

## БРАНЕ „ЈАВА“ (JAWA) У ЈОРДАНУ

Проф. др Петар С. ПЕТРОВИЋ, дипл. грађ. инж.  
Грађевински факултет Универзитета у Београду

### РЕЗИМЕ

Дуго година је најстаријом браном на свету, чији остаци још постоје, сматрана брана од каменог набачаја „Кафара“ (Sadd el-Kafara), изграђена око 2610. године пре н. е. у кориту реке Гарави (Wadi el-Garawi), око 30 km јужно од Каира, у Египту.

У овом чланку се, по први пут на српском језику, износе подаци о бранама града Јаве (Jawa), за које, до пре три деценије нико није знао да постоје. У Црној пустињи (Black Desert) која се простире кроз данашњу Сирију, Јордан и Саудијску Арабију, на јужним падинама планине Друз (Jebel Druze), у северном Јордану близу границе са Сиријом, постојао је град Јава. Подигнут је у пустињи у којој су ерупције вулкана избациле огромне количине базалтне лаве и где је живот у летњим месецима био немогућ.

Не зна се ко су били становници града Јаве, одакле су дошли и када су населили то место. Поред малог кањона реке Раџил (Rajil), на брду су изградили град са свим потребним зградама и опасали га високим бедемом од базалта (камена). Преградили су реку на три места и изградили деривационе бране од каменог набачаја. Од тих малих акумулација канала су одвели воду до девет резервоара са зидовима бранама од базалта. Поуздано се зна да је то било пре трећег миленијума пре н. е. Становници су нестали као што су дошли. Историја не зна ништа о њима.

**Кључне речи:** археологија, канали, бране зидане каменом као зидови резервоара за воду, бране од каменог набачаја као диверзионе бране, пустиња, бронзано доба.

### УВОД

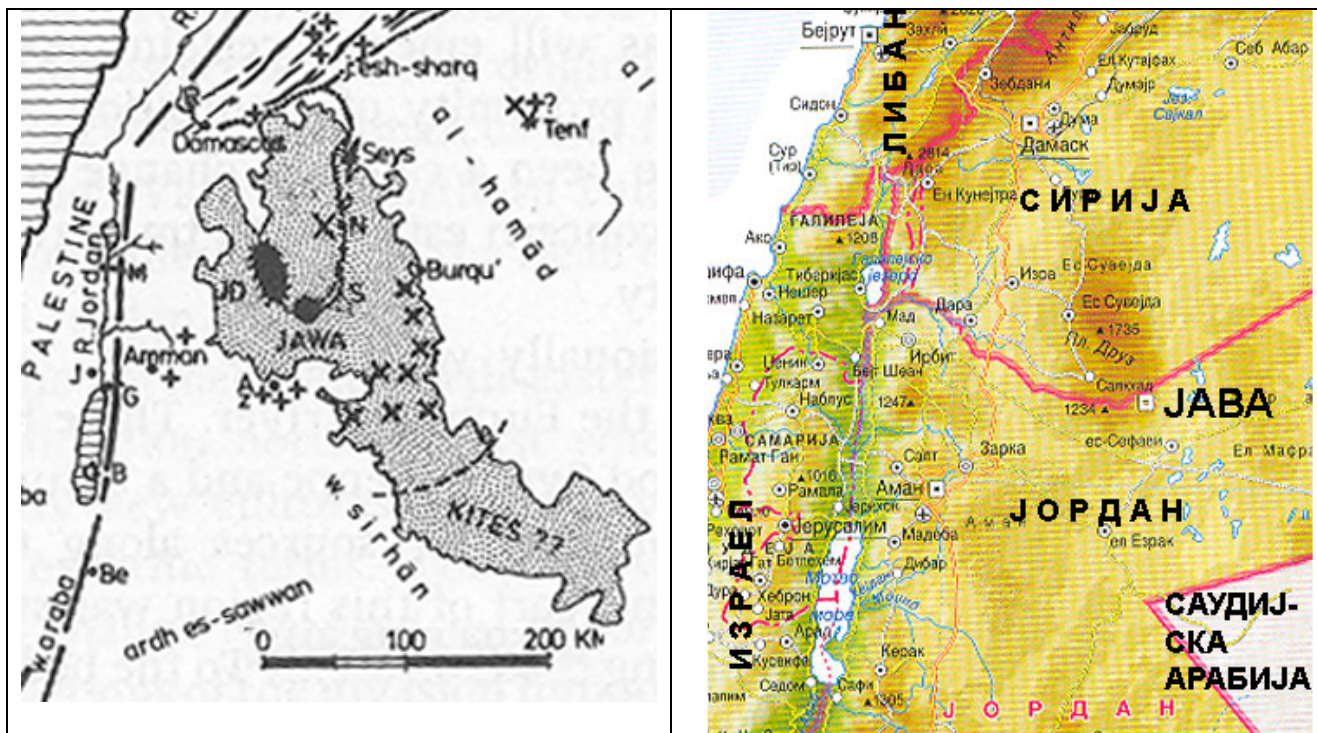
Сви они који су писали чланке или књиге из историје брана до 1981. године, сматрали су да је најстари-

ја брана на свету, чији остаци још постоје, египатска брана “Кафара” (Sadd el-Kafara). Међутим, те године је изашла из штампе књига “ЈАВА, изгубљени град Црне пустиње” (JAWA, lost city of the Black desert), од Свенда Хелмса (Svend W. Helms). Екипа археолога Хелмса је између 1972. и 1976. године вршила ископавања у Јордану, у Црној пустињи на месту “преисторијског” града Јава (слике 1 и 2). Поред града, зграда и осталих ископина, утврдили су и реконструисали су (цртежима и снимањима из ваздуха) и 12 малих брана са 10 резервоара за воду. Те мале бране нису ништа друго до зидови резервоара или врло мале бране у кориту оближње реке Раџил.

