

# Hidraulički proračun retencije

---

**Buntić, Iva**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2019**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:*

**University of Split, Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy / Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:123:024328>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-30**



*Repository / Repozitorij:*

[FCEAG Repository - Repository of the Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy, University of Split](#)



UNIVERSITY OF SPLIT



**SVEUČILIŠTE U SPLITU**  
**FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

# **ZAVRŠNI RAD**

**Iva Buntić**

**Split, 2019.**

**SVEUČILIŠTE U SPLITU**  
**FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

## **Hidraulički proračun retencije**

**Završni rad**

**Split, 2019.**

***Sažetak:***

Tema završnog rada je hidraulički proračun funkcioniranja retencije za zadane hidrograme dotoka u retenciju za tri povratna perioda. Zadani su hidrogrami za povratne periode od 25, 50 i 100 godina. Retencija ima temeljni ispust i preljev. Hidraulička analiza rada sustava provedena je za 3 varijante promjera cijevi temeljnog ispusta. Rad je podijeljen u tri faze: proračun krivulja protoka temeljnog ispusta i preljeva, proračun rada retencije korištenjem fortranskog programa, te sporedba izračunatih rezultata.

***Ključne riječi:*** retencijski bazen, temeljni ispust, preljev

**SVEUČILIŠTE U SPLITU**  
**FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

Split, Matice hrvatske 15

STUDIJ:               PREDDIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ  
                          GRAĐEVINARSTVA

KANDIDAT:         Iva Buntić

BROJ INDEKSA:    4270

KATEDRA:         **Hidromehanika i hidraulika**

PREDMET:         Hidromehanika

**ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD**

TEMA:

OPIS ZADATKA: Tema završnog rada je hidraulički proračun funkcioniranja retencije koja ima temeljni ispust i preljev, za zadane hidrograme dotoka u retenciju. Proračune provesti za 3 varijante promjera cijevi temeljnog ispusta. Zadani su hidrogrami dotoka za tri povratna perioda i to za PP=25 godina, PP=50 godina i PP=100 godina. Dobivene rezultate iz ove tri varijante treba međusobno usporediti.

Rad treba izraditi u 1 primjerku, spiralno uvezan u A4 formatu. Uvezanom primjerku prilaže se CD ili DVD s cjelokupnim tekstom rada u PDF formatu.

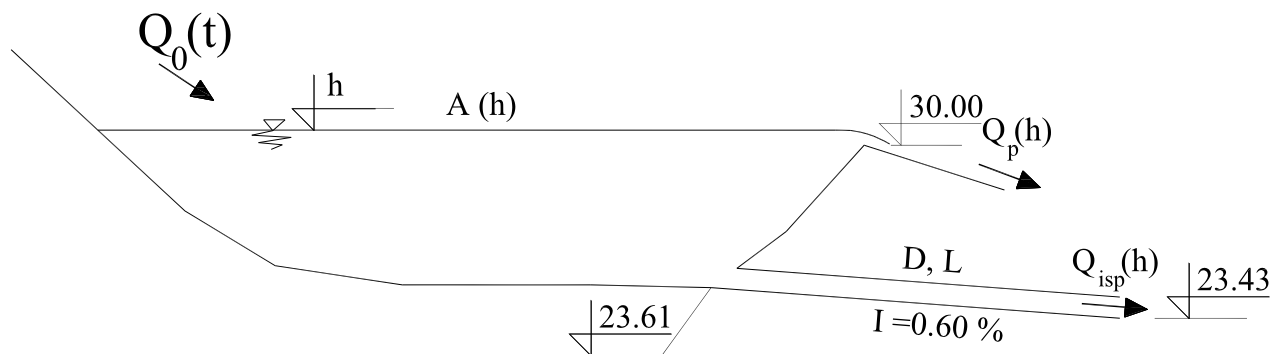
Split, 25.9.2019.

# SADRŽAJ

1. ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD: HIDRAULIČKI PRORAČUN FUNKCIONIRANJA RETENCIJE .....	2
2. TEHNIČKI OPIS.....	4
3. UVOD.....	5
4. Proračun .....	6
4.1. Prva faza - ULAZNI PODACI .....	6
4.2. Druga faza - Fortranski proračun.....	20
4.3. Dijagrami izlaznih podataka.....	26
5. Zaključak .....	38
6. Literatura .....	38
7. Popis slika.....	39
8. Popis tablica.....	40

# 1. ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD: HIDRAULIČKI PRORAČUN FUNKCIONIRANJA RETENCIJE

Zadana je retencija prema slici 1. Na slici je shematski prikazan hidraulički model funkcioniranja retencije.



Slika 1 - Hidraulički model funkcioniranja retencije

Zadano je sljedeće:

Cijev temeljnog ispusta je promjera 1,00 (m). Dužina cijevi je 30 (m). Apsolutna pogonska hidraulička hrapavost iznosi 1 (mm).

Preljev je dimenzioniran po WES standardu s nagibom uzvodnog pokosa 1:1. Širina preljeva iznosi 17 (m).

Dotok u akumulaciju zadan je tablično u funkciji vremena za 3 povratna perioda: PP=25 (god.) (tablica 1.), PP=50 (god.) (tablica 2.) i PP=100 (god.) (tablica 3.).

Tablica 1 - Dotok u retenciju za PP = 25 god

t (min)	Q (m <sup>3</sup> /s)	t (min)	Q (m <sup>3</sup> /s)	t (min)	Q (m <sup>3</sup> /s)	t (min)	Q (m <sup>3</sup> /s)
0,000	0,000	239,834	22,088	483,479	24,436	860,769	9,779
38,169	0,001	248,375	22,851	493,283	24,050	879,012	9,273
55,457	0,118	255,674	23,447	506,612	23,461	898,773	8,741
64,005	0,244	263,062	24,044	516,836	23,044	918,788	8,234
68,161	0,360	272,630	24,650	528,922	22,548	939,823	7,652
74,688	0,586	279,450	25,204	539,459	22,146	965,155	7,120
80,495	1,076	287,259	25,512	553,093	21,573	984,163	6,716
91,822	2,018	295,737	25,959	566,683	20,946	1010,763	6,260
102,461	3,023	305,062	26,339	583,410	20,097	1039,396	5,739
110,473	4,004	316,204	26,615	594,399	19,748	1072,243	5,204
118,677	5,029	325,339	26,872	608,384	19,150	1096,427	4,721
129,373	6,639	335,436	27,015	624,613	18,451	1125,201	4,391
140,363	8,323	345,048	27,119	639,096	17,802	1152,700	3,983
149,095	9,659	356,375	27,196	652,832	17,203	1180,199	3,678
158,274	11,260	365,707	27,196	667,315	16,579	1202,095	3,474
163,323	12,138	378,080	27,157	681,797	15,956	1240,774	2,988
170,322	13,150	388,177	27,071	698,275	15,332	1277,203	2,701
177,181	14,163	398,191	26,928	715,951	14,673	1311,593	2,415
184,033	15,205	408,740	26,718	732,498	14,074	1345,976	2,047
190,739	16,203	419,711	26,491	751,723	13,318	1389,372	1,842
197,744	17,141	430,075	26,257	768,584	12,751	1435,630	1,515
204,896	18,183	442,429	25,803	784,188	12,248	1440,000	1,515
212,373	19,099	453,125	25,485	799,473	11,696	2880,000	1,200
221,119	20,152	462,667	25,139	817,698	11,171		
230,903	21,157	472,496	24,811	837,962	10,462		

Tablica 2 - Dotok u retenciju za PP = 50 god

t (min)	Q (m <sup>3</sup> /s)	t (min)	Q (m <sup>3</sup> /s)	t (min)	Q (m <sup>3</sup> /s)	t (min)	Q (m <sup>3</sup> /s)	t (min)	Q (m <sup>3</sup> /s)
0,000	0,000	200,109	23,088	440,727	32,785	759,812	17,661	1084,750	7,396
37,436	0,000	207,261	24,141	451,773	32,400	771,031	17,180	1104,032	7,007
52,148	0,150	214,075	25,151	460,538	32,067	781,791	16,723	1118,119	6,729
59,874	0,342	220,998	26,066	474,390	31,541	794,495	16,174	1133,501	6,396
67,434	0,710	227,021	26,889	484,557	31,086	805,484	15,751	1147,964	6,155
74,235	1,230	233,969	27,787	497,006	30,525	816,697	15,339	1163,721	5,858
83,803	2,140	241,134	28,652	505,426	30,153	829,516	14,801	1191,985	5,420
91,905	3,161	250,441	29,518	517,104	29,647	840,964	14,355	1213,275	5,103
104,348	5,044	257,867	30,168	527,086	29,100	852,412	13,967	1233,998	4,785
116,440	7,089	266,600	30,922	539,624	28,519	862,369	13,635	1248,755	4,580
121,654	8,058	277,691	31,772	548,778	28,058	876,539	13,097	1264,996	4,356
126,817	9,091	285,448	32,257	558,129	27,556	891,812	12,545	1281,429	4,226
132,484	10,156	297,407	32,967	568,220	27,084	904,140	12,159	1297,671	4,020
137,316	11,172	308,543	33,472	578,909	26,501	914,995	11,809	1315,972	3,741
142,147	12,188	318,225	33,732	589,886	25,974	927,878	11,368	1332,405	3,610
146,482	13,087	326,059	33,972	603,457	25,299	941,315	10,963	1345,287	3,461
151,479	14,169	334,652	34,124	614,752	24,698	953,828	10,614	1359,668	3,367
156,311	15,201	345,533	34,254	625,282	24,161	966,340	10,283	1374,042	3,199
161,474	16,134	355,324	34,374	638,994	23,469	980,510	9,860	1397,786	2,997
166,306	17,082	367,072	34,352	662,375	22,274	994,285	9,452	1419,414	2,791
172,011	18,145	377,296	34,287	680,439	21,389	1009,303	9,100	1440,000	2,565
177,563	19,121	388,069	34,178	700,550	20,333	1021,536	8,767	2880,000	2,000
182,949	20,163	400,256	33,961	718,507	19,538	1035,438	8,470		
188,839	21,188	411,462	33,700	733,729	18,880	1052,126	8,063		
194,557	22,163	427,226	33,223	746,076	18,313	1068,992	7,711		

Tablica 3 - Dotok u retenciju za PP = 100 god

t (min)	Q (m <sup>3</sup> /s)	t (min)	Q (m <sup>3</sup> /s)	t (min)	Q (m <sup>3</sup> /s)
0,00	0,00	253,05	36,83	857,75	18,23
37,60	0,00	273,27	38,72	890,08	16,84
49,35	0,17	292,50	40,09	921,73	15,64
56,08	0,47	313,69	41,26	956,39	14,44
65,20	1,08	338,15	41,85	987,38	13,34
71,08	1,59	356,40	41,98	1035,04	11,71
76,65	2,20	382,49	41,85	1071,36	10,71
82,97	3,20	411,18	41,26	1107,68	9,74
91,17	4,68	437,58	40,45	1140,00	8,91
98,51	6,07	474,75	38,89	1177,66	8,08
106,46	7,79	506,04	37,22	1212,97	7,36
114,50	9,69	536,37	35,60	1244,52	6,79
123,94	11,94	572,55	33,51	1280,77	6,15
132,57	14,07	594,32	32,16	1314,68	5,58
140,38	15,92	617,39	30,80	1347,91	5,11
151,38	18,74	645,23	29,23	1382,82	4,68
162,06	21,26	674,08	27,60	1410,34	4,31
171,77	23,43	701,38	26,09	1432,16	4,04
185,04	26,27	727,64	24,67	1440,00	3,97
200,25	29,15	758,65	22,97	2880,00	3,00
216,87	31,98	787,44	21,56		
234,80	34,55	827,09	19,60		

Površina retencije u funkciji nadmorske visine data je u tablici 4.

