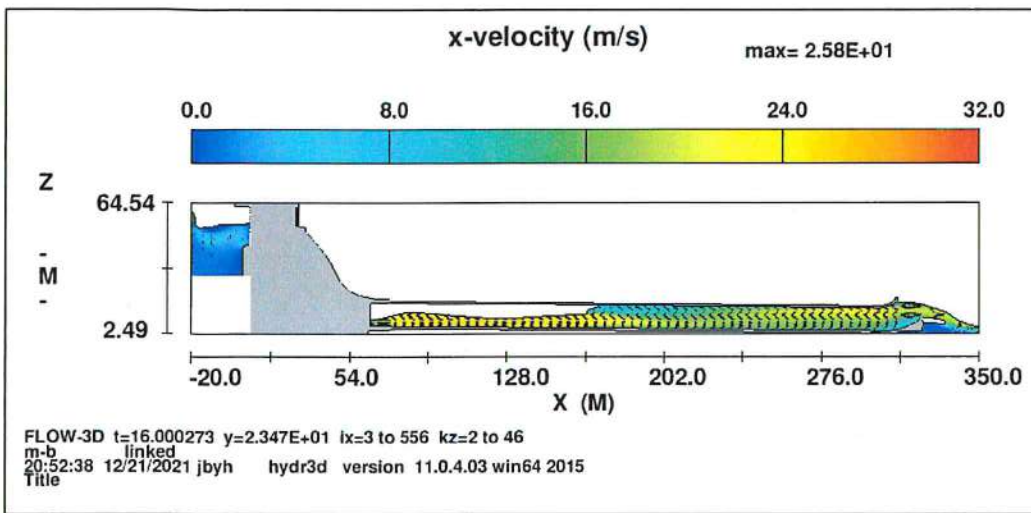
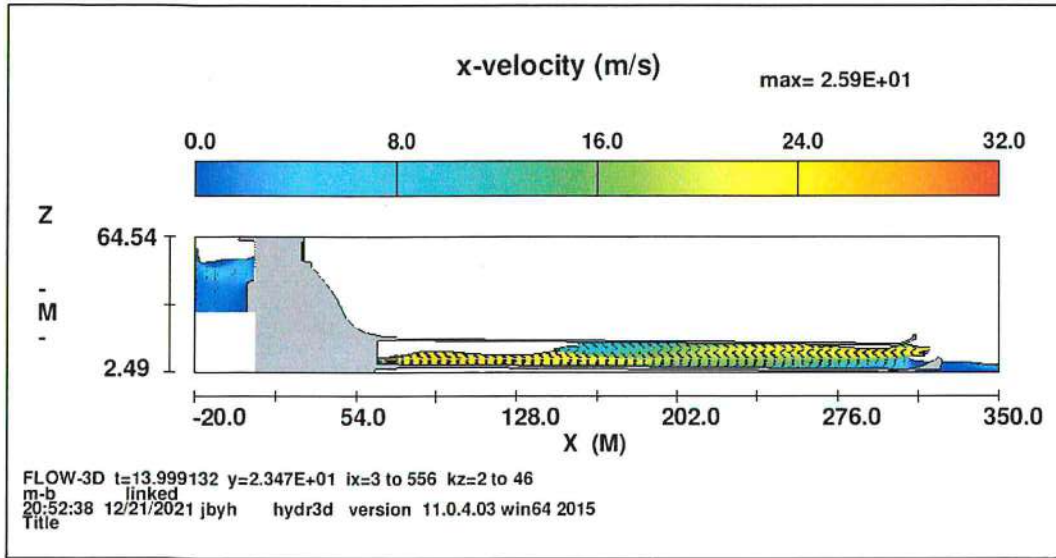
Vlerat zero të shpejtësisë shpjegohen me faktin se niveli i ujit, është nën kuotën e pikës së matjes.

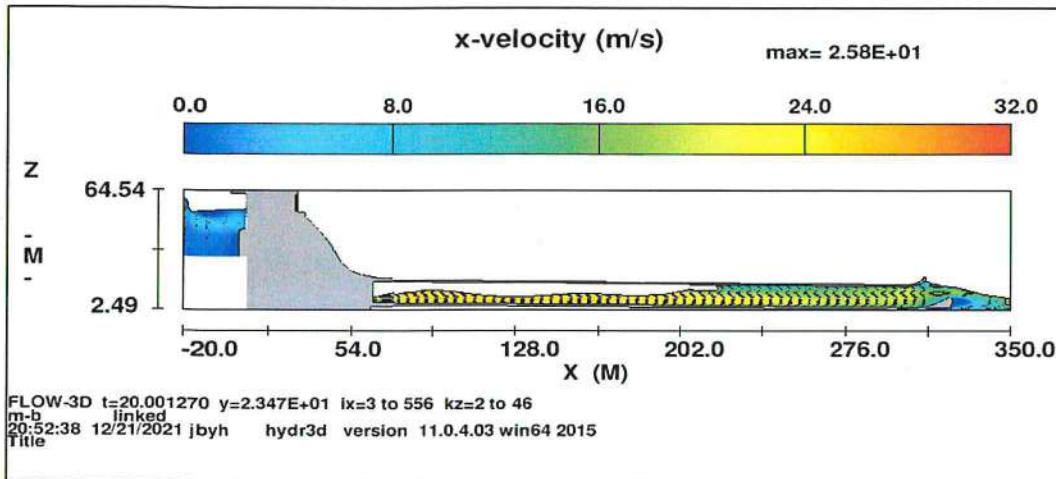
Me pashtet ecuria e shpejtësisë në 2D përgjatë gjithë vepres, ku janë evidentuar vlerat maksimale:



