**Републички хидрометеоролошки завод**

**Република Србија**

**Анализа хидролошке ситуације на главним сливовима на територији Републике Србије за 2020. годину**

**БЕОГРАД, ЈУЛ 2021. ГОДИНЕ**

**САДРЖАЈ**

1. Увод ............................................................................................................................... 1

2. Река Дунав .................................................................................................................... 2

2.1 Хидролошка станица Бездан ….............................................................................. 2

2.2 Хидролошка станица Смедерево ........................................................................... 5

3. Река Тиса ...................................................................................................................... 8

3.1 Хидролошка станица Сента .................................................................................... 8

4. Река Сава ...................................................................................................................... 11

4.1 Хидролошка станица Сремска Mитровица .......................................................... 11

5. Река Велика Морава .................................................................................................... 14

5.1 Хидролошка станица Љубичевски мост .............................................................. 14

6. Закључак ....................................................................................................................... 17

**Списак слика**

Слика 1: Графички приказ локација хидролошких станица ........................................ 1

Слика 2: Упоредни хидрограми екстремних, средњих и годишњих протока

за реку Дунав у профилу хидролошке станице Бездан .................................. 2

Слика 3: Хистограми и сумарне криве запремина средњемесечних протока

за реку Дунав у профилу хидролошке станице Бездан.................................... 3

Слика 4: Вероватноће обезбеђености средњемесечних протока

за реку Дунав у профилу хидролошке станице Бездан.................................... 4

Слика 5: Упоредни хидрограми екстремних, средњих и годишњих протока

за реку Дунав у профилу хидролошке станице Смедерево............................. 5

Слика 6: Хистограми и сумарне криве запремина средњемесечних протока

за реку Дунав у профилу хидролошке станице Смедерево............................. 6

Слика 7: Вероватноће обезбеђености средњемесечних протока

за реку Дунав у профилу хидролошке станице Смедерево............................. 7

Слика 8: Упоредни хидрограми екстремних, средњих и годишњих протока

за реку Тису у профилу хидролошке станице Сента....................................... 8

Слика 9: Хистограми и сумарне криве запремина средњемесечних протока

за реку Тису у профилу хидролошке станице Сента......................................... 9

Слика 10: Вероватноће обезбеђености средњемесечних протока

за реку Тису у профилу хидролошке станице Сента…................................... 10

Слика 11: Упоредни хидрограми екстремних, средњих и годишњих протока

за реку Саву у профилу хидролошке станице Сремска Митровица.............. 11

Слика 12: Хистограми и сумарне криве запремине средњемесечних протока

за реку Саву у профилу хидролошке станице Сремска Митровица.............. 12

Слика 13: Вероватноће обезбеђености средњемесечних протока

за реку Саву у профилу хидролошке станице Сремска Митровица.............. 13

Слика 14: Упоредни хидрограми екстремних, средњих и годишњих протока за реку Велику Мораву у профилу хидролошке станице Љубичевски мост………. 14

Слика 15: Хистограми и сумарне криве запремина средњемесечних протока за реку Велику Мораву у профилу хидролошке станице Љубичевски мост………. 15

Слика 16: Вероватноће обезбеђености средњемесечних протока за реку Велику Мораву у профилу хидролошке станице Љубичевски мост………. 16