Tablica 4 - Ovisnost površine retencije o nadmorskoj visini

h (m n.m.)	A (m <sup>2</sup> )
23,61	100
25,00	7906
27,50	82555
30,00	224813
31,00	303259

Potrebno je izračunati funkcioniranje retencije za zadana 3 hidrograma dotoka u retenciju.

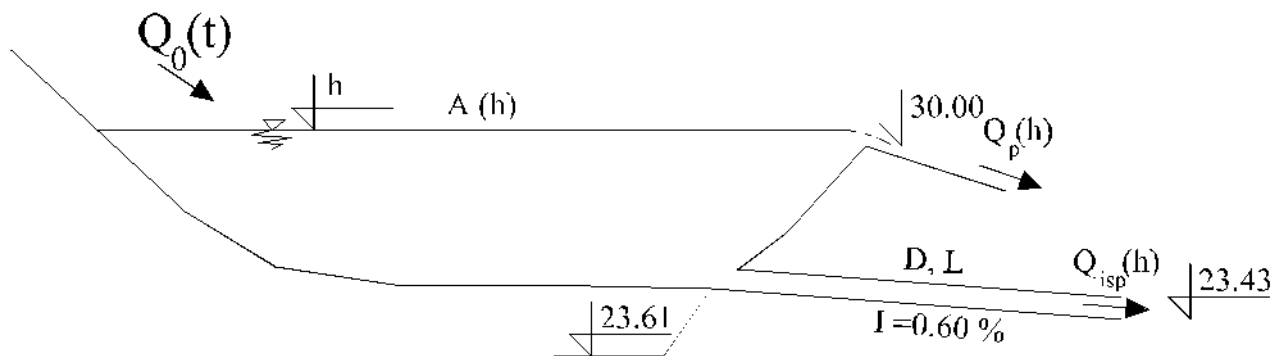
Split, 14. svibnja 2019. godine

Mentor: doc. dr. sc. Davor Bojanić, dipl.ing.građ.



## 2. TEHNIČKI OPIS

Zadan je hidraulički model funkcioniranja retencije bazena s temeljnim ispustom. Proračuni su provedeni za 3 promjera cijevi temeljnog ispusta: 0,75 (m), 1,00 (m) i 1,25 (m). Dužina cijevi je 30 (m). Apsolutna pogonska hidraulička hrapavost iznosi 1 (mm). Zadan je preljev s kotom krune na 30.00 (m n.m.). Preljev je dimenzioniran po WES standardu s nagibom uzvodnog pokosa 1:1. Širina ovog preljeva iznosi 17 (m). Dotok u akumulaciji je zadan tablično u funkciji vremena za 3 povratna perioda: 25 god, 50 god i 100 god. Površina retencije je zadana u funkciji nadmorske visine.



Slika 2 - Prikaz retencije s temeljnim ispustom

### 3. UVOD

Retencija u vodogradnji ili hidrotehnici, predstavlja uređeno područje u slivu vodotoka predviđeno za vremenski kraće zadržavanje vode u svrhu zaštite od poplava. Retencijama se regulira vodni režim vodotoka na način da se puštanjem vode u retenciju smanjuje najveći (maksimalni) protok na nizvodnom području, pa se time količina vode koja bi inače poplavila to područje propušta u vodotok dulje vrijeme. Retencija može biti izvedena tako da se puni nekontrolirano, a kontrolira se samo izlaz vode iz retencijskog prostora ili se može puniti i praziniti kontrolirano. Razlikuju se čelne i bočne retencije. Punjenje i pražnjenje bočnih retencija se odvija pomoću: preljeva, otvora u nasipima, rušenja privremenih nasipa te ustavama. Veličina retencije ovisi o hidrološkim zanačajkama, raspoloživom prostoru retencije i kapacitetu korita nizvodno.

Rad se sastoji od tri dijela: proračun krivulja protoka temeljnog ispusta i preljeva u Excelu, programa u Fortranu kojim se računaju protoci na preljevu i kroz temeljni ispust, kao i vodostaji u retenciji, te usporedbe rezultata proračuna.

## 4. Proračun

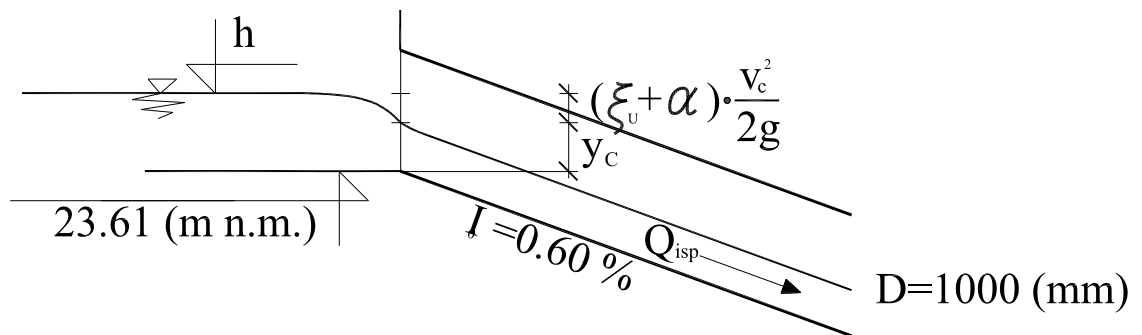
### 4.1. Prva faza - ULAZNI PODACI

Izlaz vode iz retencije sam po sebi dijelimo na tri vrste tečenja: tečenje sa slobodnim vodnim licem, tečenje pod tlakom i prelijevanje, pa se tako se i proračun dijeli u tri dijela.

Krivulja protoka temeljnog ispusta

Na slici 3. prikazana je hidraulička shema funkcioniranja temeljnog ispusta.

DETALJ POČETKA TEMELNOG ISPUSTA



Slika 3 - Hidraulička shema funkcioniranja temeljnog ispusta

Za nepotopljeno ulijevanje u cijev temeljnog ispusta vrijedi:

$$h = z_1 + y_c + (\xi_{ulaz} + \alpha) \cdot \frac{v_c^2}{2g}$$

- Za zadani protok  $Q$  iz gornje jednadžbe može se izračunati kritična dubina  $y_c$ .  
Preko jednadžbe za Freudeov broj postavlja se nova funkcija  $F$  koja glasi :

$$Fr = \frac{\alpha Q^2 B}{g A^3} = 1 \rightarrow F = Fr - 1 = \frac{\alpha Q^2 B}{g A^3} - 1 = 0$$

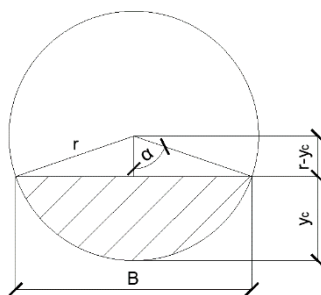
Radi proračuna koji slijedi potrebna je parcijalna derivacija nove funkcije  $F$ :

$$\frac{\partial F}{\partial y} = \frac{\alpha Q^2}{g} \cdot \frac{\frac{\partial B}{\partial y} \cdot A^3 - B \cdot 3A^2 \cdot \frac{\partial A}{\partial y}}{A^6}$$

Kako se  $y_c$  može izračunati jedino iteracijom jer je gornja jednačba nelinearna, primijenit će se Newtonova metoda za rješavanje nelinearnih jednačbi:

$$y_{Novi} = y_{Stari} - \frac{F(y_{Stari})}{\frac{\partial F}{\partial y} |_{y = y_{Stari}}}$$

- S obzirom da je temeljni ispušt kružnog poprečnog presjeka slijedeće varijable izražavaju se preko priložene skice:



Slika 4 - Kružni poprečni presjek temeljnog ispusta

$$A = r^2 \pi \cdot \frac{2\alpha}{2\pi} - B \cdot \frac{r - y_c}{2} = r^2 \alpha - 2r \sin \alpha \cdot \frac{r - y_c}{2} = r^2 \alpha - r(r - y_c) \sin \alpha$$

$$B = 2r \sin \alpha$$

$$\cos \alpha = \frac{r - y_c}{r} \rightarrow \alpha = \arccos\left(\frac{r - y_c}{r}\right)$$

Za potrebe rješavanja gore navedene parcijalne derivacije  $\frac{\partial F}{\partial y}$  raspisuju se i slijedeće parcijalne derivacije:

$$\frac{\partial A}{\partial y} = r^2 \frac{d\alpha}{dy} - r^2 \cos \alpha \frac{d\alpha}{dy} + r \sin \alpha + r y \cos \alpha \frac{d\alpha}{dy} = r \sin \alpha + \frac{d\alpha}{dy} (r^2 - r^2 \cos \alpha + r y \cos \alpha)$$

$$\frac{\partial B}{\partial y} = 2r \cos \alpha \frac{d\alpha}{dy}$$

$$\frac{d\alpha}{dy} = \frac{d}{dy} \left[ \arccos \left( \frac{r-y}{r} \right) \right] = - \frac{1}{\sqrt{1 - \left( \frac{r-y}{r} \right)^2}} \left( - \frac{1}{r} \right) = \frac{1}{r \sqrt{1 - \left( \frac{r-y}{r} \right)^2}}$$

Nakon ovoga proračuna i unošenja formula u excel počinje proračun tj. prva faza rada.

Kako je tema rada usporedba funkcioniranja retencije za zadane hidrograme dotoka u retenciju za tri slučaja tako se ovaj proračun radi tri puta za tri različita promjera temeljnog ispusta.