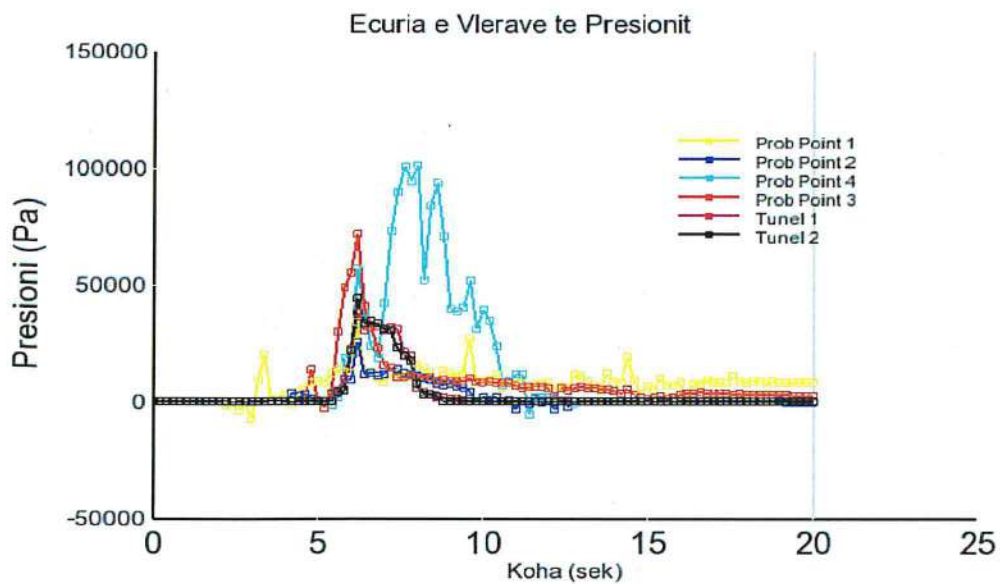








**Ecuria e presionit per cdo prob point sipas grafikut:**

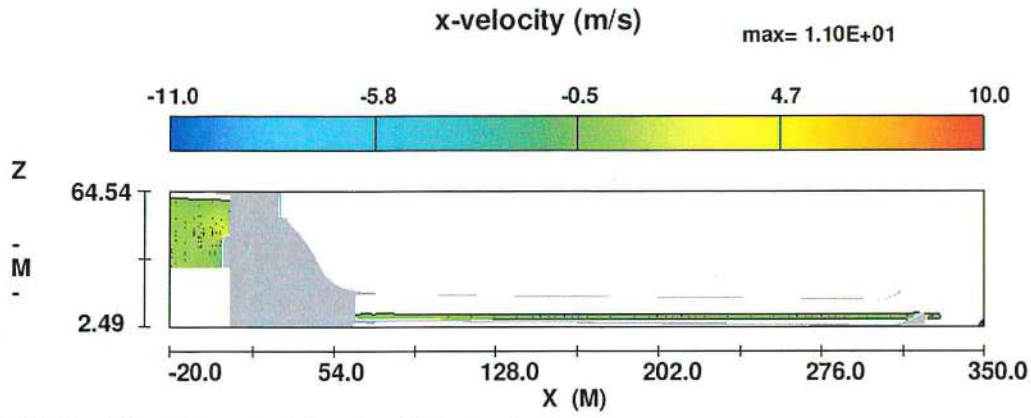


#### **SIMULIMI NR.4**

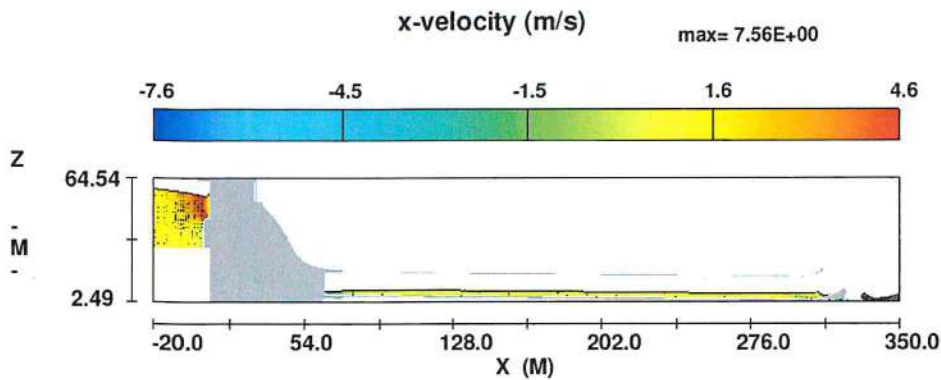
Per  $Q=518.83 \text{ m}^3/\text{sek}$ , me dimensione te qelizave te specifikuara me sipër, ku:

- Finish Time 30 sek
- Kohezgjatja reale e simulimit 4 orë 14min

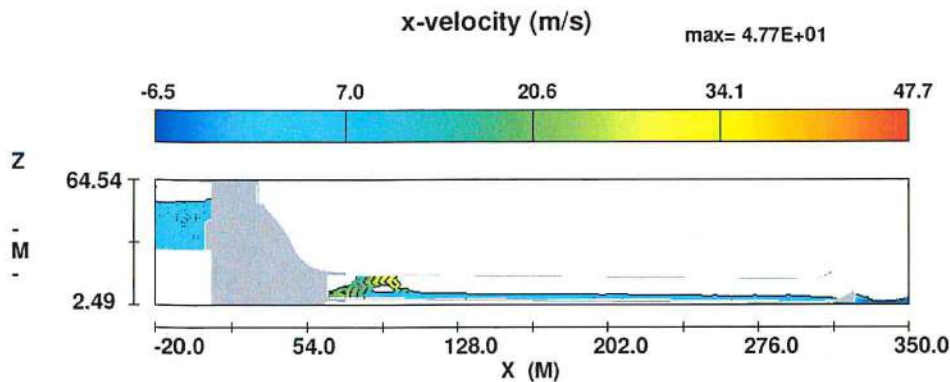
**Ecuria e shpejtesise sipas drejtimet X ne 2D**



