**Републички хидрометеоролошки завод**

**Република Србија**

**Анализа хидролошке ситуације на главним сливовима на територији Републике Србије за 2021. годину**

**БЕОГРАД, АПРИЛ 2022. 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

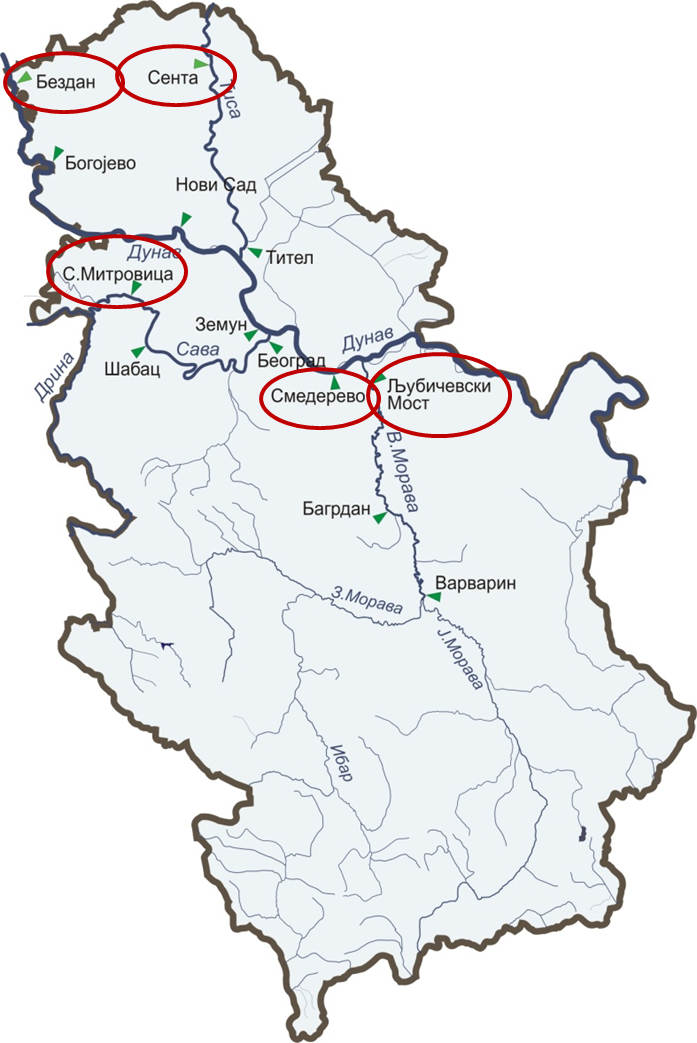
Слика 17: Упоредни хидрограми за реке Дунав, Тису, Саву и Велику Мораву

за 2021. годину ................................................................................................. 17

**1. Увод**

За анализу хидролошке ситуације у 2021. 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 2021. 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 2021. 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. Након тога су протоци били у опадању, од марта до априла су се протоци кретали испод просечних, а у мају протоци поново расту и до јула се крећу око просечних вредности. Тада долази до новог, трећег пораста, да би проток 24. јула достигао своју максималну годишњу вредност за 2021. годину која је износила **Qмакс.год. = 4110 m3/s**. У августу и почетком септембра се бележе још два, мања пораста, а протоци се крећу око просечних вредности. Средином септембра долази до рецесије протока, који до краја године опадају и задржавају се на вредностима мањим од вишегодишњих просека.Минимална вредност протока за 2021. годину је забележена 27. новембра и износила је **Qмин.год. = 1060 m3/s**.

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 2021. годину (слика 3.), одакле се може закључити да су прва два месеца 2021. године била просечно водна. Од марта до маја протоци су били испод просека. Од јуна до септембра запремина протекле воде је била око просека, да би у октобру, новембру и децембру били поново испод просека. Већим делом године запремина протекле воде је одговарала вишегодишњем просеку, изузев у марту, априлу, октобру, новембру и децембру када су били испод, односно у фебруару када су протоци били нешто изнад вишегодишњег просека.

Укупно гледано, током целе 2021. године, сумарна крива запремине се кретала око просечне вишегодишње криве, резултирајући на крају годишњим запреминским дефицитом у односу на просек од око 6420×106 m3, на основу чега, када је у питању Дунав код Бездана, ову годину можемо сматрати маловодном годином.

Извршена је и додатна, статистичка анализа средњемесечних протока, а на слици 4. су приказани средњемесечни протоци за 2021. 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 2021. години у јануару 2021. године кретали око вредности које одговарају обезбеђености од око 30%, да би затим у фебруару порасли до вредности које одговарају обезбеђености од 10%. У марту протоци су опали на 80% обезбеђености, у априлу се приближили 95% обезбеђености, да би се од маја до септембра кретали око 50% обезбеђености. У октобру су протоци поново опали на 80% обезбеђености, што у домену малих вода одговара повратном периоду од 5 година, где су остали до краја године.