Postavljanjem svih podataka u napravljene formule i tablice u excelu dobiju se djelomični prvi ulazni podaci za 2. fazu rada i to u obliku tablica gdje vidimo promjenu vodostaja  $h$  u ovisnosti o veličini protoka  $Q$ .

h	Q
0,00000	0,00000
23,69415	0,01000
23,72969	0,02000
23,75725	0,03000
23,78069	0,04000
23,80150	0,05000
23,82046	0,06000
23,83801	0,07000
23,85446	0,08000
23,87000	0,09000
23,88478	0,10000
23,89893	0,11000
23,91252	0,12000
23,92564	0,13000
23,93832	0,14000
23,95063	0,15000
24,00765	0,20000
24,05919	0,25000
24,10697	0,30000
24,15203	0,35000
24,18025	0,40000
24,22440	0,45000
24,26777	0,50000
24,31062	0,55000
24,35318	0,60000
24,39566	0,65000
24,43822	0,70000
24,48105	0,75000
24,52429	0,80000
24,56810	0,85000
24,61263	0,90000
24,65800	0,95000
24,70437	1,00000
24,80057	1,10000
24,90214	1,20000

*Tablica 5 - Vodostaj u ovisnosti o protoku (tečenje sa slobodnim vodnim licem) za  $d=0.75$  (m)*

h	Q
0,00000	0,00000
23,68800	0,01000
23,72073	0,02000
23,74603	0,03000
23,76748	0,04000
23,78647	0,05000
23,80373	0,06000
23,81966	0,07000
23,83455	0,08000
23,84859	0,09000
23,86192	0,10000
23,87465	0,11000
23,88685	0,12000
23,89859	0,13000
23,90992	0,14000
23,92089	0,15000
23,97139	0,20000
24,01653	0,25000
24,05790	0,30000
24,09644	0,35000
24,13277	0,40000
24,16732	0,45000
24,20040	0,50000
24,23226	0,55000
24,26307	0,60000
24,29298	0,65000
24,32212	0,70000
24,35131	0,75000
24,38168	0,80000
24,41166	0,85000
24,44133	0,90000
24,47073	0,95000
24,49992	1,00000
24,55780	1,10000
24,61529	1,20000
24,67266	1,30000
24,73015	1,40000
24,78799	1,50000
24,84640	1,60000
24,90559	1,70000
24,96574	1,80000
25,02707	1,90000
25,08974	2,00000
25,15396	2,10000
25,21988	2,20000
25,28767	2,30000
25,35746	2,40000
25,42822	2,50000

Tablica 6 - Vodostaj u ovisnosti o protoku (tečenje sa slobodnim vodnim licem) za  $d=1$  (m)

<b>h</b>	<b>Q</b>
0,00000	0,00000
23,68361	0,01000
23,71439	0,02000
23,73814	0,03000
23,75824	0,04000
23,77602	0,05000
23,79215	0,06000
23,80703	0,07000
23,82091	0,08000
23,83399	0,09000
23,84640	0,10000
23,85822	0,11000
23,86955	0,12000
23,88044	0,13000
23,89095	0,14000
23,90110	0,15000
23,94773	0,20000
23,98921	0,25000
24,02706	0,30000
24,06216	0,35000
24,09510	0,40000
24,12629	0,45000
24,15601	0,50000
24,18450	0,55000
24,21192	0,60000
24,23841	0,65000
24,26408	0,70000
24,28903	0,75000
24,31333	0,80000
24,33706	0,85000
24,36025	0,90000
24,38297	0,95000
24,40525	1,00000
24,44865	1,10000
24,49070	1,20000
24,54904	1,30000
24,59340	1,40000
24,63713	1,50000
24,68036	1,60000
24,72318	1,70000
24,76568	1,80000
24,80795	1,90000
24,85005	2,00000
24,89206	2,10000
24,93404	2,20000
24,97605	2,30000
25,01814	2,40000
25,06038	2,50000



25,10282	2,60000
25,14550	2,70000
25,18849	2,80000
25,23183	2,90000
25,27557	3,00000
25,31976	3,10000
25,36445	3,20000
25,40968	3,30000
25,45551	3,40000
25,50198	3,50000
25,54913	3,60000
25,59700	3,70000
25,64565	3,80000
25,69509	3,90000
25,74538	4,00000
25,79655	4,10000
25,84862	4,20000
25,90164	4,30000
25,89873	4,40000
25,94814	4,50000
25,99847	4,60000
26,04973	4,70000
26,10195	4,80000

*Tablica 7 - Vodostaj u ovisnosti o protoku (tečenje sa slobodnim vodnim licem) za  $d = 1.25$  (m)*

Potom slijedi proračun tečenja pod tlakom koje je nastupilo kada je temeljni ispust bio u potpunosti ispunjen vodom te je vodostaj prešao za 1 (m) kotu vrha cijevi temeljnog ispusta na njegovom početku u retenciji.

Tečenje pod tlakom je realizirano na slijedeći način:

- Koristi se ponovo činjenica da su protok  $Q$  i promjer temeljnog ispusta  $d$  poznate veličine pomoću kojih se dolazi do brzine tečenja  $v$  koristeći osnovnu formulu za protok:

$$Q = v \cdot A \rightarrow v = \frac{Q}{A}$$

- Zatim se računa Reynoldsov broj:

$$Re = \frac{v \cdot D}{\nu}$$

- Potom lambda  $\Delta$ :

$$\lambda = \frac{1}{(1,14 - 2 \cdot \log(\frac{k}{d} + \frac{9,35}{Re \cdot \sqrt{\lambda}}))^2}$$

Pretpostavlja se da je  $I_e = I_{pl}$  te se iterativnim postupkom odredi koeficijent otpora trenja  $\lambda$ .

Rezultat proračuna je veličina vodostaja  $h$  u ovisnosti o zadanom protoku  $Q$ .

Postupak se ponavlja tri puta za tri veličine promjera što rezultira dijelomičnim prvim ulaznim podacima za drugu fazu rada i to opet u obliku tablica gdje se daje ovisnost protoka i vodostaja u retenciji.

h	Q
25,51029	1,30000
25,68269	1,40000
25,86785	1,50000
26,06577	1,60000
26,27644	1,70000
26,49987	1,80000
26,73606	1,90000
26,98500	2,00000
27,24670	2,10000
27,52116	2,20000
27,80838	2,30000
28,10835	2,40000
28,42108	2,50000
28,74657	2,60000
29,08481	2,70000
29,43581	2,80000
29,79957	2,90000
30,17609	3,00000
30,56536	3,10000
30,96739	3,20000

*Tablica 8 - Razina vodostaja u ovisnosti o protoku (tečenje pod tlakom) za  $d = 0.75m$*

h	Q
25,65421	2,60000
25,75012	2,70000
25,84964	2,80000
25,95278	2,90000
26,05954	3,00000
26,16992	3,10000
26,28391	3,20000
26,40152	3,30000
26,52274	3,40000
26,64758	3,50000
26,77604	3,60000
26,90811	3,70000
27,04380	3,80000
27,18311	3,90000
27,32603	4,00000
27,47257	4,10000
27,62273	4,20000
27,77650	4,30000
27,93389	4,40000
28,09490	4,50000
28,25952	4,60000
28,42776	4,70000
28,59962	4,80000
28,77509	4,90000
28,95418	5,00000
29,13688	5,10000
29,32321	5,20000
29,51314	5,30000
29,70670	5,40000
29,90387	5,50000
30,10466	5,60000
30,30906	5,70000
30,51708	5,80000
30,72872	5,90000
30,94398	6,00000

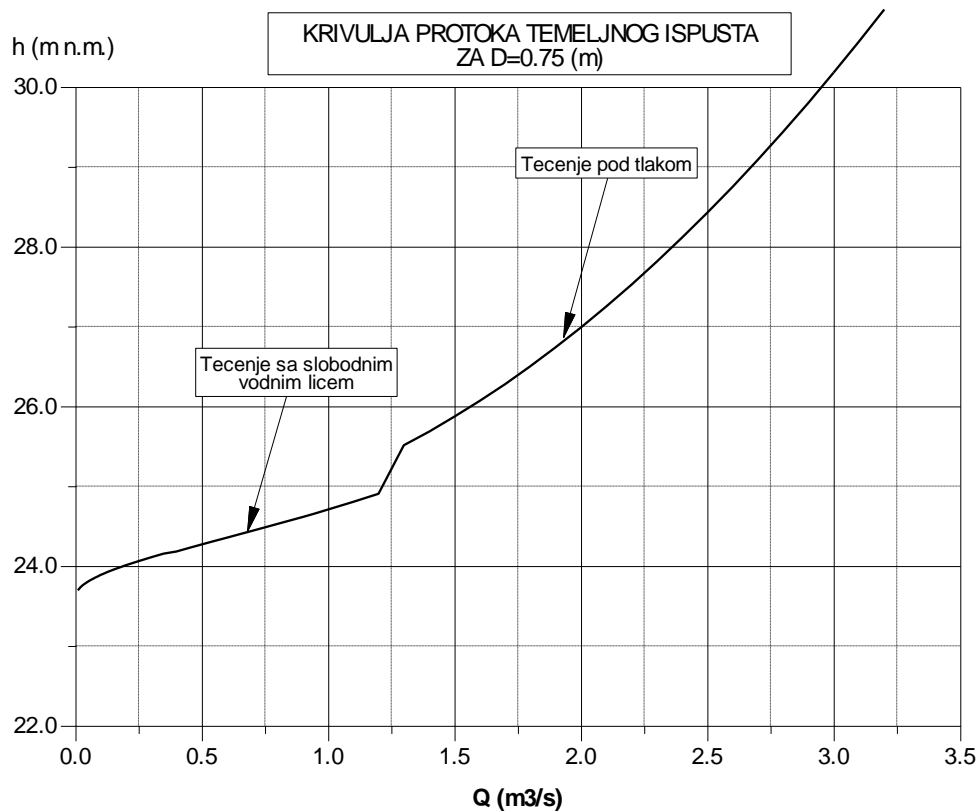
*Tablica 9 - Razina vodostaja u ovisnosti o protoku (tečenje pod tlakom) za  $d = 1m$*

h	Q
26,09441	4,90000
26,16301	5,00000
26,23299	5,10000
26,30435	5,20000
26,37710	5,30000
26,45123	5,40000
26,52675	5,50000
26,60366	5,60000
26,68195	5,70000
26,76162	5,80000
26,84268	5,90000
26,92513	6,00000
27,00896	6,10000
27,09417	6,20000
27,18077	6,30000
27,26875	6,40000
27,35812	6,50000
27,44888	6,60000
27,54102	6,70000
27,63454	6,80000
27,72945	6,90000
27,82575	7,00000
27,92343	7,10000
28,02249	7,20000
28,12294	7,30000
28,22478	7,40000
28,32800	7,50000
28,43260	7,60000
28,53859	7,70000
28,64597	7,80000
28,75473	7,90000
28,86487	8,00000
28,97641	8,10000
29,08932	8,20000
29,20362	8,30000
29,31931	8,40000
29,43638	8,50000
29,55483	8,60000
29,67467	8,70000
29,79590	8,80000
29,91851	8,90000
30,04251	9,00000
30,16789	9,10000
30,29465	9,20000
30,42280	9,30000
30,55234	9,40000
30,68326	9,50000