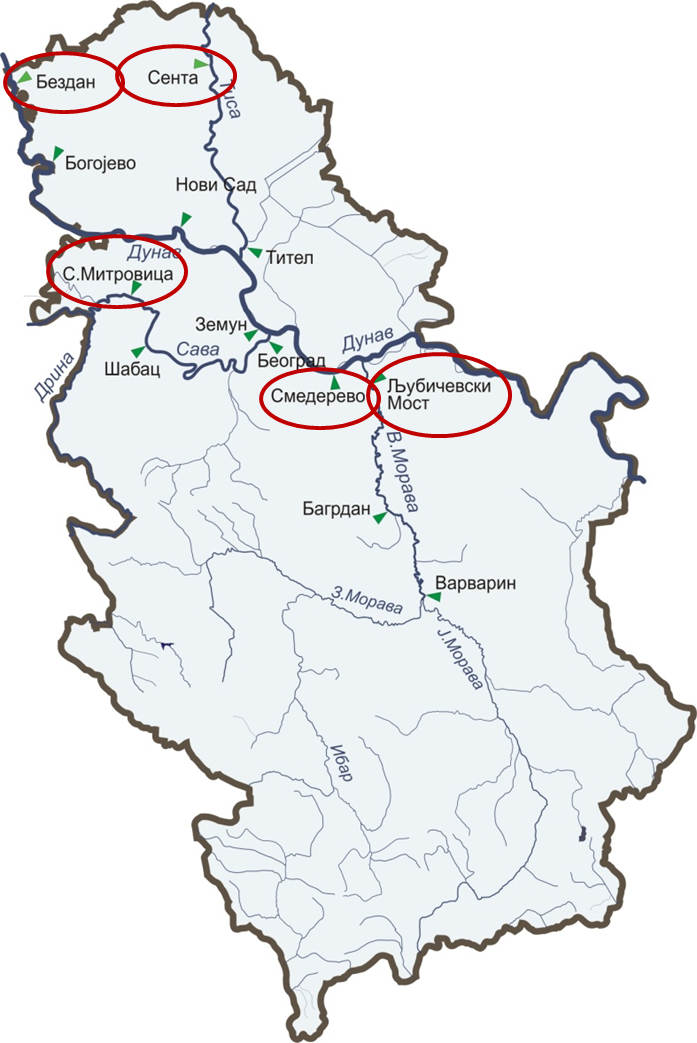
Слика 17: Упоредни хидрограми за реке Дунав, Тису, Саву и Велику Мораву

за 2020. годину ................................................................................................. 17

**1. Увод**

За анализу хидролошке ситуације у 2020. години коришћени су подаци са хидролошких станица на Дунаву, Тиси, Сави и Великој Морави. Избор је учињен са циљем да се добије слика о хидролошкој ситуацији на свим већим рекама у Србији које највеће количине воде добијају са различитих географских региона (Алпи и Централна Европа, Карпати и Балканско полуострво).

На територији Републике Србије, за хидролошку анализу коришћени су подаци са хидролошких станица Бездан и Смедерево на Дунаву, Сента на Тиси, Сремска Митровица на Сави и Љубичевски мост на Великој Морави (слика 1.). За хидролошку анализу су коришћени историјски подаци о протоцима за укупан период мерења закључно са 2020. годином.



Слика 1. Графички приказ локација хидролошких станица

**2. Река Дунав**

**2.1 Хидролошка станица Бездан**

На слици 2. приказане су рачунске вредности протока за 2020. годину, као и карактеристични протоци реке Дунав у профилу хидролошке станице Бездан.

Слика 2. Упоредни хидрограми екстремних, средњих и годишњих протока за реку Дунав у профилу хидролошке станице Бездан

На основу хидрограма и података о протоцима у профилу хидролошке станице Бездан, може се констатовати да су вредности протока биле испод вишегодишњег просека у јануару, да би у фебруару дошло до првог пораста. Тада су се протоци приближили анвелопи максимума протока, да би 9. фебруара достигли своју максималну годишњу вредност за 2020. годину која је износила **Qмакс.год. = 4140 m3/s**. Након тога су протоци били у опадању, током марта су се протоци кретали око просечних, а од априла до јуна су се спустили до анвелопе минимума протока. У јуну се бележи други, мањи пораст протока и од средине јуна до краја септембра протоци се крећу око просечних вредности. Минимална вредност протока за 2020. годину је забележена 25. септембра и износила је **Qмин.год. = 1180 m3/s.** Трећи пораст се бележи у октобру када протоци опет достижу анвелопу максималних протока, а занимљиво је приметити да су у периоду од 19. до 22. октобра забележени максимални протоци за тај период године. Током новембра поново долази до рецесије протока који, од средине новембра до краја године, има вредности мање од вишегодишњег просека.

Урађена је и анализа запремина протекле воде помоћу хистограма запремина средњемесечних протока и сумарних (кумулативних) кривих запремина приказаних на дијаграму на слици 3.