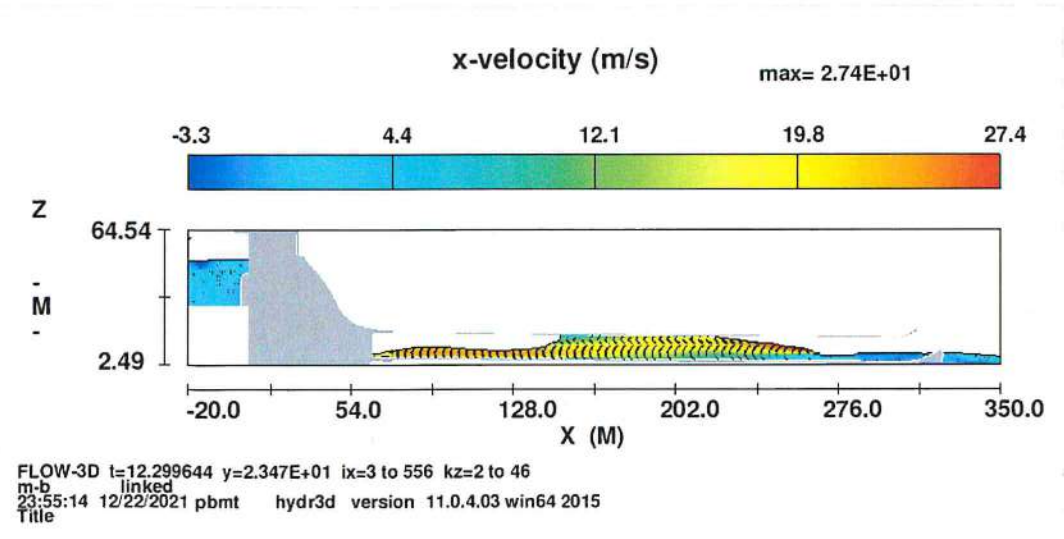
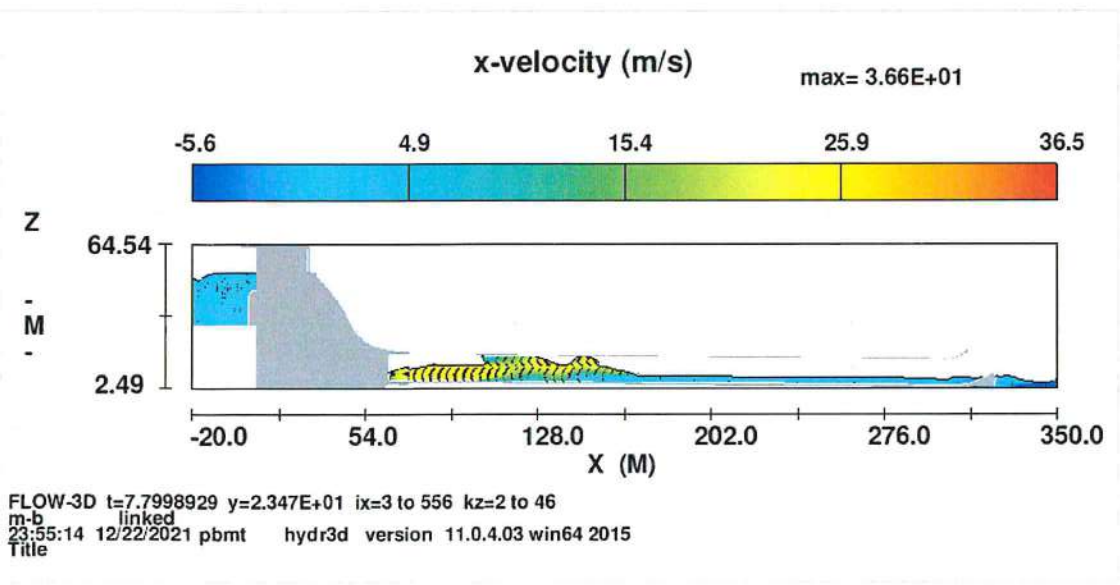
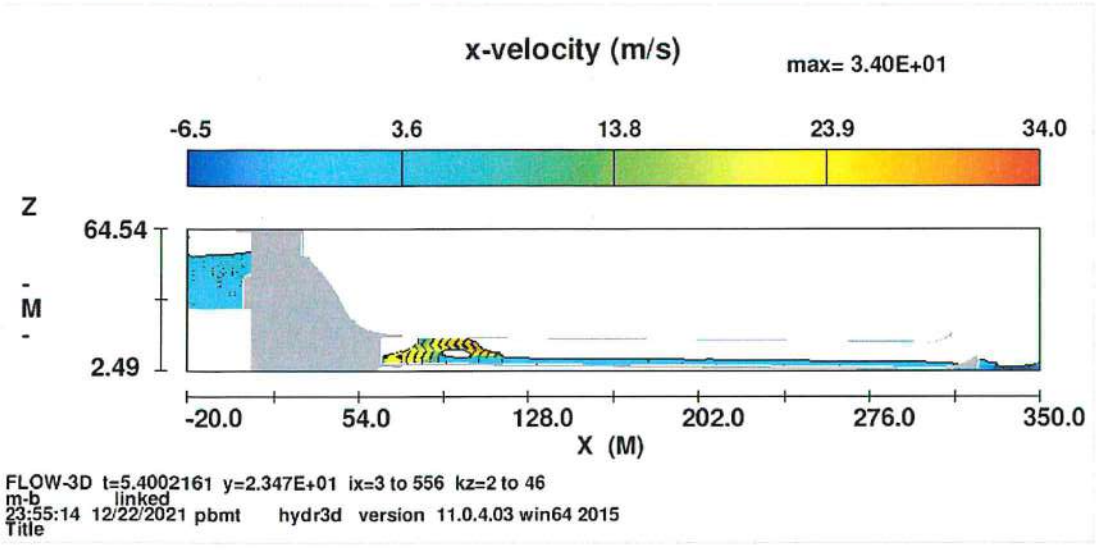
FLOW-3D t=0.30415583 y=2.347E+01 ix=3 to 556 kz=2 to 46  
m-b linked  
23:55:14 12/22/2021 pbmt hydr3d version 11.0.4.03 win64 2015  
Title