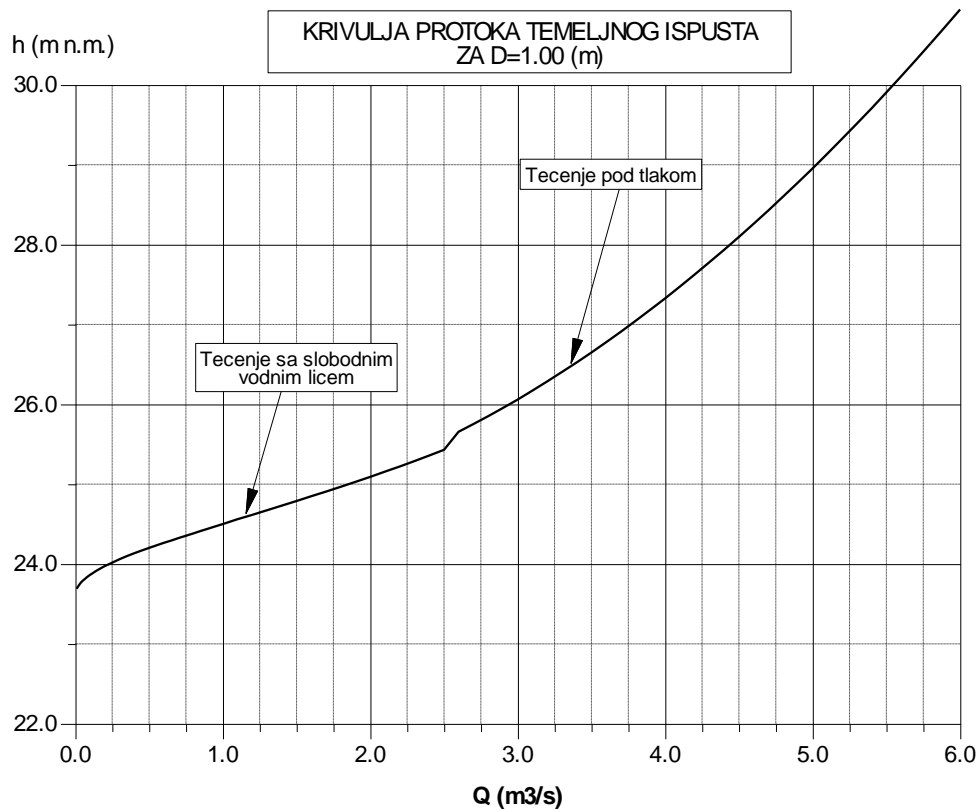
Tablica 10 - Razina vodostaja u ovisnosti o protoku (tečenje pod tlakom) za  $d = 1.25m$

U svrhu dobivanja cijelokupne slike promjene vodostaja do aktiviranja preljeva, dijelomične prve ulazne podatke tečenja sa slobodnim vodnim lice i pod tlakom povezuju se i čine prvu ulaznu datoteku.

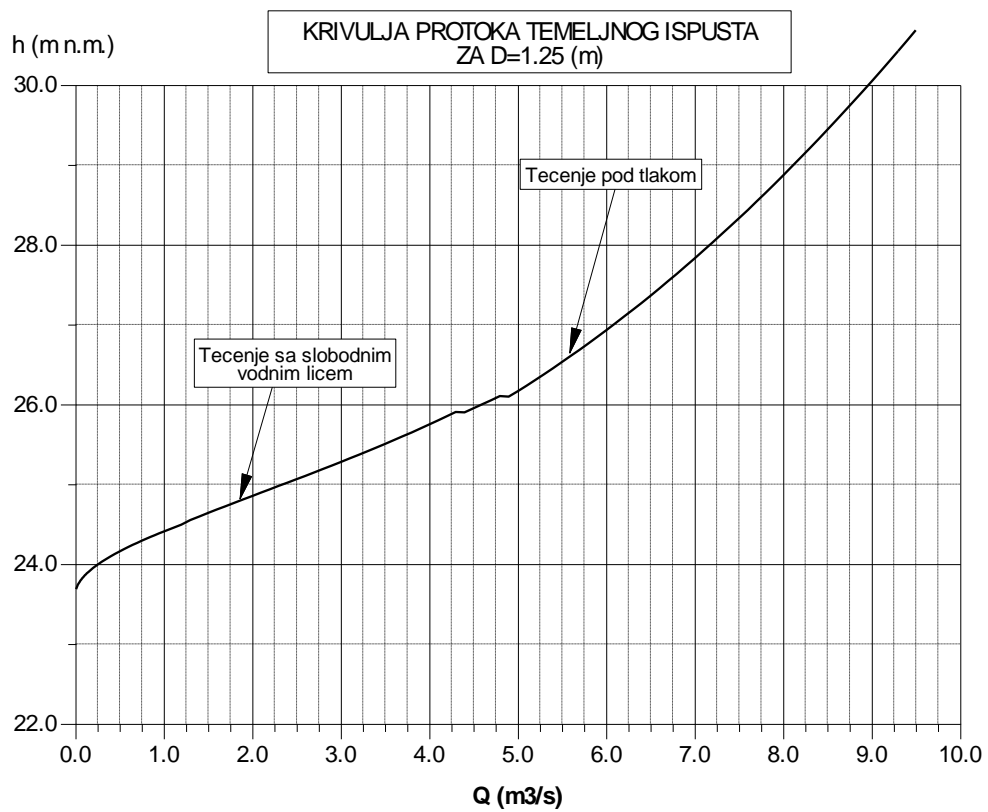
Proračun tečenja preko preljeva računa se u drugoj fazi rada u programu Fortran.



Slika 5 - Ukupna krivulja protoka za  $d = 0.75$  (m)



Slika 6 - Ukupna krivulja portoka za  $d = 1$  (m)



Slika 7 - Ukupna krivulja protoka za  $d = 1.25$  (m)



## 4.2. Druga faza - Fortranski proračun

U nastavku je priložen kod iz kojeg su dobivene izlazne datoteke.

```
PROGRAM RETENCIJA
```

```
! *****  
!  
!  NDOT - BROJ PODATAKA ZA KRIVULJU DOTOKA  
!  
!  QQ0(I) - I-TI DOTOK U RETENCIJU  
!  
!  TTO(I) - I-TO VRIJEME ZA I-TI DOTOK U RETENCIJU  
!  
!  NQIZ - BROJ PODATAKA ZA KRIVULJU PROTOKA NA IZLAZU IZ RETENCIJE  
!  
!  HHIZ(I) - I-TI VODOSTAJ U RETENCIJI  
!  
!  QQIZ(I) - I-TI PROTOK IZ RETENCIJE ZA VODOSTAJ HHIZ(I)  
!  
!  NAR - BROJ PODATAKA ZA KRIVULJU POVRŠINA RETENCIJE  
!  
!  HR(I) - I-TI VODOSTAJ U RETENCIJI  
!  
!  AR(I) - I-TA POVRŠINA RETENCIJE ZA VODOSTAJ HA(I)  
!  
!  H1 - RAZINA VODE U RETENCIJI NA POČETKU INTERVALA (m n.m.)  
!  
!  H2 - RAZINA VODE U RETENCIJI NA KRAJU INTERVALA (m n.m.)  
  
DIMENSION TTO(500),QQ0(500),HHIZ(200),QQIZ(200),HR(10),AR(10)  
  
HR(1)=0.0  
  
HR(2)=23.61  
  
HR(3)=25.00  
  
HR(4)=27.5  
  
HR(5)=30.0  
  
HR(6)=31.0  
  
HR(7)=35.0
```

AR(1)=112.0

AR(2)=112.0

AR(3)=7906.0

AR(4)=82555.0

AR(5)=224813.0

AR(6)=303259.0

AR(7)=350000.0

NAR=7

IUL1=4

IUL2=5

IZL=6

!

CALL OPEN(IUL1,IUL2,IZL)

READ(IUL2,\*) NDOT

DO I=1,NDOT

READ(IUL2,\*) TT0(I),QQ0(I)

END DO

READ(IUL1,\*) NQIZ

DO I=1,NQIZ

READ(IUL1,\*) HHIZ(I),QQIZ(I)

END DO

READ(IUL1,\*) H1,THETA,DT,NDT

EM=0.50

BPR=17.0

ZP=30.0

```

TOC=0.00001

T1=0.0

T1H=T1/3600.0

H2P=H1

AR1=BH(NAR,HR,AR,H1)

Q01=BH(NDOT,TT0,QQ0,T1)

QIZ1=BH(NQIZ,HHIZ,QQIZ,H1)

IF(H1.GT.ZP) QP1=EM*BPR*SQRT(19.62)*(H1-ZP)**1.5

IF(H1.LE.ZP) QP1=0.0

QUK1=QIZ1+QP1

WRITE(IZL,30) T1,T1H,H1,Q01,QIZ1,QP1,QUK1

30  FORMAT(7F15.5)

DO 100 I=1,NDT

T2=T1+DT

T2H=T2/3600.0

250  CONTINUE

AR2=BH(NAR,HR,AR,H2P)

Q02=BH(NDOT,TT0,QQ0,T2)

QIZ2=BH(NQIZ,HHIZ,QQIZ,H2P)

IF(H2P.GT.ZP) QP2=EM*BPR*SQRT(19.62)*(H2P-ZP)**1.5

IF(H2P.LE.ZP) QP2=0.0

H2IZ=H1+(1.0-THETA)*DT*(Q01-QIZ1-QP1)/AR1+THETA*DT*(Q02-QIZ2-QP2)/AR2

RAZ=ABS(H2IZ-H2P)

IF(RAZ.GT.TOC) THEN

H2P=(H2IZ+H2P)/2.0

```

```

GO TO 250

END IF

QUK2=QIZ2+QP2

WRITE(IZL,30) T2,T2H,H2IZ,Q02,QIZ2,QP2,QUK2

T1=T2

T1H=T2H

AR1=AR2

Q01=Q02

QIZ1=QIZ2

QP1=QP2

H2P=H2IZ

H1=H2IZ

WRITE(*,112) I
112 FORMAT(' I= ',I5)
100 CONTINUE

STOP

END

FUNCTION BH(N,X,Y,XX)

DIMENSION X(N),Y(N)

NI=1

DO 1 I=1,N-1

IF(X(I)-XX) 2,4,3

2 NI=I

1 CONTINUE

3 BH=Y(NI)+(Y(NI+1)-Y(NI))*(XX-X(NI))/(X(NI+1)-X(NI))

RETURN