Сада се сматра да су најстарије бране на свету насуте бране (диверзионе и зидови резервоара) града Јава (Jawa). Остаци ових брана, који су откривени археолошким ископавањем, и данас постоје. Све бране су саграђене крајем четвртог миленијума, тј. пре више од 3000. година пре н. е. Саграђене су близу истоименог града, на и поред реке Раџил (Rajil) у северном Јордану. Под појмом “броне Јава” подразумева се 12 брана: три диверзионе бране за скретање реке Раџил у канале (прелив I, прелив II и прелив III) и девет резервоара (2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 и 10), који се налазе поред града Јава, са зидовима које чине бране (слика 3.).

### ГРАД ЈАВА

Град Јава се налази у Црној пустињи (Black Desert), која је на огромној површини прекривена базалтом, и која се простире преко три садашње државе: Сирије, Јордана и Саудијске Арабије. Хиљаде година пре него што је сазидан град Јава, у пречнику од 100 km са центром у Јави било је преко 20 вулкана, који су избацили базалтну лаву по целој површини Црне пустиње.



Слике 1. и 2. На слици 1. је на карти дела Сирије, Јордана и Саудијске Арабије учртана (шрафирана) Црна пустиња (Black Desert) и место града Јава (Jawa). На слици 2. је приказана карта делова држава: Либана, Израела, Сирије, Јордана и Саудијске Арабије, и град (ископане рушевине) Јава, у Јордану, непосредно уз границу са Сиријом. Слика 1. је према лит. [1], а слика 2. је према лит. [2].

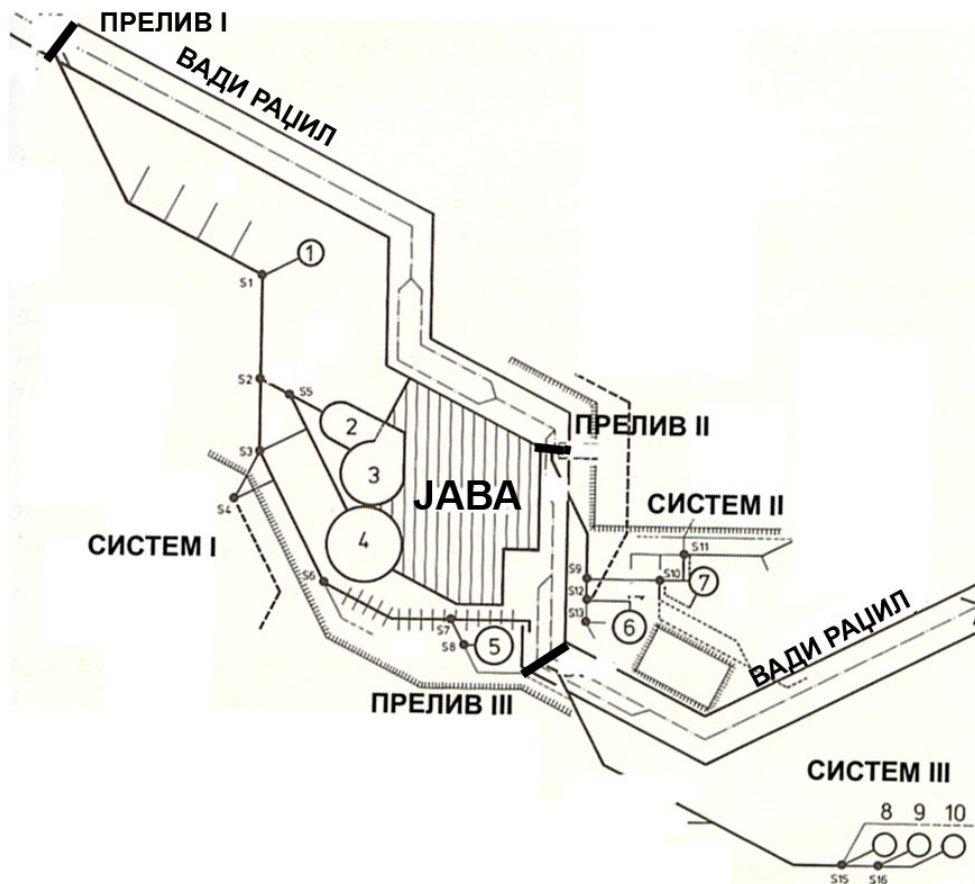
У бројним долинама ове пустиње задржавала се земља, глина, и песак, које је ветар доносио из суседних области, те је, уз мешање са пепелом и распаднутим базалтом, створио услове за какву такву земљорадњу. У то време, пре шест до седам хиљада година, зиме су биле доста влажне (па су и реке плавиле земљиште); тада би цела пустиња била под травом и бројним жбуновима. Лети је све изгледало друкчије: под врелим сунчевим зрацима све је спржено, јер су потоци и реке редовно пресушивали, а киша не би падала све до следеће зиме.

У таквим условима је било тешко лети опстати без воде. Ипак, крајем четвртог миленијума пре н. е. на то подручје је стигла група људи, жена и деце, са својим стадима оваца и коза. По ономе шта су и како су радили, изгледало је да су дошли из неког града, било да су из њега отерани или добровољно из њега отишли. Претпоставља се да су стигли у место бу-

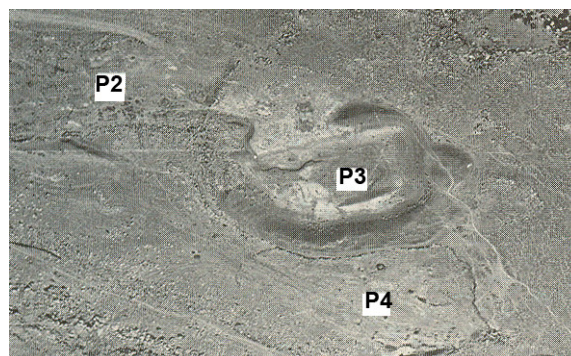
дућег града на почетку зиме, када је Црна пустиња мењала боју и долина реке Раџил озеленила и у реци било довољно воде.

Не зна се ко су били ти први становници Јаве. Не зна се у које време су населили Јаву, и не зна се одакле су дошли.