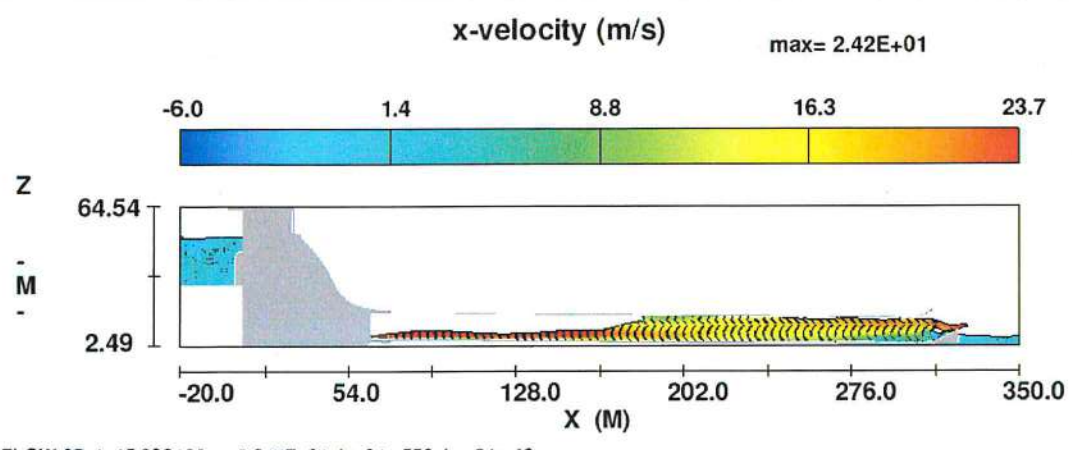
FLOW-3D t=2.7011693 y=2.347E+01 ix=3 to 556 kz=2 to 46  
m-b linked  
23:55:14 12/22/2021 pbmt hydr3d version 11.0.4.03 win64 2015  
Title



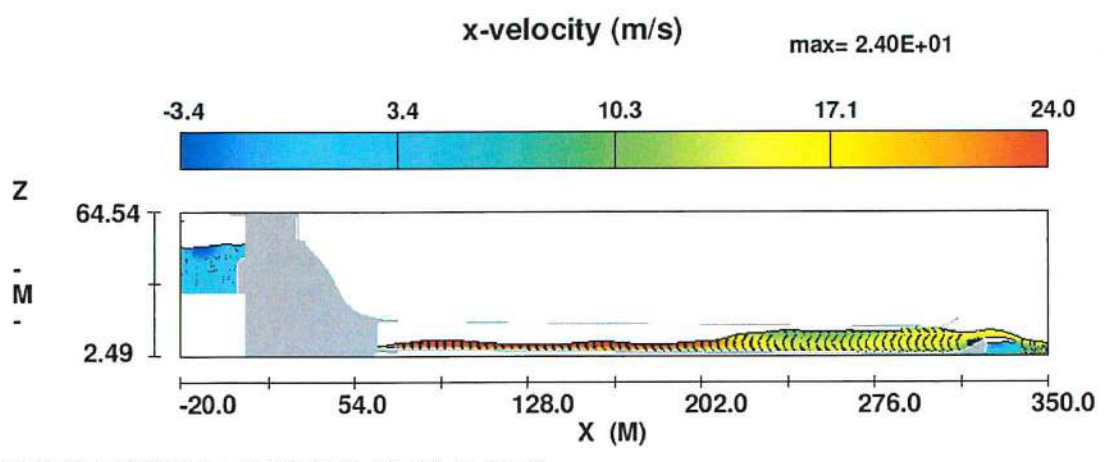
FLOW-3D t=5.0996461 y=2.347E+01 ix=3 to 556 kz=2 to 46  
m-b linked  
23:55:14 12/22/2021 pbmt hydr3d version 11.0.4.03 win64 2015  
Title