Слика 3. Хистограми и сумарне криве запремина средњемесечних протока за реку Дунав у профилу хидролошке станице Бездан

Извршено је поређење укупно протеклих вода Дунава у профилу хидролошке станице Бездан за просечну годину (расположиви вишегодишњи просек) и за 2020. годину (слика 3.), одакле се може закључити да су прва два месеца 2020. године била просечно водна. Од марта до јуна протоци су били испод просека. Од јуна до септембра запремина протекле воде је била око просека, да би у октобру и новембру била изнад просека. Децембар је имао запремину протекле воде око вишегодишњег просека

Сумарно гледано, током целе 2020. године, сумарна крива запремине се кретала око просечне вишегодишње криве, резултирајући на крају годишњим запреминским дефицитом у односу на просек од око 3300×106 m3, на основу чега када је у питању Дунав код Бездана, ову годину можемо сматрати просечно водном.

Извршена је и додатна, статистичка анализа средњемесечних протока, а на слици 4. су приказани средњемесечни протоци за 2020. годину заједно са рачунским средњемесечним протоцима карактеристичних вероватноћа појаве у профилу хидролошке станице Бездан на Дунаву.

Слика 4: Вероватноће обезбеђености средњемесечних протока за реку Дунав у профилу

хидролошке станице Бездан

Са дијаграма на слици 4. уочава се да су средњемесечни протоци Дунава код Бездана у 2020. години у прва три месеца кретали око вредности које одговарају обезбеђености око 30%. У априлу и мају, протоци су опали на 95% обезбеђености, што у домену малих вода одговара повратном периоду од 20 година, да би се од јуна до септембра кретали око 50% обезбеђености. У октобру су протоци превазишли вредности средњемесечних протока од 10%, да би до краја године пали на близу 80% обезбеђености.

**2.2 Хидролошка станица Смедерево**

За деоницу тока Дунава, низводно од улива Саве и Тисе, анализирани су подаци за хидролошку станицу Смедерево који су приказани на хидрограму на слици 5.

Слика 5. Упоредни хидрограми екстремних, средњих и годишњих протока за реку Дунав у профилу хидролошке станице Смедерево

Анализом дијаграма на слици 5. уочава се да су вредности протока Дунава у профилу хидролошке станице Смедерево у јануару били испод, а од фебруара до средине марта су варирали око вишегодишњих просека. У априлу и мају протоци опадају до анвелопе минимума протока, када су, у периоду од 08. априла до 18. маја (са неколико дана изузетака) забележене минималне вредности протока за тај период године (протоци су се изједначили са анвелопом минимума протока). Почетком јуна долази до пораста протока који су притом превазишли вишегодишњи просек, достижући максимални годишњи проток 27. јуна чија је вредност износила **Qмакс.год. = 7840 m3/s**.У периоду од јула до октобра, протоци су се кретали око просечних вредности, да би годишњи минимум био достигнут 27. септембра и износио је **Qмин.год. = 2570 m3/s**. У октобру долази до новог пораста протока који средином октобра достижу вредности анвелопе максималних протока, да би, потом, дошло до рецесије протока чије вредности, од средине новембра до краја године, не превазилазе вишегодишњи просек.

Потврда претходне тврдње се може извести и на основу увида у хистограме запремина средњемесечних протока и одговарајућих сумарних кривих запремина средњемесечних протока (слика 6.).

Слика 6. Хистограми и сумарне криве запремина средњемесечних протока за реку Дунав у профилу хидролошке станице Смедерево

Поредећи укупно протекле воде Дунава у профилу хидролошке станице Смедерево са вишегодишњим просеком, може се закључити да су прва два месеца 2020. године била просечно водна, да би у марту, априлу и мају дошло до опадања протока који су утицали на то да сумарна крива запремине буде стално испод просека (тада су се и појавили протоци који су се изједначили са анвелопом минимума протока). Од јуна до септембра, вредности запремина протекле воде су блиске просечним вредностима да би током октобра протоци били изнад просека. У периоду октобар-децембар 2020. године, месечне вредности протока су у опадању, што је инверзно тренду просечних вишегодишњих вредности месечних протока за исти период.

Сумарно гледано, током целе 2020. године, сумарна крива запремине je углавном била испод или око просечне вишегодишње криве, а дефицит, већином остварен у периоду од марта до маја, резултовао је на крају године запреминским дефицитом воде у односу на просек од око 26600×106 m3. На основу тога, када је у питању Дунав код хидролошке станице Смедеревo, 2020. годину можемо сматрати маловодном.

На слици 7. су приказани средњемесечни протоци за 2020. годину заједно са статистички срачунатим средњемесечним протоцима карактеристичних вероватноћа појаве у профилу хидролошке станице Смедерево на Дунаву.