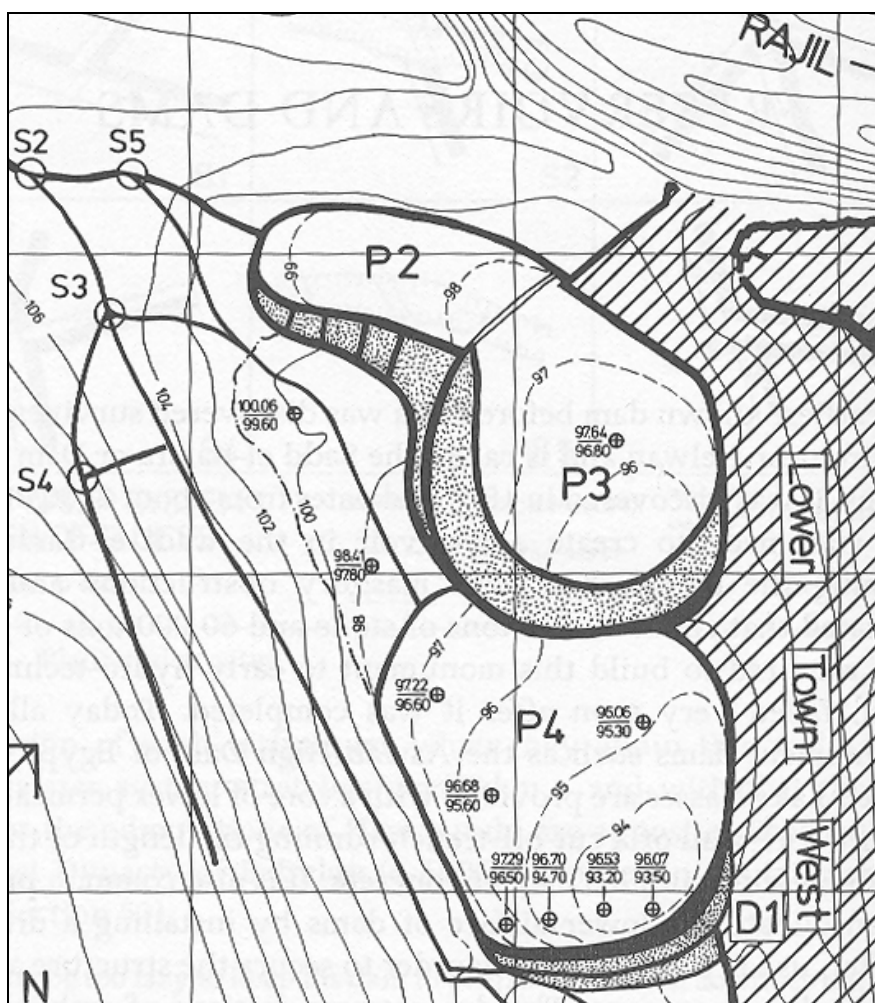
Досељеници су одмах почели да праве канале и резервоаре за воду. На северу и истоку је била долина реке Раџил, На њеној десној обали је била узвишица погодна за град. Правили су одбранбене зидове на делу града са обе стране реке. На западу и југу била су поља која би се могла наводњавати. У току времена у коме су подигли град Јаву и становали у њему, становници Јаве су направили три система за наводњавање и десет резервоара са водом за пиће. То су били: систем I, систем II и систем III.



Слика 3. Диспозиција брана “Јава”. Постоје три бране за скретање вода реке Раџил (прелив I, прелив II и прелив III), девет резервоара (2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 и 10) са зидовима - бранама и 16 устава на каналима (s1 до s16). Према лит. [1].



Слика 4. Снимак из ваздуха брана “Јава”. Виде се три резервоара: 2, 3 и 4, близу којих су уписане ознаке P2, P3 и P4. Према лит. [1].



Слика 5. Ситуација резервоара града Јава. Виде се три резервоара: 2, 3 и 4, у које су уписане ознаке P2, P3 и P4. Виде се њихови зидови бране. Према лит. [1].

## СИСТЕМ I

Досељеници су прво отпочели да раде СИСТЕМ I. На месту на коме је река Раџил улазила у кањон, ископан је почетак канала I, којим би вода требало да тече гравитацијом, и на његовом привременом крају постављен је затварач s1. (затварачи су били мале бране од каменог набачаја или табласти затварачи од дрвета). При крају канала водио је одвојак (такође канал) до малог базена број 1 - мале пећине (рупе) у базалту. Десеак метара низводно од почетка канала I, направљена је преливна брана I од камена. Кроз њу је пролазила вода. Преко ње је и

преливала вода, али је ипак узводно направила малу акумулацију. Затим је повезан канал I (тзв. диверзиони канал) са овом акумулацијом, и вода је потекла каналом I. Када је напуњен водом резервоар I (а то је пећина у базалту), вода је даље текла у поље на западу. Тако је мали резервоар био пун док је било воде у реци Раџил (видети слику 3.).

Како су године пролазиле, број становника у граду се повећавао, а тиме и потреба за храном и водом, па је канал I продужен. Приступило се грађењу резервоара (видети слике 3, 4 и 5).



Саграђена су четири резервоара: 2, 3, 4 и 5. На седам места су постављени затварачи. Канал 1 је имао крај у реци Раџил узводно од места будућег прелива III, тако да, када су сви резервоари били пуни, вода је поново одлазила у реку. У случају опадања нивоа воде у неком од резервоара, на одговарајућем месту

би канал 1 био затворен све док се сви резервоари нису напунили водом.

На слици 4. је приказан снимак из ваздуха три резервоара: 2, 3 и 4, близу којих су уписане ознаке P2, P3 и P4, а на слици 5. је дата ситуација тих резервоара.



Слика 6. Снимак из ваздуха на коме се виде остаци највећег резервоара P4, који припада систему I рада Јава. На снимку се не види његова величина, али се на слици 5 то може боље уочити. Резервоар P2 се скоро не види (горе), али се добро види резервоар P3 са порушеним зидом који га дели од резервоара P2. Према лит. [3].

Слике 4. и 5. су узете из лит. [1], а слика 6. је из лит. [3].

Слика 6. приказује остатке резервоара Р2, Р3 и Р4 снимљених из близине. На њој се виде остаци највећег резервоара Р4 (на слици доле), од кога скоро више ништа није остало. На слици се не види његова права величина, већ се она види на слици број 5. Ни од резервоара Р2 (на слици горе) скоро се ништа не разазнаје, али се зато добро види резервоар Р3 (на слици у средини) са порушеним зидом који га је делио од резервоара Р2.