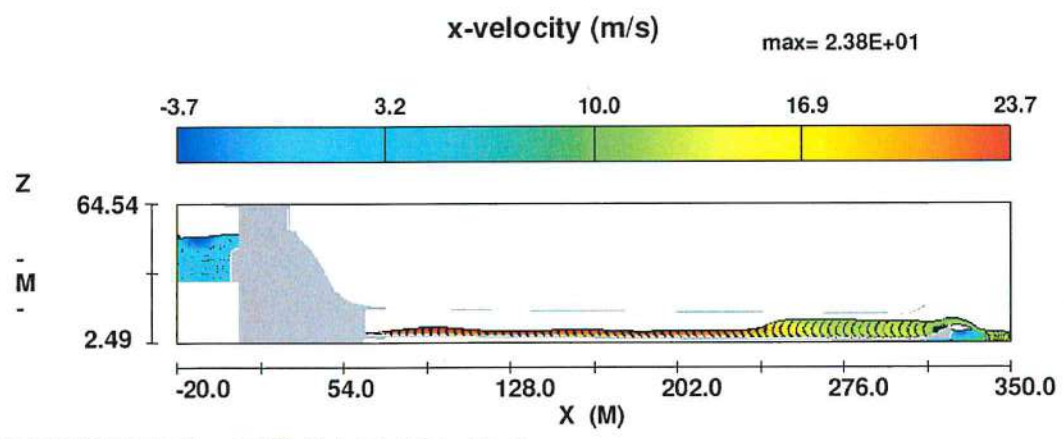




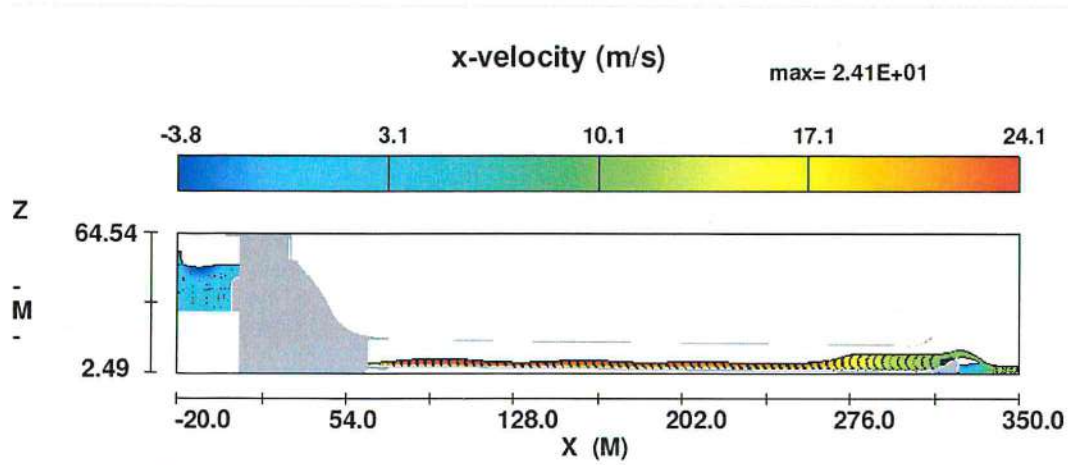
FLOW-3D t=15.298100 y=2.347E+01 ix=3 to 556 kz=2 to 46  
m-b linked  
23:55:14 12/22/2021 pbmt hydr3d version 11.0.4.03 win64 2015  
Title



FLOW-3D t=20.699692 y=2.347E+01 ix=3 to 556 kz=2 to 46  
m-b linked  
23:55:14 12/22/2021 pbmt hydr3d version 11.0.4.03 win64 2015  
Title

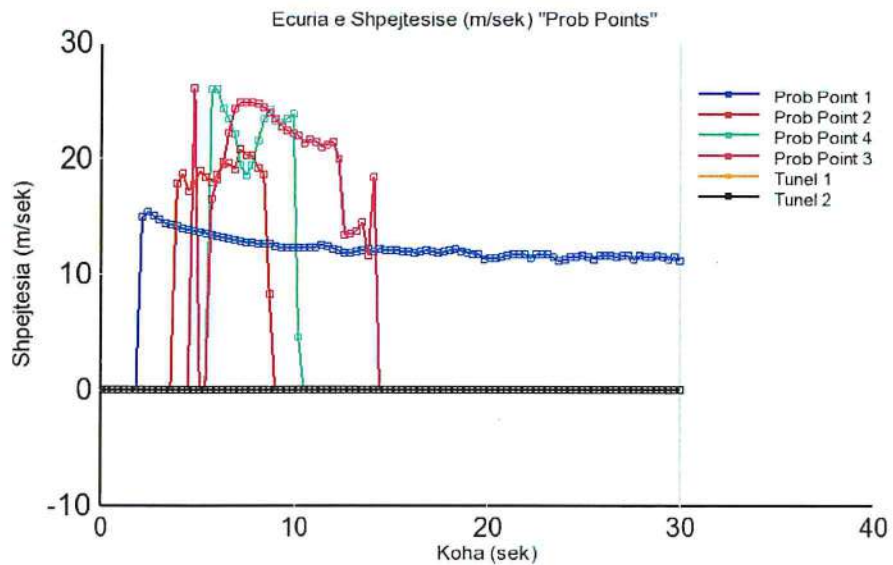


FLOW-3D t=25.200514 y=2.347E+01 ix=3 to 556 kz=2 to 46  
m-b linked  
23:55:14 12/22/2021 pbmt hydr3d version 11.0.4.03 win64 2015  
Title