Слика 7. Вероватноће обезбеђености средњемесечних протока за реку Дунав у профилу

хидролошке станице Смедерево

Са дијаграма на слици 7. уочава се да су средњемесечни протоци Дунава код Смедерева у 2020. години у прва три месеца кретали између вредности које одговарају обезбеђеностима од 50% од 80%. Затим су, током априла и маја, средњемесечни протоци опали на вредности обезбеђености од 99% (што у домену малих вода одговара повратном периоду од 100 година), да би у јуну дошло до пораста и протоци су се до октобра кретали око вредности које одговарају обезбеђености од 50%. Након новог пораста у октобру протоци су достигли, и на кратко и превазишли обезбеђеност од 10%, да би се у последња два месеца 2020. године спустили око обезбеђености од 50%. Током 2020. године констатују се велике варијације протока у погледу обезбеђености (од испод 99% до преко 10%).

**3. Река Тиса**

**3.1 Хидролошка станица Сента**

На слици 8. приказан је хидрограм реке Тисе за 2020. годину у профилу хидролошке станице Сента са одговарајућим анвелопама минималних и максималних протока и вишегодишњим просеком.

Слика 8. Упоредни хидрограми екстремних, средњих и годишњих протока за реку Тису у профилу хидролошке станице Сента

На основу хидрограма приказаних на слици 8. може се констатовати да су вредности протока Тисе код хидролошке станице Сента већим делом 2020. године били углавном испод вишегодишњег просека, са изузетком делова фебруара и марта, затим периода од средине јуна до августа и током октобра, када су се кретали око и изнад вишегодишњег просека. Почетком 2020. године протоци су били испод вишегодишњег просека, у фебруару и марту је дошло до два, мања пораста протока, да би у периоду од краја марта па до краја маја дошло до већег опадања вредности протока који су тада опали испод вишегодишњег просека, а онда се прво приближили, а у периоду од 11. до 18. априла и достигли анвелопу минималних протока. У јуну долази до већег пораста протока који 30. јуна достижу свој максимум за 2020. годину када је проток износио **Qмакс.год. = 1890 m3/s.**

Након тога, протоци поново бележе веће опадање које траје све до краја септембра, тачније до 28. септембра када се и бележи минимални проток у 2020. години који је износио **Qмин.год.= 191 m3/**s. Почетком октобра протоци почињу поново да расту крећући се око вишегодишњег просека и такво стање траје до почетка новембра, када су поново прешли у опадање.

За потврду претходних навода извршено је поређење хистограма и сумарних кривих запремина средњемесечних протока приказаних на слици 9.

Слика 9. Хистограми и сумарне криве запремина средњемесечних протока за реку Тису у профилу хидролошке станице Сента

Поредећи укупно протекле воде Тисе у профилу хидролошке станице Сента са вишегодишњим просеком, може се закључити да су је прва половина године била исподпросечно водна, нарочито у априлу и мају, јун и јул изнадпросечно водни, док је преостали део године са изузетком октобра, који је био нешто изнад просека, био исподпросечно водан. Сумарно гледано на годишњем нивоу, запремина протекле воде је била знатно испод вишегодишњег просека, резултујући годишњим запреминским дефицитом у односу на просек од око 7100×106 m3.

На слици 10. су приказани средњемесечни протоци за 2020. годину заједно са статистички срачунатим средњемесечним протоцима карактеристичних вероватноћа појава у профилу хидролошке станице Сента на реци Тиси.

Слика 10. Вероватноће обезбеђености средњемесечних протока за реку Тису у профилу хидролошке станице Сента

Са дијаграма на слици 10. уочава се да су се током 2020. године, средњемесечни протоци реке Тисе код хидролошке станице Сента, у прва три месеца кретали од 80% до 50% обезбеђености, да би крајем априла пали на 99% обезбеђености. У мају и јуну је дошло до пораста протока, када су током јула превазишли 30% обезбеђености, да би потом опали на 80% у септембру. У октобру су протоци порасли до 30% обезбеђености, да би до краја године поново опали на 80% обезбеђености.

**4. Река Сава**

**4.1 Хидролошка станица Сремска Митровица**

На слици 11. приказан је хидрограм реке Саве за 2020. годину у профилу хидролошке станице Сремска Митровица са одговарајућим анвелопама минималних и максималних протока и вишегодишњим просеком протока.