На слици 7. се виде остаци највише бране која је део јужног зида резервоара Р4.

На слици 8. је приказана основа реконструисане (само на цртежу) бране јужног зида резервоара Р4. За ову, највишу брану у сва три система канала и резервоара града Јава, даје се и попречни пресек на слици 9.

На јужном зиду резервоара Р4 (брани од каменог набачаја), са слике 9. попречног пресека те бране (зида), може се уочити следеће (исто је означено и на слици 8.):

а) узводни тепих у нагибу од близу 1:3, који се састоји од земље и глине, преко којих, на косини, лежи слој необрађеног камена од базалта;

б) узводни зид језгра бране од необрађеног камена (базалта) са “везивом” од пепела;

в) низводни зид језгра бране од необрађеног камена (базалта) са “везивом од пепела”;

г) на три места између четири зида је испуна од земље и глине, а само је језгро начињено од збијеног пепела, земље и глине; и

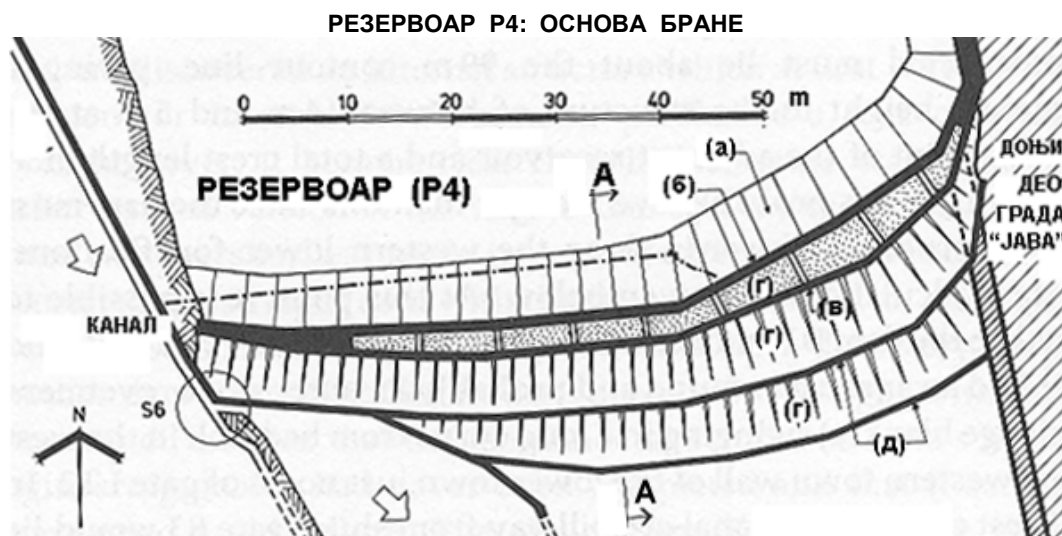
д) два потпорна зида на низводној страни направљена од необрађеног камена (базалта) са пепелом као везивом.

Према лит. [1] дужина бране била је најмање 80 m, а највећа висина бране на најдубљем месту резервоара Р4 (уз брану) је око  $99 - 93,20 = 5,80$  m. У тексту [1] стоји 4 до 5 m, а на слици 5. су напред написане цифре. Сви резервоари су грађени на сличан начин као резервоар Р4, осим резервоара Р1, који представља пећину у базалту.

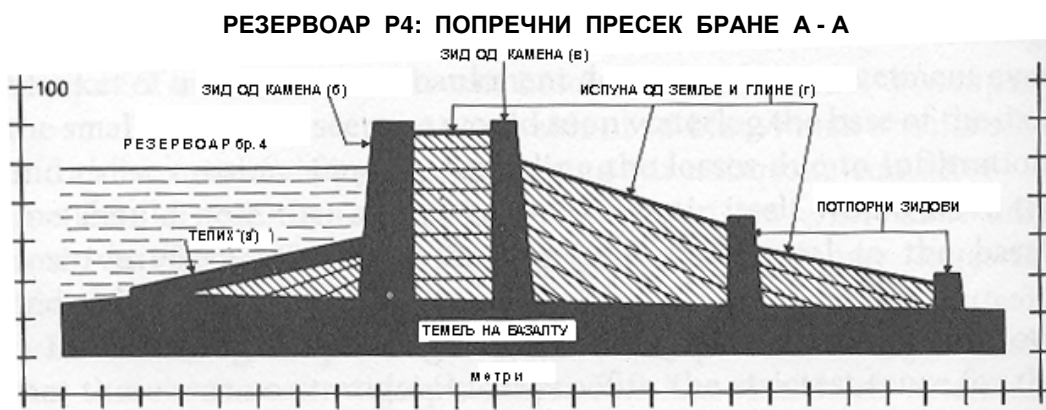
Попречни пресек бране јужног зида резервоара Р4, у интерпретацији археолога лит. [1] дат је на слици 9. Исти попречни пресек у интерпретацији грађевинског инжењера лит. [3] даје се на слици 10.



Слика 7. Снимак остатака резервоара Р4 града Јаве. На слици се види јужни зид, који у ствари представља брану. Према лит. [1].



Слика 8. Реконструкција (само на цртежу) јужног зида резервоара Р4 који, у ствари, представља највишу брану у целом систему. Према лит. [1].