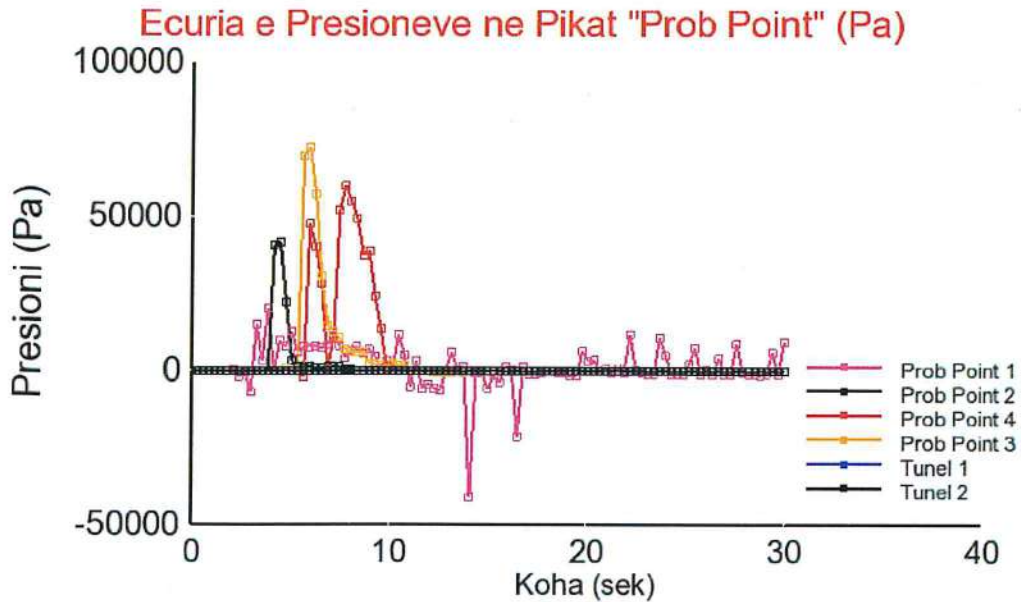


FLOW-3D t=30.001162 y=2.347E+01 ix=3 to 556 kz=2 to 46  
m-b linked  
23:55:14 12/22/2021 pbmt hydr3d version 11.0.4.03 win64 2015  
Title

### Ecuria e shpejtesive pikat "Prob Point"



**Ecuria e presioneve ne Prob Point**



**5.9. VLERSIMI I KAVITACIONIT NE DIGEN ZADEJA**

**5.9.1. KAVITACIONI**

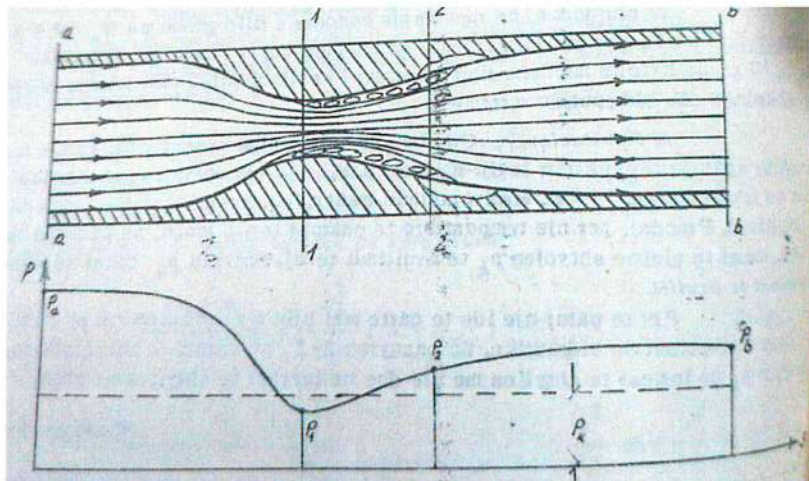
Ne vijim te relacionit, eshte trajtuar fenomeni i zakonshem i kavitacionit, si nje fenomen i cili ndikon ne demtimet e shkaktuara ne Digen Zadeja. Pas trajtimit te fenomenit, me pas, duke shfrytezuar rezultatet e modelimit numerik, eshte realizuar nje vlersim i zonave te kavitacionit ne Digen Zadeja.

Cdo leng, nen shtypjen atmosferike, ka nje temperature te caktuar te avullimit te tij. Keshtu psh. Uji nen shtypjen atmosferike avullon ne temperature 100°C. Me zvogelimin e shtypjes, zvogelohet dhe temperature e avullimit. Prandaj, per nje temperature te caktuar te nje lengu, ne manuale te ndryshme, mund te gjejme shtypjen  $p_k$  te avullimit te tij. Shtypja  $p_k$  quhet shtypje e formimit te avullit. Ne tabelen e meposhtme jepen te dhenat e shtypjes  $p_k$  ne metra kollon uji, ne varesi te temperatures:

$t^{\circ}(C)$	0	10	20	30	40	60	80	100
$\frac{p_k}{\gamma} \text{ m uje}$	0.06	0.11	0.22	0.41	0.66	1.96	4.7	10.33

Nga tabela shohim se per te avulluar ujin ne 20°C duhet qe shtypja te behet praktikisht zero. Praktikisht nuk eshte e veshtire te arrihet nje shtypje  $p=0$  ose  $h_{vak}=10\text{m}$ . Keshtu psh. per te arritur nje vakum maksimal ne hundez  $h_{vak \text{ maks}}=10\text{m}$ , ate duhet ta veme te punoje me nje renie  $H_0=13.4\text{m}$

Ne figuren e meposhtme tregohet rrjedhja e nje lengu ne nje gyp, I cili ka nje ngushtim, sic eshte treguar ne figure, para dhe pas ngushtimit te tij siperfaqja e gjalle ndryshon ne forme graduale. Nen prerjen gjatesore te gypit eshte dhene vija piezometrike e rrjedhjes, dmth ligji I ndryshimit te shtypjes p me gjatesine.



Pranojme shtypjen ne prerjen 1-1 per temperature e dhene te lengut  $P_1 < P_k$ . Nen kete shtypje lengu do te avulloje duke formuar teresisht ose pjeserisht, filluska avulli ose ajer. Keto filluska ne forme rripash ose sferash, me vellim lekundes qe ndrydhen dhe zmadhohen me kalimin e kohes do te levizin sipas rrjedhes. Duke arritur ne nje tjetere prerje 2-2 ku shtypja eshte pak me e madhe se shtypja e formimit te avullit, dmth  $P_2 > P_k$ , keto filluska do te kondesohen dhe do te kthehen perseri ne leng. Fenomeni I vlimit te lengut ne temperature te zakonshme si pasoje e zvogelimit te presionit per shkak te zmadhimit te shpejtesise dhe I kondesimit te tij perseri ne lengun ne levizje, te shoqeruar me nje zhurme karakteristike, quhet **kavitacion**.