Слика 11. Упоредни хидрограми екстремних, средњих и годишњих протока за реку Саву у профилу хидролошке станице Сремска Митровица

На основу хидрограма приказаних на слици 11. може се констатовати да су протоци реке Саве код хидролошке станице Сремска Митровица током 2020. године углавном били испод вишегодишњег просека, осим у периоду од средине јуна до краја октобра, када су након два пораста у јуну и октобру варирали око вишегодишњег просека. Минимални проток у 2020. години забележен је 22. септембра и износио је **Qмин. год. = 386 m3/s**, док је максимални проток у 2020. години забележен непуних месец дана касније, 20. октобра и износио је **Qмакс. год. = 2560 m3/s**. Примећује се да су и код ове хидролошке станице, као и код Смедерева на Дунаву, у периоду од средине априла до средине маја (тачније од 10. априла до 19. маја са неколико дана изузетка) забележене минималне вредности протока за тај период.

Хистограми и сумарне криве запремине протока су израђене и за профил хидролошке станице Сремска Митровица на реци Сави (слика 12.).

Слика 12. Хистограми и сумарне криве запремине средњемесечних протока за реку Саву у профилу хидролошке станице Сремска Митровица

Поредећи укупно протекле воде реке Саве у профилу хидролошке станице Сремска Митровица у 2020. години са вишегодишњим просеком, може се закључити да су током целе године протоци били знатно испод просека, изузимајући кратку епизоду пораста протока у октобру. Гледајући сумарно, на годишњем нивоу, запремина протекле воде је била знатно испод вишегодишњег просека, резултујући годишњим запреминским дефицитом у односу на просек од око 17300×106 m3.

На слици 13. су приказани средњемесечни протоци за 2020. годину заједно са статистички срачунатим средњемесечним протоцима карактеристичних вероватноћа појаве у профилу хидролошке станице Сремска Митровица на реци Сави.

Слика 13. Вероватноће обезбеђености средњемесечних протока за реку Саву у профилу хидролошке станице Сремска Митровица

Закључује се да су средњемесечни протоци у 2020. години варирали од почетних 80% па до апсолутних минимума забележених у априлу и мају, па преко 50% обезбеђености од јуна до септембра (што у домену малих вода одговара повратном периоду од 2 године), затим пораста до скоро 10% у октобру и новог опадања на 80% обезбеђености до краја године. Током 2020. године на Сави код Сремске Митровице су забележене све варијације протока у погледу обезбеђености које су приказане на слици 13. – од апсолутних месечних минимума до близу 10%.

**5. Река Велика Морава**

**5.1 Хидролошка станица Љубичевски мост**

На слици 14. приказани су хидрограми Велике Мораве за 2020. годину у профилу хидролошке станице Љубичевски мост са одговарајућим анвелопама и вишегодишњим просеком.

Слика 14. Упоредни хидрограми екстремних, средњих и годишњих протока за реку Велику Мораву у профилу хидролошке станице Љубичевски мост

Са слике 14. јасно се уочава да су протоци Велике Мораве у профилу хидролошке станице Љубичевски мост, у првој половини 2020. године били углавном испод просека, достигавши 16. јануара минималну икад забележену средњедневну вредност за тај дан. И у периоду од 24. до 29. јануара протоци су достигли ту минималну вредност. Минимални средњедневни годишњи проток забележен је 28. јануара и износио је **Qмин. год.= 59.2 m3/s.** У марту је дошло до мањег пораста протока тако да су протоци краткотрајно превазишли вишегодишњи просек. Крајем јуна долази до већег пораста протока (који су проузроковале велике количине падавина на сливу Западне Мораве, прецизније на сливу Моравице где је дошло до локалних изливања и где је забележен апсолутни историјски максимум протока на хидролошким станицама Градина и Ариље) да би 26. јуна проток достигао вредност анвелопе максималних протока када је забележен максимални средњедневни проток тога дана од почетка осматрања. Следећег дана, 27. јуна, забележен је и максимални средњедневни проток у 2020. години, достижући вредност од **Qмакс.год. = 1280 m3/s**. Након овог пораста протока, долази до наглог опадања, тако да су се од средине јула па до новембра протоци кретали око вредности просечних вишегодишњих. У новембру протоци даље опадају и крећу се испод просечних вишегодишњих вредности, на којима су се задржали до краја године повремено се приближавајући анвелопи минималних протока.