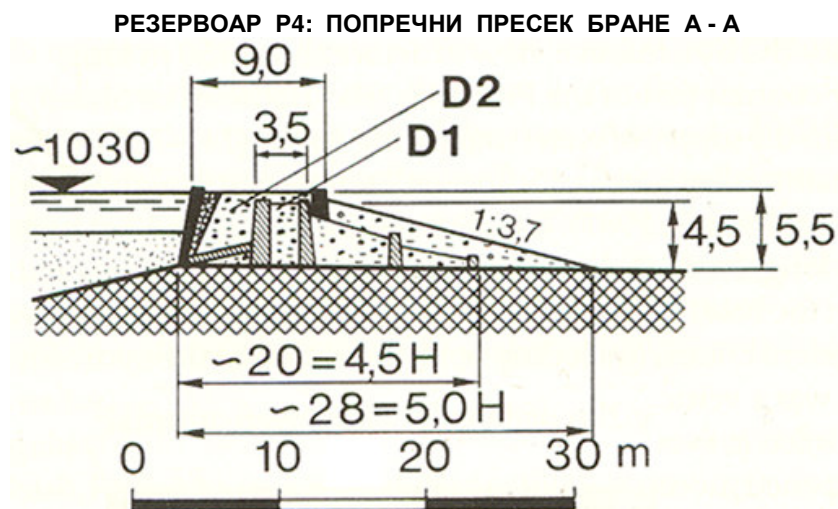
Слика 9. Реконструкција попречног пресека највише брана у систему резервоара Јава, тј. резервоара бране Р4. Почевши од узводне стране, на слици је означено са: а) узводни тепих, б) узводни зид од камена, в) низводни зид од камена, г) испуна од земље и глине и д) потпорни зидови. Са леве и десне стране и испод пресека су линије на којима су означена растојања од једног метра. Према лит. [1].

Дно резервоара је било поплочано слојем од крупних комада необрађеног базалта, запуњених пепелом. Употребом добро збијеног пепела између комада базалта добијена је знатно већа водонепропустљивост него ако би се уместо пепела ставила глина.

Свака од брана у водопривредном систему града Јаве имала је два “у суво” зидана зида од комада базалта на размаку од 2 m. Простор између њих је

био испуњен збијеним пепелом, глином и земљом. Узводно је био “тепих” од земље и глине, а низводно набачај од камена испод кога су били земља и глина (слика 10.). Највиша брана (јужног зида резервоара Р4) је била висока 4,5 m и дуга у круни око 80 m. Касније је узводно саграђен нови зид на растојању од 7 m од старог зида, па је висина повећана на 5,5 m, а простор до старог зида је испуњен земљом, пепелом и глином.





Слика 10. Реконструкција попречног пресека бране 4 у систему резервоара, зидова-брана „Јава. Према лит. [3].

## СИСТЕМ II

По завршетку система I град Јава није имао (претпоставља се) више од 2000 становника. Да би се у сушном периоду обезбедила вода за пиће за људе и стоку, приступило се реализацији СИСТЕМА II.

Док је гравитациони канал I био дугачак преко 3 km, дотле је канал II био дугачак једва 600 m. Овај систем је рађен као и претходни. Ископан је канал II, а затим су саграђени резервоари P6 и P7.

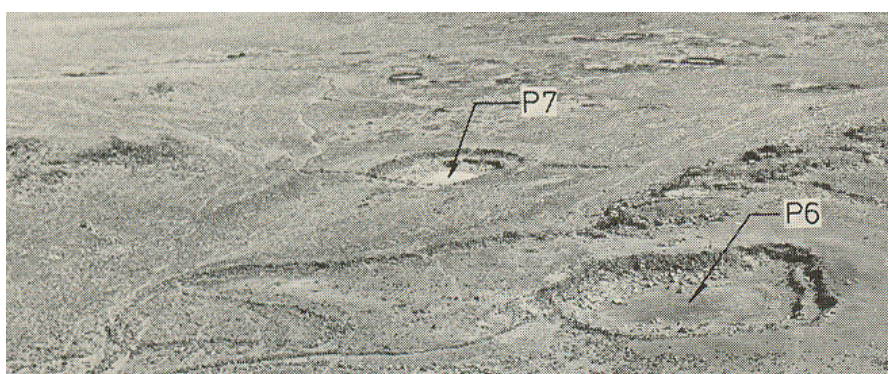
Неколико метара низводно од почетка канала II, направљена је преливна брана II од камена. Кроз брану је пролазила вода а и преливала је. Узводно

је настала мала акумулација. Ова диверзиона брана налазила се наспрам средине града Јава.

Канал II је трасиран по левој обали реке Раџил. По завршетку диверзионе бране II, канал II је повезан са овом акумулацијом, и вода је потекла и напунила резервоаре P6 и P7, а затим је вода одлазила у поља на истоку (видети слику 3.).

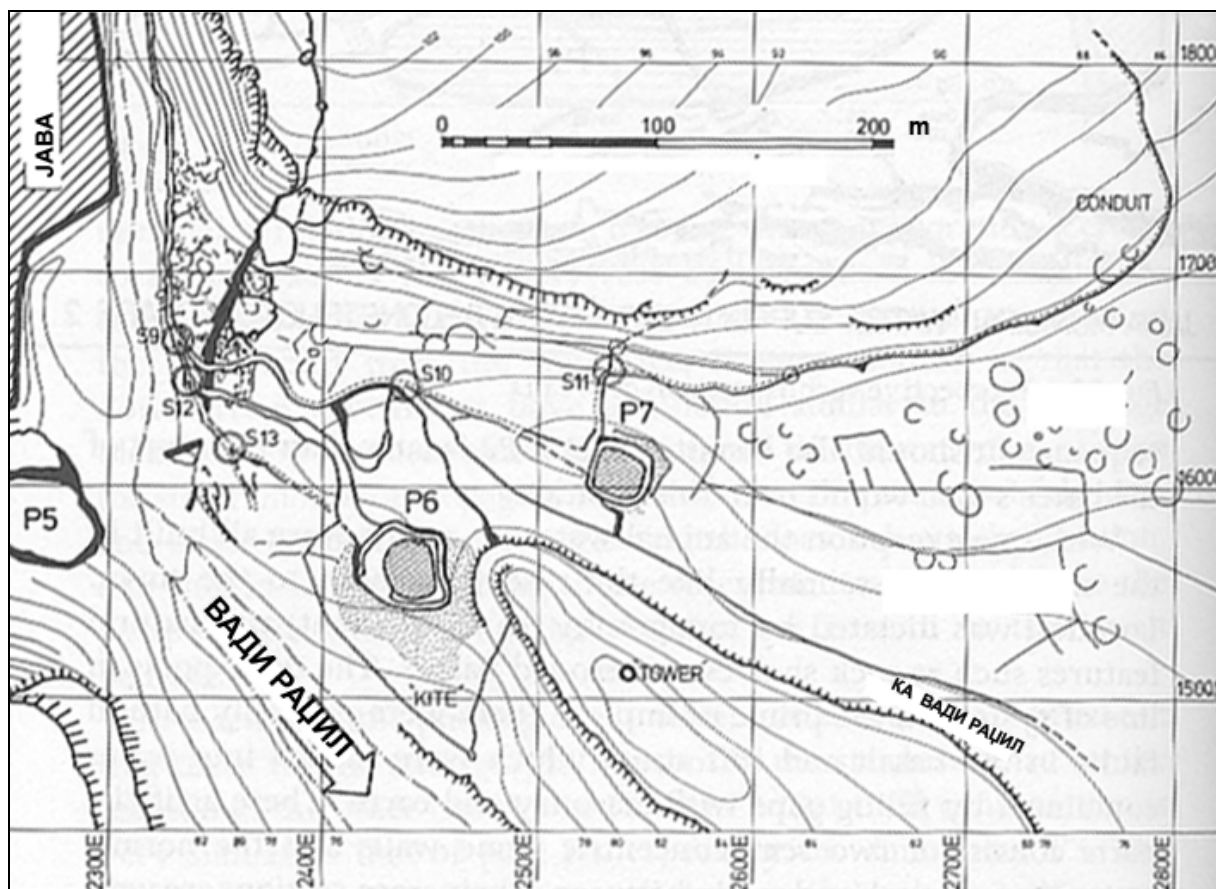
На слици 11. је приказан снимак из ваздуха два резервоара: 6 и 7, близу којих су уписане ознаке P6 и P7.