```

```

4  BH=Y(I)

   RETURN

   END

!

   SUBROUTINE OPEN(IUL1,IUL2,IZL)

   CHARACTER*40 IME

!   IUL1 JE BROJ ULAZNE DATOTEKE S PODACIMA ZA TEMELJNI ISPUST
!   IUL2 JE BROJ ULAZNE DATOTEKE S PODACIMA ZA DOTOK U RETENCIJU
!   IZL JE BROJ IZLAZNE DATOTEKE

   WRITE(*,10)

10  FORMAT(' UPISI IME ULAZNE DATOTEKE ZA TEM. ISPUST:')

   READ(*,'(A)') IME

   OPEN(UNIT=IUL1,FILE=IME,STATUS='OLD')

   WRITE(*,15)

15  FORMAT(' UPISI IME ULAZNE DATOTEKE ZA DOTOK U RETENCIJU:')

   READ(*,'(A)') IME

   OPEN(UNIT=IUL2,FILE=IME,STATUS='OLD')

   WRITE(*,11)

11  FORMAT(' UPISI IME IZLAZNE DATOTEKE:')

   READ(*,'(A)') IME

   OPEN(UNIT=IZL,FILE=IME,STATUS='REPLACE')

   WRITE(*,9) IME

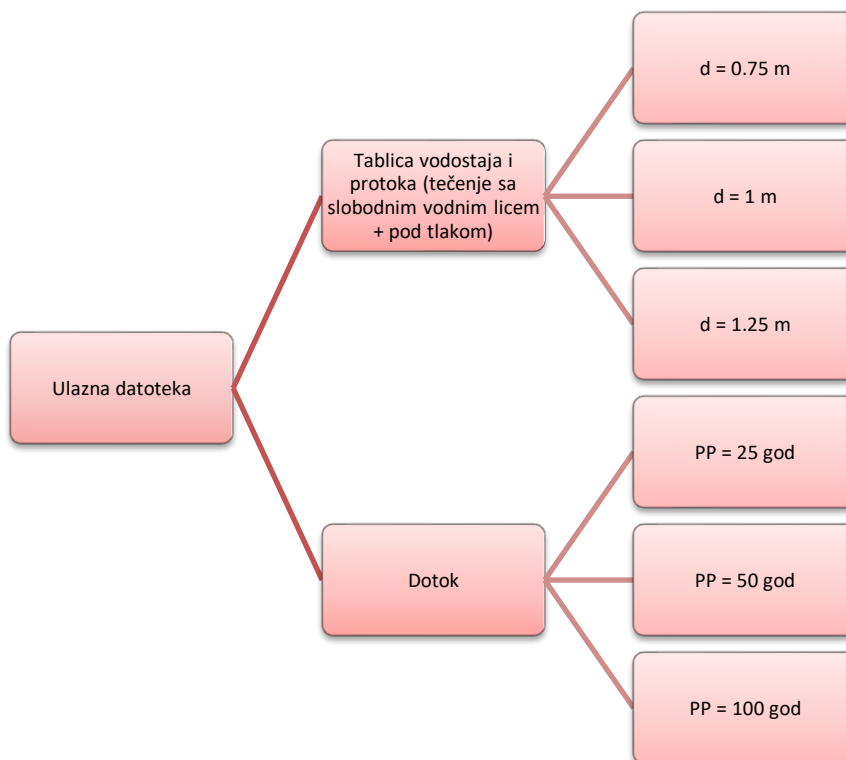
9   FORMAT(' IME IZLAZNE DATOTEKE JE:',A40)

   RETURN

   END

```

Ulazne datoteke se sastoje od kombinacija dviju datoteka. Princip odabira kombinacija prikazan je na slici 2.

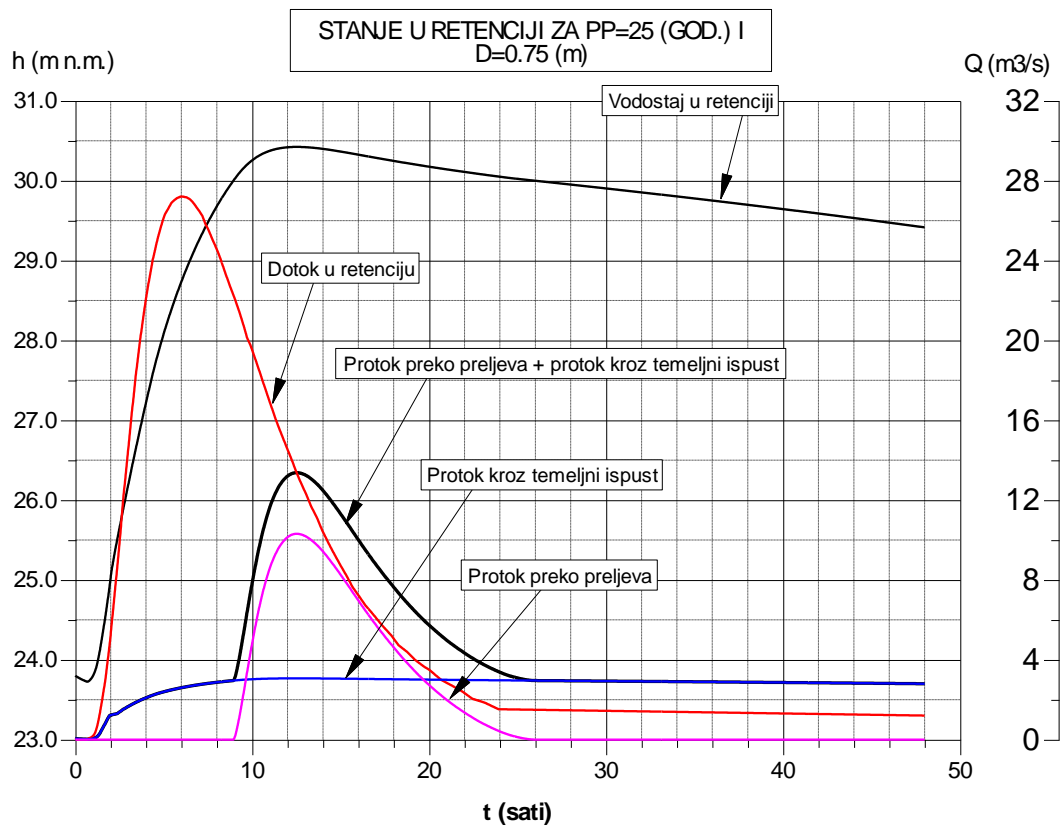


*Slika 8 - Prikaz odabira kombinacija za Ulazne datoteke*

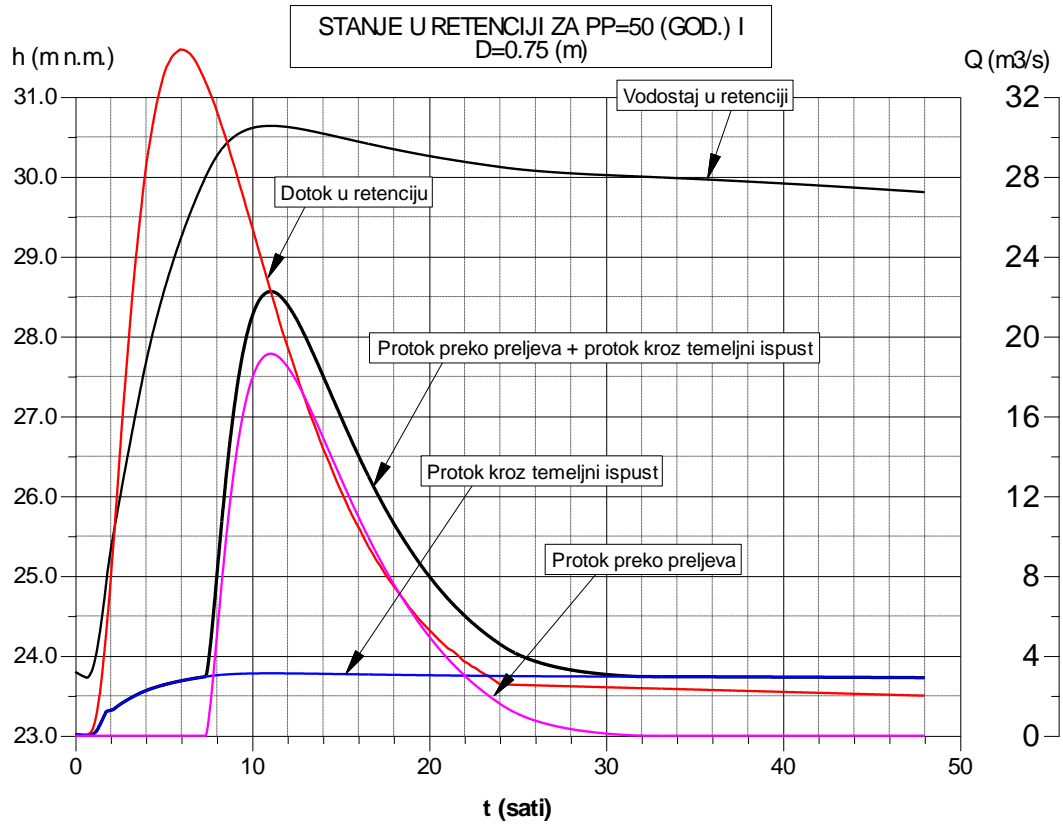
Nakon svih kombinacija navedenih ulaznih datoteka dobije se devet izlaznih datoteka od kojih svaka sadrži po 7 varijabli i to:  $t_h$ ,  $t_l$ ,  $h_l$ ,  $Q_0$ ,  $Q_{iz}$ ,  $Q_p$  i  $Q_{uk}$  za 2882 točke.

### 4.3. Dijagrami izlaznih podataka

U nastavku su priloženi dijagrami s izlaznim podacima.