То потврђују и хистограми и сумарне криве запремина протока на слици 15.

Слика 15. Хистограми и сумарне криве запремина средњемесечних протока за Велику Мораву у профилу хидролошке станице Љубичевски мост

Поредећи укупно протекле воде реке Велике Мораве у профилу хидролошке станице Љубичевски мост са вишегодишњим просеком, може се закључити да је до маја 2020. година била исподпросечно водна, јун је био изнад просека, а од јула до октобра вредности су изнад просека. У периоду октобар-децембар 2020. године, слично Дунаву код Смедерева, месечне вредности протока су у опадању, што је инверзно тренду просечних вишегодишњих вредности месечних протока за исти период

Сумарно гледано на годишњем нивоу, река Велика Морава код Љубичевског моста је остварила годишњи запремински дефицит у односу на просек у износу од око 2100×106 m3.

На слици 16. су приказани средњемесечни протоци за 2020. годину заједно са статистички срачунатим протоцима карактеристичних вероватноћа појаве у профилу хидролошке станице Љубичевски мост на реци Великој Морави.

Слика 16. Вероватноће обезбеђености средњемесечних протока за реку Велику Мораву у профилу хидролошке станице Љубичевски Мост

Са дијаграма на слици 16. закључује се да су средњемесечни протоци у првих пет месеци 2020. године варирали између 95% и 50% обезбеђености. Током јуна, услед пораста протока, протоци су се приближили 10% обезбеђености. Од јула до краја октобра протоци су се кретали у распону од 10% до 30% обезбеђености, када су опали, прво на 50%, а до краја године и на 80% обезбеђености што у домену малих вода одговара повратном периоду од 5 година. И у случају Велике Мораве код Љубичевског моста закључујемо да су протоци током године варирали у распону од 95% до 10% обезбеђености.

**6. Закључак**

Поређењем хидрограма регистрованих у профилима хидролошких станица Бездан и Смедерево на Дунаву, Сента на Тиси, Сремска Митровица на Сави и Љубичевски мост на Великој Морави (слика 17.), може се констатовати да су током 2020. године забележена два већа (јун и октобар) и два мања пораста протока (фебруар и март).

Слика 17. Упоредни хидрограми за реке Дунав, Тису, Саву и Велику Мораву за 2020. годину

***Река Дунав у профилу хидролошке станице Бездан:*** од марта до јуна протоци су били изнадпросечно водни, остатак године просечно водан. Свеукупно, може се рећи да је 2020. година у профилу хидролошке станице Бездан била просечно водна.

***Река Дунав у профилу хидролошке станице Смедерево:*** од марта до априла протоци су били исподпросечно водни, остатак године око просека са изузетком октобра који је био изнад просека. Свеукупно, може се рећи да је 2020. година је у профилу хидролошке станице Смедерево била мање водна у односу на вишегодишњи просек.

***Река Тиса у профилу хидролошке станице Сента:*** јун, јул и октобар изнад просека, остатак године испод просечних вишегодишњих вредности. Свеукупно, може се рећи да је 2020. година је у профилу хидролошке станице Сента била мање водна у односу на вишегодишњи просек.

***Река Сава у профилу хидролошке станице Сремска Митровица:*** октобар изнад просека, остатак године испод просека у односу на одговарајуће просечне вишегодишње протоке. Свеукупно, може се рећи да је 2020. година је у профилу хидролошке станице Сремска Митровица била мање водна у односу на вишегодишњи просек.

***Река Велика Морава у профилу хидролошке станице Љубичевски мост:*** првих пет месеци 2020. године, као и последња два месеца су били исподпросечно водни, а од јуна до октобра водност је била изнад просека у односу на одговарајуће просечне вишегодишње протоке. Свеукупно, Велика Морава је у 2020. години у профилу хидролошке станице Љубичевски мост била мање водна у односу на вишегодишњи просек.

Просечни месечни протоци Саве у домену малих вода били су на нивоу повратног периода од 5 година, док су просечни месечни протоци Дунава, Тисе и Велике Мораве у домену малих вода већим делом 2020. године били на нивоу повратног периода од 2 године.

Из горе наведеног, може се закључити да је 2020. година у хидролошком смислу на територији Србије била маловодна година.