Kavitacioni, pra, mund te linde ne cfaredo lloj rrjedhje, ku krijohen kushtet e lindjes se ketij fenomeni fizik, dmth kushtet per avullimin e lengut dhe pastaj gjate rrjedhjes kushtet per kondesimin e tij perseri.

Ne prerjen 2-2, kur filluskat kondesohen dhe kthehen perseri ne leng, duke qene se vellimi I avullit eshte disa dhjetera here me I madh se ai I vellimit te ujit qe krijohet lindi zgavra te medha, te cilat mbushen ne cast nga masa e lengut ne levizje qe I rrethon. Megjithese shtypja  $P_2$  eshte pak me e madhe se  $P_k$  dhe meqenese koha e mbushjes se ketyre zgavrave eshte shume e vogel, ne baze te ligjit te impulsit te forcave, ketu lind nje shtypje locale shume e madhe qe arrin disa qindar dhe mijera atmosfera.

Shtypja locale eshte teper e madhe, e perqendruar dhe ritmike, sikurse ne siperfaqen e brendshme te murit, ku lind kavitacioni, te kishim goditje te forta me nje cekun me maje shume te holle ose ne formen e nje thike shume te mprehte dhe te forte. Keto goditje te till ate vazhduara per nje kohe te gjate kane shkaterruar ne praktike, jo vetem betonet me te mira, duke bere zgavra shume me te medha ne veprat hidroteknike, por edhe kane shkaterruar dhe metalet e çelikut special duke ngrene pjeserisht ose totalisht lopatat e pompave dhe te turbinave.

**Ne praktiken e veprave hidroteknike veprimin e kavitacionit e takojme kudo, sidomos ne veprat ku shpejtesia e rrjedhes eshte relativisht e madhe ose te pakten kalojne vleften 25-30m/sek.**

Kavitacioni dhe veprimi I tij ne praktiken hidroteknike, sidomos ne veprat me shpejtesi te madhe te rrjedhjes, mund te linde edhe ne sipërfaqe relativisht te rrafshta ose qe na duken relativisht te drejta. Keshtu psh sipas disa autoreve dhe normave teknike, kur shpejtesia mesatare e rrjedhes  $V > 40$  m/sek dhe ne sipërfaqen e betonuar kemi nje shkallezim  $\Delta > 2\text{mm}$  nga mosvendosja e mire e armatures, pas ketij shkallezimi lind kavitacion. Gjithashtu norma te tjera nuk lejojne qe ne sipërfaqet e kalimit te rrjedhjeve me shpejtesi te medha ( $V > 40$  m/sek) te mos kemi valezim te sipërfaqes  $\frac{\Delta}{l} > 0.003$  dmth te dala prej 3mm per meter, meqenese lind kavitacion.

Si shkak per lindjen e kavitacionit mund te sherbeje dhe ashpersia jo e njetrajtshme e sipërfaqeve te betonuara, ku eshte e veshtire te ruhet lemuertesia e nevojshme. Kavitacionit mund te linde gjithashtu ne vendin e krijimit te shtjellave pa u formuar shkeputja e rrymes

### 5.9.2. VLERSIMI I KAVITACIONIT

Si tregues i rrjedhes ne lidhje me kavitacionin perdoret numri pa permase qe quhet numer i kavitacionit  $C_a$ . Ky numer pa permase quhet numer i Euler (sipas artikullit "Energy harvesting with micro scale hydrodynamic cavitation-thermoelectric generation coupling" autor: Moein Talebian Gevari, Morteza Ghorbani, Anna J. Svagan, Dmitry Grishenkov, Ali Kosar):

$$C_a = \frac{P - P_K}{\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2}$$

Ku: P de V jane presioni dhe shpejtesia e rrjedhes

$P_K$  presioni I formimit te avullit (per  $10^\circ$  e marrim  $\frac{P_K}{\gamma} = 0.11\text{m}$ )

$\rho$  densiteti I lengut = 1000 kg/m<sup>3</sup>

Per  $C_a = 0$  themi se kemi lindjen e fenomenit te kavitacionit. Realizojme nje shembull llogaritje per **Point Prob 3 (simulim 2)**, ku vlera e presionit  $P = 128211$  Pa = 13.077m dhe  $V = 23.1$  m/sek

$$C_a = \frac{13.077 - 0.11}{\frac{1}{2} \cdot 1000 \cdot 23.1^2} = \frac{12.967}{266805} = 0.0000486$$

Vlera e  $C_a \approx 0$  tregon qe jemi ne kushtet e lindjes se kavitacionit.

Te njejten llogaritje e kemi zhvilluar per te gjitha simulimet e realizuara per cdo "Prob Point", nga ku mund te realizojme nje vlersim te rrezikut te kavitacionit ne veper. Llogaritjet bashkangjitur ketij relacioni.