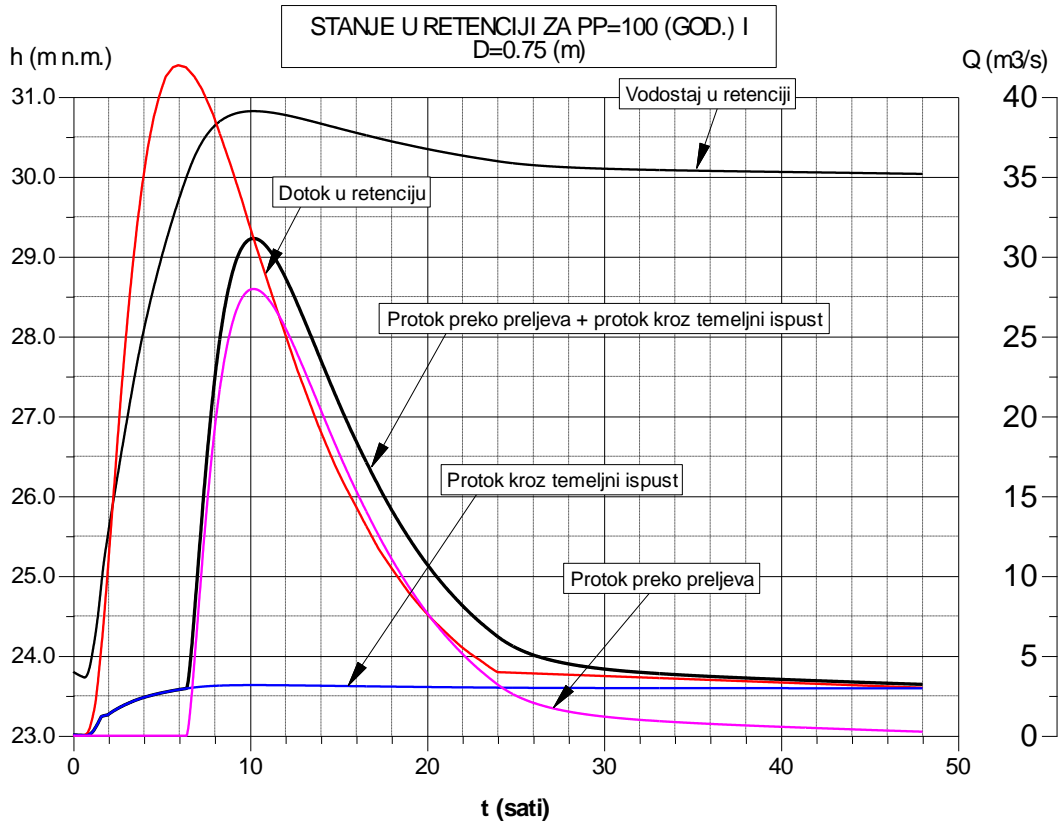


Slika 9 – Stanje retencije za  $d = 0.75\text{m}$  i  $PP = 25$  god

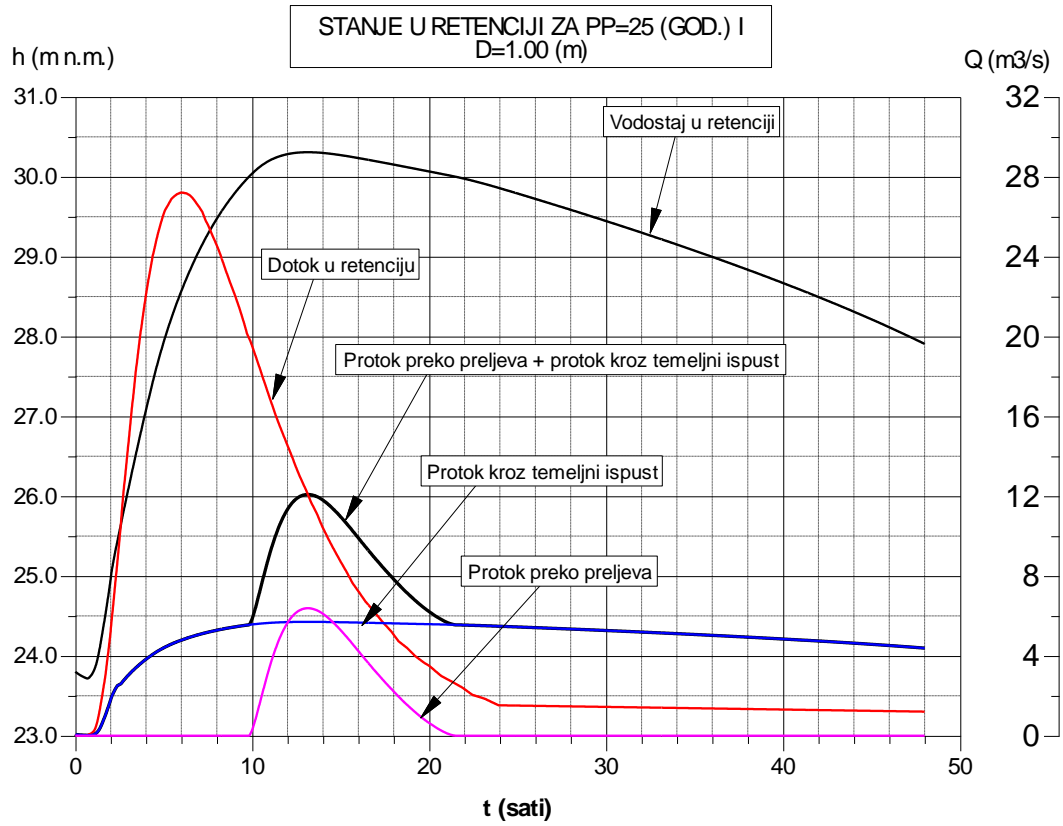


Slika 10 – Stanje retencije za  $d = 0.75$  m i za PP = 50god

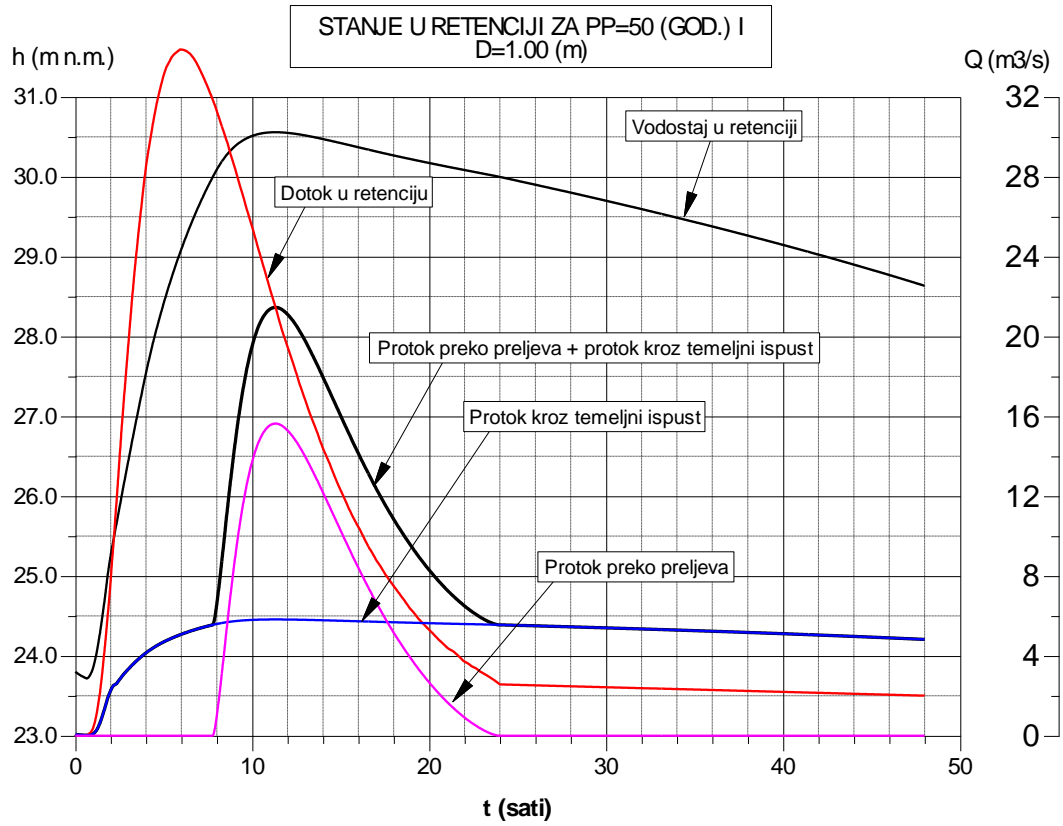




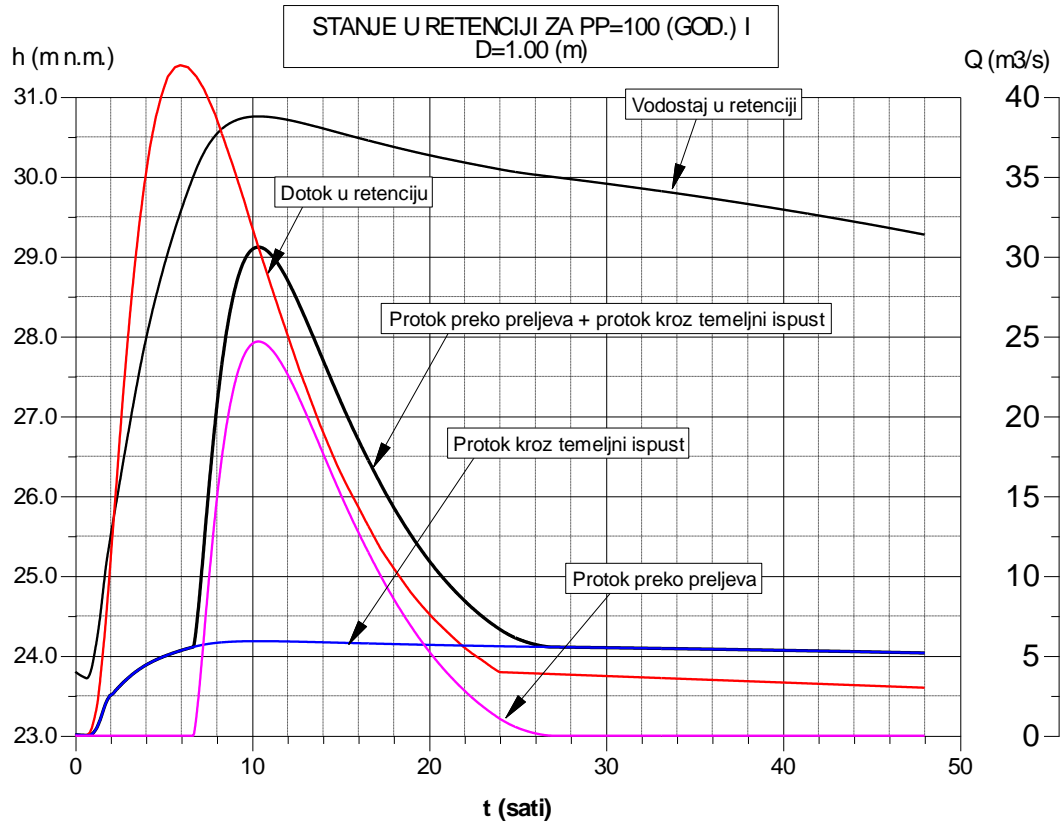
*Slika 11 – Stanje retencije za  $d = 0.75$  m i za  $PP = 100$  god*