На слици 12. је дата ситуација на којој се виде ти резервоари и резервоар P5 из система I.



Слика 11. Снимак из ваздуха брана „Јава“. Виде се три резервоара: 6 и 7, близу којих су уписане ознаке P6 и P7. Према лит. [1].





Слика 12. Ситуација брана „Јава“. Виде се три резервоара. Резервоар P5 припада систему I, док су резервоари P6 и P7 из система II. Према лит. [1].

### СИСТЕМ III

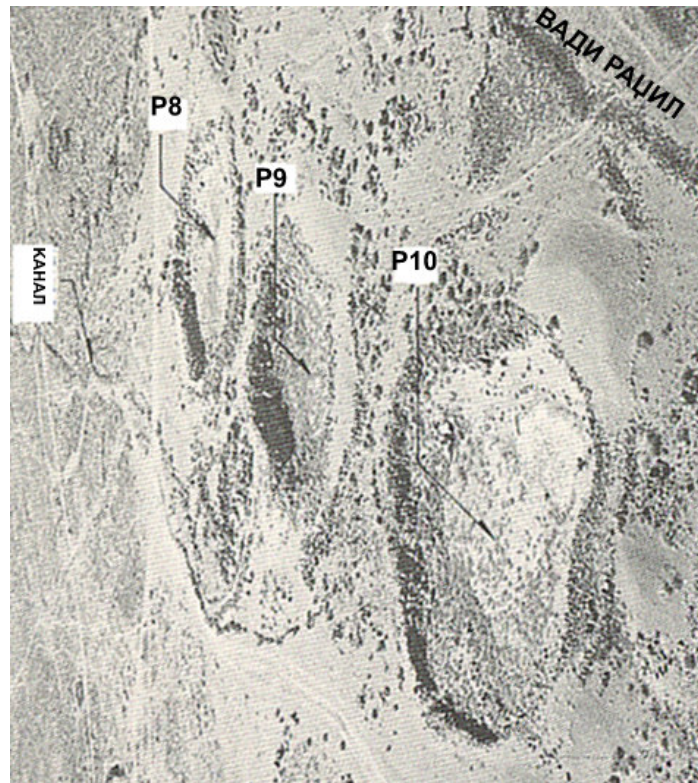
Број становника града Јаве је непрекидно растао, па је потреба за водом и храном била све већа. Пошто су се водом за пиће грађани снабдевали из првих пет саграђених резервоара, а из следећа два вода је била и за наводњавање, одлучено је да се саграде још три резервоара само за наводњавање.

Слично грађењу система II, изабрано је место за диверзиону брану прелив III. То је било место педесетак метара низводно од канала I. Ископан је канал III десетак метара низводно од улаза канала I у реку Рацил. Затим су саграђени резервоари P8, P9 и P10.

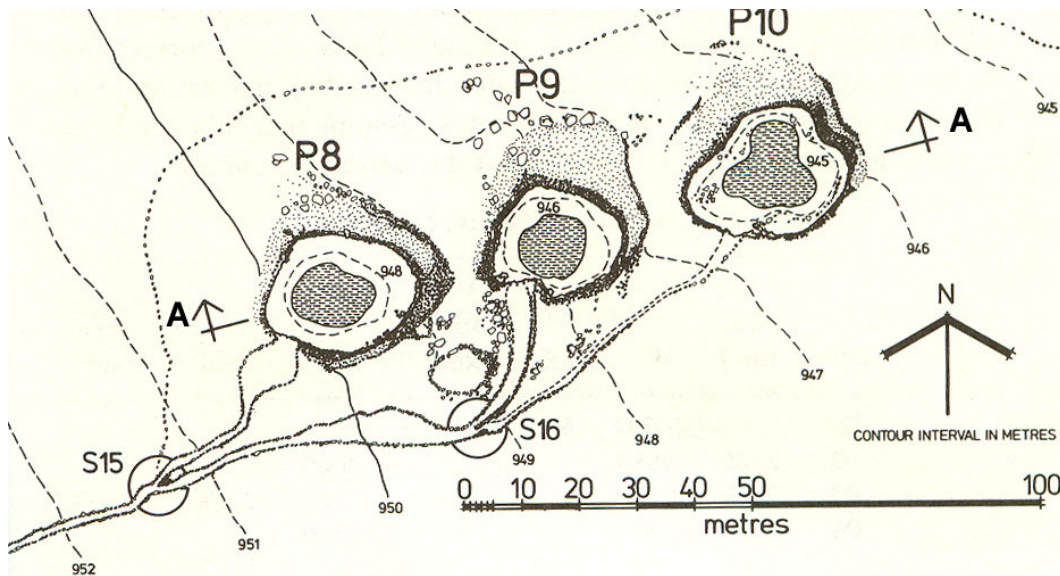
На изабраном месту направљена је преливна брана III од камена. Кроз брану је пролазила вода и пре-

ливала је. Узводно је настала мала акумулација. Ова брана се налазила непосредно низводно од града Јаве. Канал III је ишао по десној обали реке Рацил. По завршетку бране III, канал III је повезан са овом акумулацијом, и вода је потекла и напунила резервоаре P8, P9 и P10, а затим је вишак воде одлазио у поља на југу и истоку и у мале базене – појилишта за стоку (видети слику 3.).