## 6. KONKLUZIONE RELACIONI HIDRAULIK

Ne kete relacion te paraqitur u perpoqem te realizojme nje studim mbi kushtet hidraulike te funksionimit te shkarkuesit te Diges se Zades. Si me poshte ne menyre te permbledhur:

- U realizua llogaritja e prurjeve ne shkarkim per disa variante te hapjes se portave radiale te diges Zadese

Hapja e portave (%)	Nivel Uji	Prurja (m <sup>3</sup> /sek)
20%	75.33m m.n.d	518.83
	76.2m m.n.d	554
50%	75.33m m.n.d	1129
	76.2m m.n.d	1206.7
100%	75.33m m.n.d	1924
	76.2m m.n.d	2059

- ✓ U modelua gjeometria diges, tunelit (sipas projektit original) ne 3d format .dwg.
- ✓ Eshte konvertuar formati .dwg ne format .stl
- ✓ Eshte ndertuar modeli numerik 3D CFD permes software Flow 3D, pas importimit te file .stl
- ✓ Modeli i ndertuar eshte vendosur ne kushte kufitare te tilla ("Boundary Condition") qe te vlersoje parametrat hidraulik kryesor si shpejtesia dhe presionet per 4 skenarë (simulime) te ndryshme prurje:

**Simulim 4** Q=518m<sup>3</sup>/sek ne kuote uji 75.33m m.n.d

**Simulim 3** Q=1129m<sup>3</sup>/sek, ne kuote uji 75.33m m.n.d

**Simulim 2** Q=1924 m<sup>3</sup>/sek, ne kuote uji 75.33m m.n.d

**Simulim 1** Q=2059 m<sup>3</sup>/sek ne kuote uji 76.2m m.n.d

- ✓ U vendosen në model disa pika matje (6-9pika) "Prob Point" pergjate rrjedhes, me qellim vlersimin e parametrave te shpejtesise dhe presioneve
- ✓ Ne menyre te permbledhur mund te themi se per "Prob Point" vlerat e shpejtesise te llogaritura rezultojne per cdo simulim:

Q=518m<sup>3</sup>/sek ne kuote uji 75.33m m.n.d shpejtesia maksimale **V=26.1 m/sek**

Q=1129m<sup>3</sup>/sek, ne kuote uji 75.33m m.n.d shpejtesia maksimale **V=30.5 m/sek**

Q=1924 m<sup>3</sup>/sek, ne kuote uji 75.33m m.n.d shpejtesia maksimale **V=32.7 m/sek**

Q=2059 m<sup>3</sup>/sek ne kuote uji 76.2m m.n.d shpejtesia maksimale **V=34.5 m/sek**

- ✓ Shpejtesia ne te gjithë vepren, per secilin simulim, sic eshte edhe paraqitur ne skemat 2D pergjate relacionit. Mund te shkruajme se ne veper vlerat e shpejtesise maksimale (te llogaritur ne momentin kur rrjedha behet e qendrueshme dhe prurja arrin ate te projektuar, pas 5-7sek nga fillimi i simulimit):

❖ Q=2059m<sup>3</sup>/sek ne kuote uji 76.2m m.n.d shpejtesia maksimale:

t=5.19 sek pas fillimit te simulimit V=41.4 m/sek

t=5.6 sek pas fillimit te simulimit V=39.5 m/sek

t=5.79 sek pas fillimit te simulimit V=35.2 m/sek

t=12.6 sek pas fillimit te simulimit **V=42.4 m/sek**

$t=12.8$  sek pas fillimit te simulimit  $V=39.3$  m/sek

- ❖  $Q=1924$ m<sup>3</sup>/sek, ne kuote uji 75.33m m.n.d shpejtesia maksimale

**$t=9$  sek pas fillimit te simulimit  $V=39$  m/sek**

$t=10.5$ sek pas fillimit te simulimit  $V=37$  m/sek

$t=12.3$ sek pas fillimit te simulimit  $V=38.4$  m/sek

$t=14.9$ sek pas fillimit te simulimit  $V=29.7$  m/sek

- ❖  $Q=1129$ m<sup>3</sup>/sek, ne kuote uji 75.33m m.n.d shpejtesia maksimale :

$t=5.99$  sek pas fillimit te simulimit  $V=29.8$  m/sek

$t=8$  sek pas fillimit te simulimit  **$V=31.6$  m/sek**

- ❖  $Q=518.83$ m<sup>3</sup>/sek, ne kuote uji 75.33m m.n.d shpejtesia maksimale

$t=12.29$  sek pas fillimit te simulimit  **$V=27.4$  m/sek**

- ✓ U dhane konsiderata mbi fenomenin e kavitacionit, si fenomeni kryesor qe ndikon ne krijimin e demeve ne veprat hidroteknike
- ✓ Eshte vlersuar numri I kavitacionit per cdo pike karakteristike te modelit "Prob point"
- ✓ Nga sa eshte vlersuar mund te themi se fenomeni i kavitacionit ne veper Diga e Zades eshte nje fenomen i pashmangshem ne momentin e hapjes se portave radiale mbi 20%, niveli I ujit +75.33m m.n.d
- ✓ Sugjerojme, me qellim lehtesimin e demeve nga kavitacioni, shkarkimin e ujerave te teperta nga diga e Zadese, ne raste kur eshte e domosdoshme, sipas nje hapje graduale të portave, deri 20% të kapacitetit, me qellim që shpejtesia ne veper te jete nen  **$V<25$ m/sek.**
- ✓ Hapja e portave të mos realizohet ne menyre te veçantë, gjithmone hapja e portave të realizohet në çift.

✓

+

## 7. LITERATURA

- 1.Pandi Stratoberdha, Hidraulika dhe Hidromekanika, Tirane 1974
- 2.Gjergji Ikononi, Hidraulika dhe Hidromekanika, Tirane 1988
- 3.User Manual Software "Flow 3D"
- 4.Design of Small Dams (USBR – United States Bureau of Reclamation)
- 5.Informacione nga "Korporata elektroenergjitike Shqiptare"
6. G.Becciu, A.Paoletti "Fondamenti di Construzioni Idrauliche"
- 7.Jorgji Ziko, Bestar Doka "Vepra Hidroteknike"

**PËRGATITI:****ING. KUJTIM BILAJ****ING. ENDRI PIERO****PROJEKTUES**  
**"HE&SK 11" shpk****ADMINISTRATORI**  
**ING. FESTIM BREGASI**