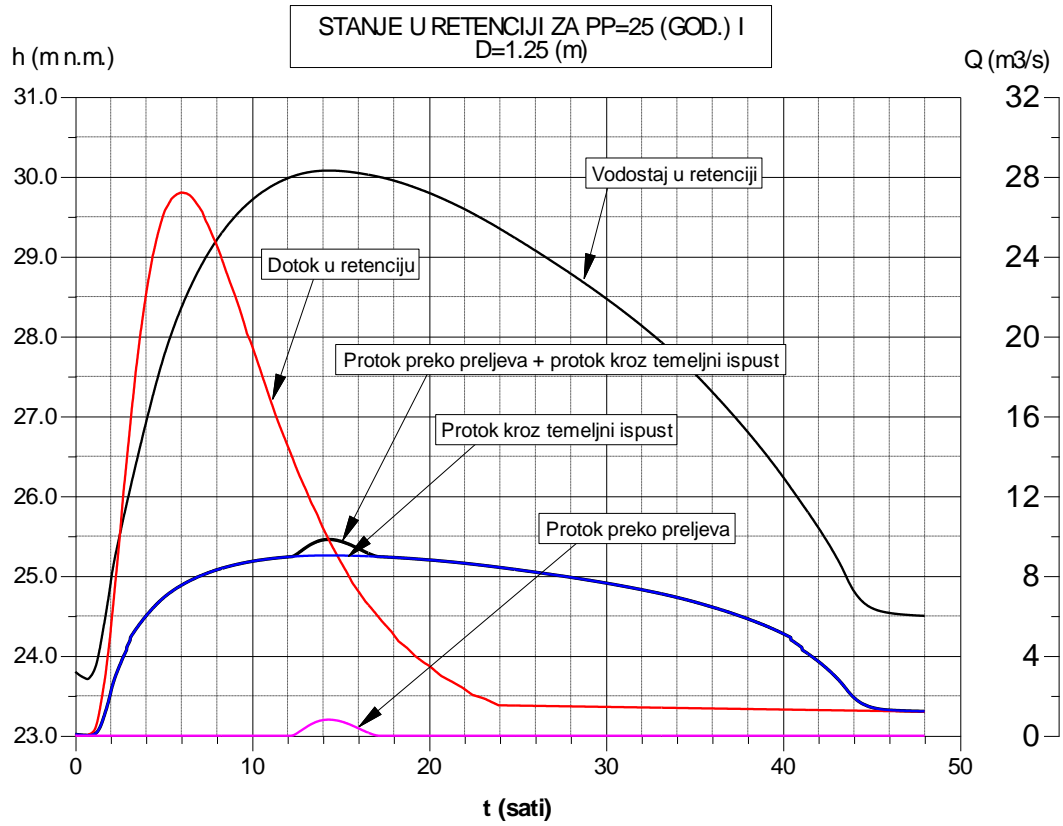
Slika 12 – Stanje retencije za  $d = 1.00$  m i za PP = 25 god



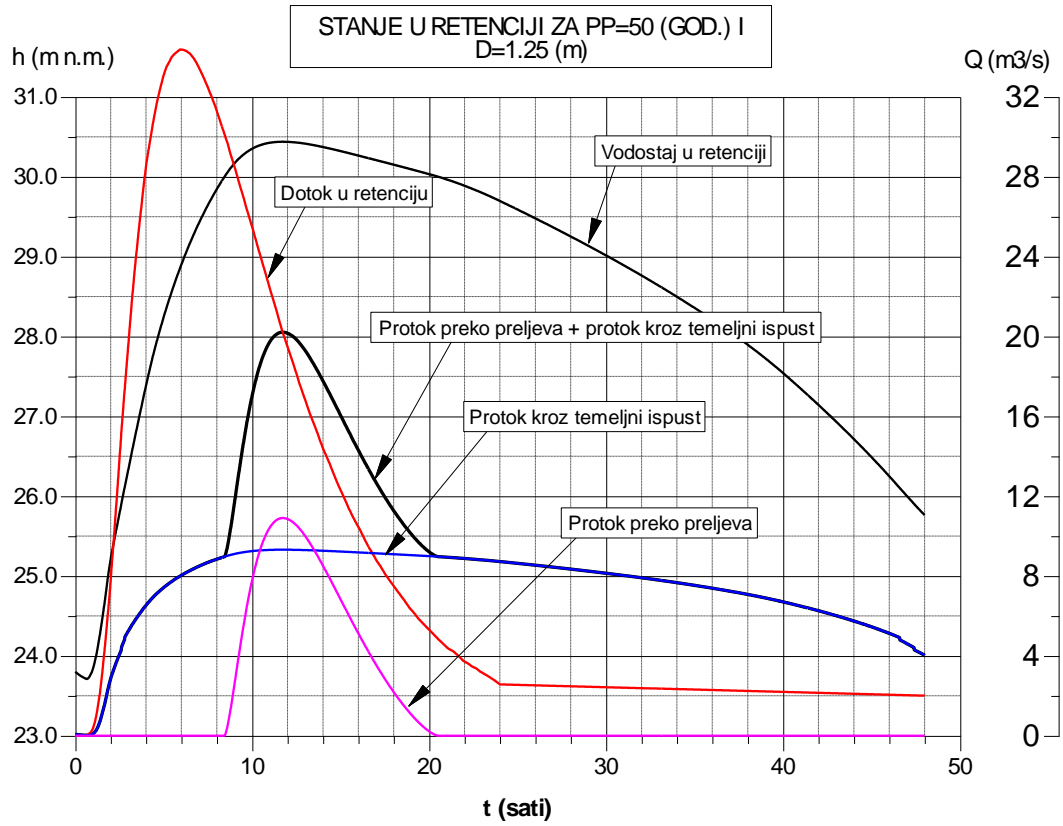
*Slika 13 – Stanje u retenciji za  $d = 1.00\text{m}$  i za  $PP = 50$  god*



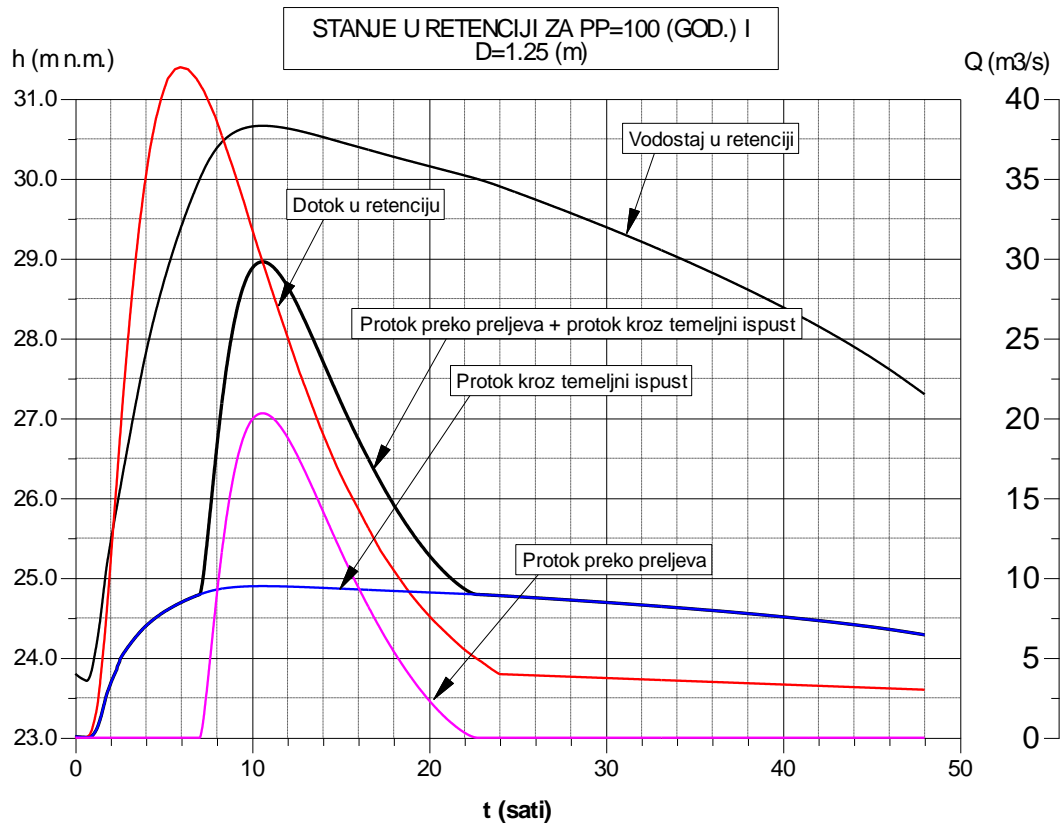
Slika 14 – Stanje u retenciji za  $d = 1.00$  m i za  $PP = 100$  god