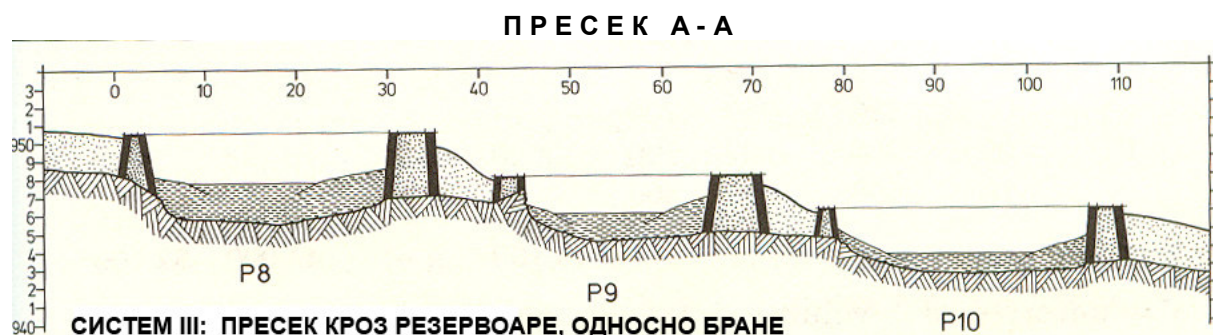
На слици 13. су снимљена последња три резервоара града Јаве. То су резервоари: P8, P9 и P10, направљена око 600 m низводно од града. На слици 14. је приказана ситуација истих резервоара али са уписаним подужним пресеком А-А кроз сва три резервоара. Тај пресек А-А налази се на слици 15. Због релативно малог пада терена, унутрашњост сва три резервоара је издубљена.



Слика 13. Снимак из ваздуха резервоара града Јаве. Виде се последња три изграђена резервоара: P8, P9 и P10 на десној обали реке Рацил. Према лит. [1].



Слика 14. Ситуација резервоара града Јаве. Виде се три резервоара: 8, 9 и 10, у које су уписане ознаке P8, P9 и P10. Према лит. [1].



Слика 15. Подужни пресек кроз три резервоара система III града Јаве. Виде се пресеци кроз резервоаре: P8, P9 и P10, са по два зида-бране, испод којих су уписане ознаке P8, P9 и P10. Према лит. [1].

Табела 1. Висина појединих зидова-брана у водопривредном систему града Јаве.

| Брана<br>у реци<br>Раџил | резер-<br>воар<br>број | оцењена<br>висина зида<br>- бране<br>у m | оцењена<br>површина<br>резервоара<br>у m <sup>2</sup> | оцењена<br>запремина<br>резервоара<br>у m <sup>3</sup> |
|--------------------------|------------------------|--|---|--|
|                          | P 4                    | <b>5,80</b>                              | 8 400   | 30 821   |
|                          | P 8                    | 3,50                                     | 380   | 950  |
|                          | P 9                    | 3,50                                     | 280   | 707  |
|                          | P 3                    | 3,40                                     | 5 000   | 21 749   |
|                          | P 2                    | 3,40                                     | 2 300   | 5 994  |
|                          | P 5                    | 3,00                                     | 1 660   | 4 989  |
|                          | P 10                   | 3,00                                     | 430   | 1 075  |
|                          | P 6                    | 2,50                                     | 1 250   | 3 771  |
|                          | P 7                    | 2,50                                     | 530   | 1 325  |
| 1                        |                        | 2,50                                     | -   | -  |
| 11                       |                        | 2,00                                     | -   | -  |
| 111                      |                        | 2,00                                     | -   | -  |
|                          | P 1                    | -  | -   | 500  |

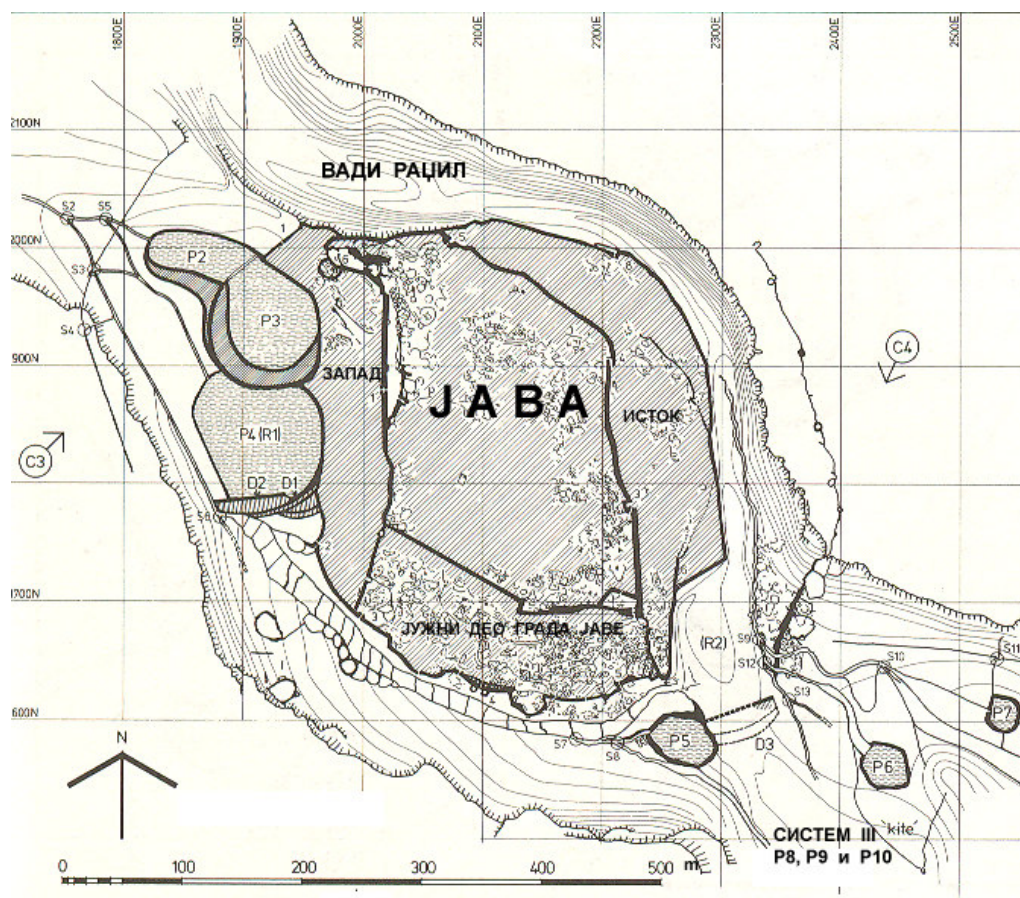
У табели 1. дају се подаци о свим бранама које су становници града Јаве саградили. Сви подаци унети у табелу 1. узети су из лит. [1], само је податке у колони 3 (висина брана) аутор овог чланка одредио на основу цртежа из лит. [1] или знања из те области, осим висине бране код резервоара P4.