Slika 15 – Stanje u retenciji za  $d = 1.25$  m za PP = 25 god

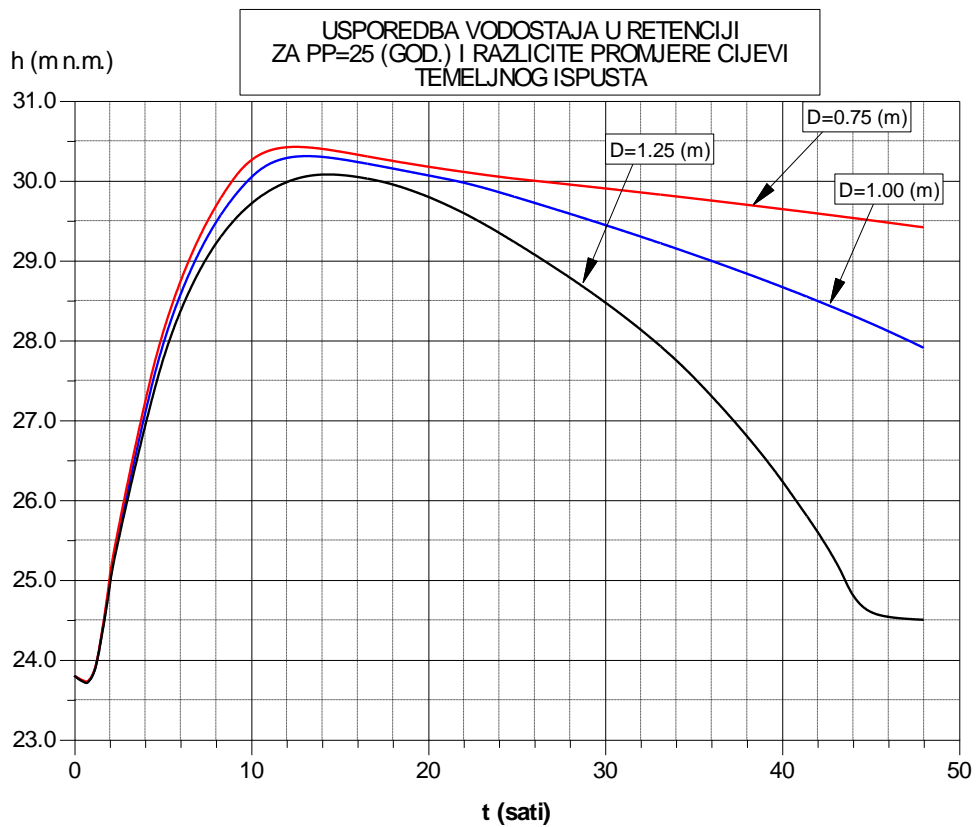


Slika 16 – Stanje u retenciji za  $d = 1.25$  m i za  $PP = 50$  god



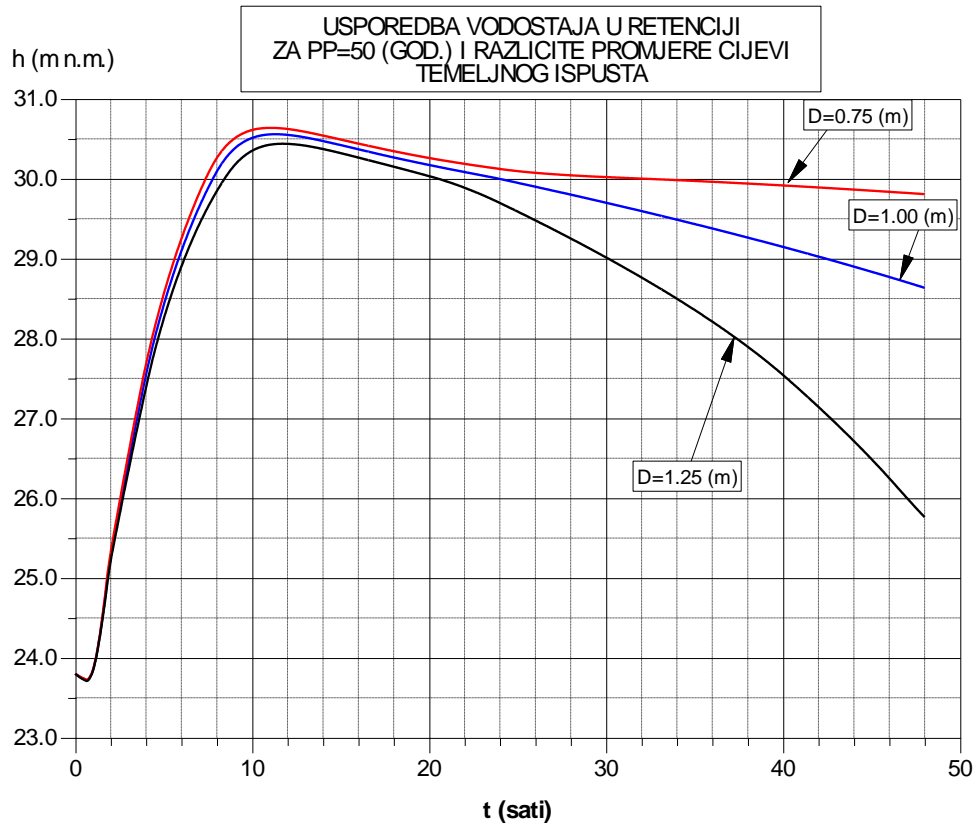
Slika 17 – Stanje u retenciji za  $d = 1.25$  m i  $PP = 100$  god

Slijedeća usporedba je prikaz promjene vodostaja  $h$  u ovisnosti o vremenu  $t$  za sva tri promjera cijevi temeljnog ispusta  $d$  i isti povratni period  $PP$ :

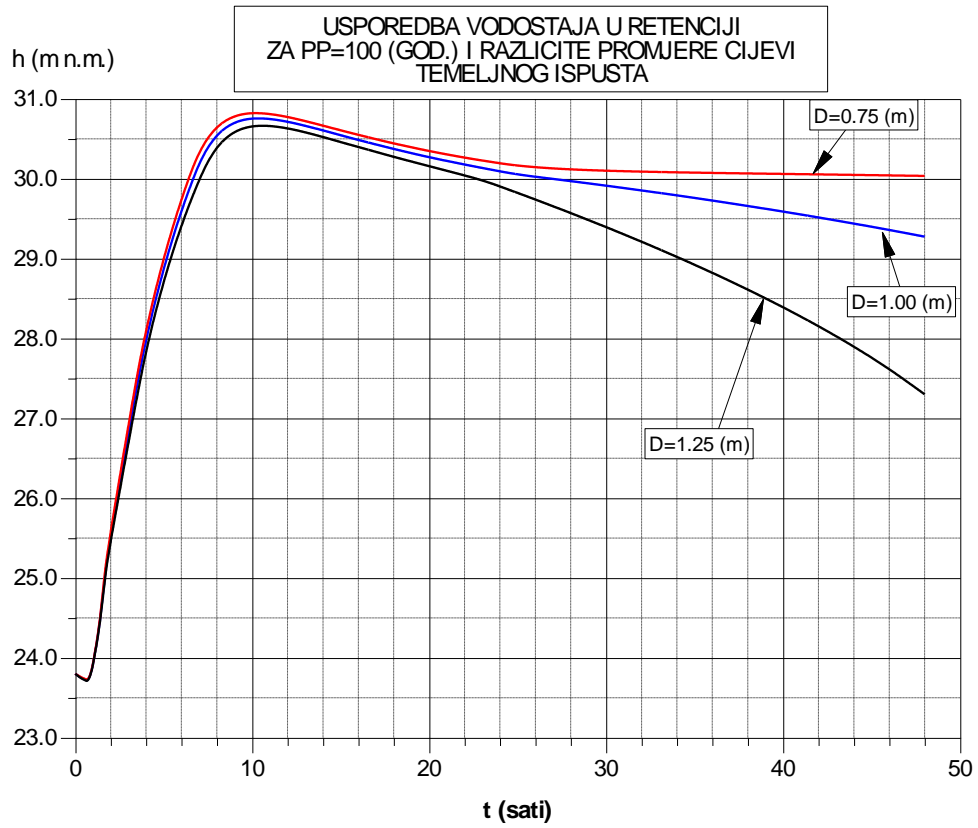


Slika 18 - Dijagram vodostaja u retenciji za  $PP = 25$  (god)





Slika 19 - Dijagram vodostaja u retenciji za PP = 50 (god)



Slika 20 - Dijagram vodostaja u retenciji za PP = 100 (god)

## 5. Zaključak

Proračunima funkcioniranja retencije s odabranim dimenzijama i kotom krune preljeva, te sa odsabranim promjerima cijevi temeljnog ispusta, dokazano je da razine vode u retenciji neće prijeći kotu od 31.00 (m n.m.). Time odabrane dimenzije odvodnog sustava zadovoljavaju.

Kod promjera odvodne cijevi temeljnog ispusta od 1.25 (m), pri dotoku u retenciju vodnog vala 100 godišnjeg povratnog perioda, ostvaruje se maksimalni vodostaj u retenciji od 30.663 (m n.m.).

Kod promjera odvodne cijevi temeljnog ispusta od 1.00 (m), pri dotoku u retenciju vodnog vala 100 godišnjeg povratnog perioda, ostvaruje se maksimalni vodostaj u retenciji od 30.755 (m n.m.).

Kod promjera odvodne cijevi temeljnog ispusta od 0.75 (m), pri dotoku u retenciju vodnog vala 100 godišnjeg povratnog perioda, ostvaruje se maksimalni vodostaj u retenciji od 30.820 (m n.m.).

Usporedbom rezultata može se zaključiti da sve veličine promjera odvodne cijevi temeljnog ispusta zadovoljavaju. Povećanjem promjera cijevi temeljnog ispusta dolazi do smanjenja razine vodostaja u retenciji.

## 6. Literatura

“Osnove hidromehanike” - autor Vinko Jović

## 7. Popis slika

Slika 1 - Hidraulički model funkcioniranja retencije.....	2
Slika 2 - Prikaz retencije s temeljnim ispustom .....	4
Slika 3 - Hidraulička shema funkcioniranja temeljnog ispusta .....	6
Slika 4 - Kružni poprečni presjek temeljnog ispusta .....	7
Slika 11 - Ukupna krivulja protoka za $d = 0.75$ (m) .....	17
Slika 12 - Ukupna krivulja portoka za $d = 1$ (m) .....	18
Slika 13 - Ukupna krivulja protoka za $d = 1.25$ (m) .....	19
Slika 14 - Prikaz odabira kombinacija za Ulazne datoteke .....	25
Slika 15 – Stanje retencije za $d = 0.75$ m i PP = 25 god .....	26
Slika 16 – Stanje retencije za $d = 0.75$ m i za PP = 50god.....	27
Slika 17 – Stanje retencije za $d = 0.75$ m i za PP = 100 god.....	28
Slika 18 – Stanje retencije za $d = 1.00$ m i za PP = 25 god.....	29
Slika 19 – Stanje u retenciji za $d = 1.00$ m i za PP = 50 god .....	30
Slika 20 – Stanje u retenciji za $d = 1.00$ m i za PP = 100 god .....	31
Slika 21 – Stanje u retenciji za $d = 1.25$ m za PP = 25 god .....	32
Slika 22 – Stanje u retenciji za $d = 1.25$ m i za PP = 50 god .....	33
Slika 23 – Stanje u retenciji za $d = 1.25$ m i PP = 100 god.....	34
Slika 33 - Dijagram vodostaja u retenciji za PP = 25 (god).....	35
Slika 34 - Dijagram vodostaja u retenciji za PP = 50 (god).....	36
Slika 35 - Dijagram vodostaja u retenciji za PP = 100 (god).....	37

## 8. Popis tablica

Tablica 1 - Dotok u retenciju za PP = 25 god .....	2
Tablica 2 - Dotok u retenciju za PP = 50 god .....	3
Tablica 3 - Dotok u retenciju za PP = 100 god.....	3
Tablica 4 - Ovisnost površine retencije o nadmorskoj visini .....	3
Tablica 5 - Vodostaj u ovisnosti o protoku (tečenje sa slobodnim vodnim licem) za d=0.75 (m) .....	9
Tablica 6 - Vodostaj u ovisnosti o protoku (tečenje sa slobodnim vodnim licem) za d=1 (m)	10
Tablica 7 - Vodostaj u ovisnosti o protoku (tečenje sa slobodnim vodnim licem) za d =1.25 (m).....	12
Tablica 8 - Razina vodostaja u ovisnosti o protoku (tečenje pod tlakom) za d = 0.75m.....	14
Tablica 9 - Razina vodostaja u ovisnosti o protoku (tečenje pod tlakom) za d = 1m.....	15
Tablica 10 - Razina vodostaja u ovisnosti o protoku (tečenje pod tlakom) za d = 1.25m.....	16