Резервоари P8, P9 и P10 саграђени су да највећим делом служе пољопривреди и сточарству. Исти је случај са резервоаром P1 (касније) и делом са резервоарима P5, P6 и P7. На тај начин је од 64 053 m<sup>3</sup>, колико је износила укупна запремина резервоара (видети табелу 1), 10 100 m<sup>3</sup> воде је било за стоку, 42 000 m<sup>3</sup> воде за становнике Јаве и скоро 12 000 m<sup>3</sup> воде за остало.

Колико је могло бити воде у реци Раџил? Да ли је она могла да на крају зиме напуни резервоаре и тиме задовољи потребе становника града Јаве преко лета?

Према конзервативним анализама спроведеним у раду [1], укупан годишњи протицај воде реком Раџил износио је око 2 000 000 m<sup>3</sup>. Каналима је могло да протекне између 0,40 и 0,60 m<sup>3</sup>/s. Детаљне анализе спроведене у лит. [1], дају потврду да је та количина воде била довољна за живот (узимајући у обзир бедуински начин живота) од 3760 до 5066 становника у току лета.





Слика 16. Ситуација града Јаве пре разарања.

У време грађења ових брана становници Јаве живели су у **средњем бронзаном добу**. У Црној пустињи није било ни бакра ни калаја. Оруђе и оружје које је донела са собом прва група досељеника, давно је истрошено. Са тим оруђем су направили град, зграде за становање, градске бедеме и резервоаре за воду. Бедуини, који су живели у пустињама Блиског истока, понекад су, воде ради, навраћали у Јаву. Са њима су становници Јаве трговали. Неки су само навраћали, док би се други насељавали изван градских зидина. Тако је град Јава имао два дела: у горњем делу, на брду, опасаном одбрамбеним зидовима, живели су староседеоци (тај део Јаве се види на цртежу број 16.); испод тих зидова, у доњем делу града (западни, јужни и источни део града налазе се на слици број 16), живеле су придошлице. Њихов број се стално повећавао, брже него број становника града, и стално су избијали сукоби са староседеоцима око воде,

јер резервоари са водом нису били у оквиру градских бедема. У четвртм миленијуму пре нове ере, у потрази за водом и травом за своја стада, наишла су бројна бедуинска племена. Њима су се придружили и становници изван бедема града. Ноћу су освојила град и побила његове становнике.

Нови становници Јаве су покушавали да направе друкчији систем снабдевања водом. Тако су саградиле брану преко реке Раџил, коју је прва већа вода порушила. Стари систем резервоара био је запуштен и није радио. Освајачи су напустили град. Није познато када се то тачно догодило.

Пустињски ветрови су прашином завејали рушевине града Јаве, и о њој се ништа није знало више од пет хиљада година.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] SVEND W. HELMS: JAWA, lost city of the Black desert, Methuen & Co. Ltd., USA, 1981.
- [2] Д. ЧЕХИЋ: Атлас Азије, Нолит А.Д., Београд, 2007.
- [3] N. J. SCHNITTER: A History of Dams, The useful pyramids, A.A.Balkema, Rotterdam, rookfield, 1994.

## DAMS OF „JAWA“ IN JORDAN

by

Professor Petar S. PETROVIĆ, C. E..PhD  
University of Belgrade, Faculty of Civil Engineering

## Summary

For a long time, a rockfill dam called Sadd el-Kafara was thought to be the oldest dam in the world. This dam was built around 2610 BC approximately 30 km south of Cairo, Egypt, in the bed of river Wadi el-Garavi. The remains of this dam still exist.

In the middle of 1970s archeologists discovered remains of 12 small rockfill dams dating from 3000 BC. These dams were built near Jawa, a town that was situated in Black Desert in the northern part of Jordan (near the Syrian border). These, so called, “Jawa” dams are now considered to be the oldest dams in the world.

However, little is known about Jawa and its dams. This article, for the first time in Serbian language, presents details about Jawa dams that, for a long time, no one new existed

Nobody knows who were the inhabitants of Java, from where they came, and when they settled the place. Near a small canyon of river Rajil, on the hill, they build the city with all necessary buildings and gird it with high walls of basalt stones. They dammed the river on three places and they constructed the diversion dams of stones. From these small acumulations with channels were taken water up to nine masonry (of basalt) tanks with walls-dams.

It is known that it was on the end of the fourth millennium BC. They disappeared as they came. History does not know anything about them.

Keywords: archeology, canals, dams build as stone walls, water tanks, dam of stone as a diversion dam, desert, the Bronze Age.

Redigovano 08.07.2010.