**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 изнад, а у фебруару и знатно изнад вишегодишњих просека. Средином фебруара протоци су достигли анвелопу максималних протока, а у периоду од 11. до 14. фебруара забележене су максималне дневне вредности протока. Максимални годишњи проток је забележен 16. фебруара и износио је **Qмакс.год. = 9668 m3/s**. Од марта до половине маја, протоци су опали и били су испод просека, да би од друге половине маја па све до половине септембра варирали око просечних вредности. Од друге половне септембра протоци су поново опали испод просека, где су се задржали до краја године са повременим, краткотрајним порастима којима су достизали просечну вредност. У новембру протоци су се, на кратко, приближили анвелопи минимума протока, да би годишњи минимум био достигнут 3. новембра и износио је **Qмин.год. = 2150 m3/s**.

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 2021. године била натпросечно водна. Од марта протоци су у опадању и све до августа варирају око просечних вишегодишњих вредности. Од септембра до новембра сумарна крива запремине средње месечног протока опада испод просечне вишегодишње сумарне криве, да би током децембра протоци били око просечних.

Укупно гледано, током целе 2021. године, сумарна крива запремине углавном се кретала око просечне вишегодишње криве, а дефицит стваран од септембра до новембра резултирао је на крају годишњим запреминским дефицитом у односу на просек од око 13450×106 m3. На основу тога, када је у питању Дунав код хидролошке станице Смедерево, 2021. годину можемо сматрати просечно водном годином.

На слици 7. су приказани средњемесечни протоци за 2021. 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 се средњемесечни протоци Дунава код Смедерева у 2021. години у прва два месеца кретали изнад вредности које одговарају обезбеђености од 30%. У фебруару су чак и превазишли обезбеђеност од 10%. Затим су, током марта опали на вредности обезбеђености испод 80%, да би се, након пораста у другој половини априла, од маја до септембра кретали око вредности које одговарају обезбеђености од 50%, што у домену малих вода одговара повратном периоду од 2 године. У периоду од октобра до новембра, протоци су опали на вредности од обезбеђености од 80%, да би у децембру поново порасли и вратили се на вредности које одговарају обезбеђености од 50%.

**3. Река Тиса**

**3.1 Хидролошка станица Сента**

На слици 8. приказан је хидрограм реке Тисе за 2021. 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 током целе 2021. године били углавном нешто испод вишегодишњег просека, са изузетком јануара, фебруара и друге половине маја када су били изнад вишегодишњег просека. Максимални проток за 2021. годину забележен је 27. фебруара и износио је **Qмакс.год. = 1885 m3/s**. У другој половини године долази до опадања вредности протока испод вишегодишњег просека и такво стање се задржава до децембра када протоци почињу поново да расту достижући просек на крају године. Минимални проток за 2021. годину забележен је 29. октобра и износио је **Qмин.год.= 175 m3/s.**

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 јануар, фебруар, март и мај били натпросечно водни, а у априлу и од јуна до децембра протоци су били испотпросечно водни. Сумарно гледано на годишњем нивоу, запремина протекле воде је била око вишегодишњег просека, резултирајући годишњим запреминским дефицитом у односу на просек од око 830×106 m3.

На слици 10. су приказани средњемесечни протоци за 2021. годину заједно са статистички срачунатим средњемесечним протоцима карактеристичних вероватноћа појава у профилу хидролошке станице Сента на Тиси.

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

Са дијаграма на слици 10. уочава се да су се средњемесечни протоци Тисе код хидролошке станице Сента у 2021. години у прва два месеца кретали од 30% до преко 10%, да би средином априла пали на испод 50% обезбеђености. У мају је дошло до пораста протока, када су краткотрајно достигли 30% обезбеђености, да би потом опали, прво на 50% у јуну, а у августу и на 80% обезбеђености. У последња четири месеца протоци су варирали између 50% и 80% обезбеђености.

**4. Река Сава**

**4.1 Хидролошка станица Сремска Митровица**

На слици 11. приказан је хидрограм реке Саве за 2021. 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 у прва два месеца 2021. године били изнад просека, достижућу у фебруару анвелопу максималних протока. У данима од 04.-05. фебруара, затим од 11.-12. као и 14. фебруара, протоци су се изједначили са анвелопом максималних ротока, а максимални проток у 2021. години забележен је 13. фебруара и износио је **Qмакс. год. = 3568 m3/s**. Након тога, долази до рецесије протока, који, почетком марта опадају прво на просечне вредности, а касније се спуштају и остају испод просека са изузетком једне кратке епизоде крајем маја када достижу и престижу просечне вредности. У другој половини године протоци су углавном били испод вишегодишњег просека, приближавајући су у септембру анвелопи минималних протока. Минимални проток у 2021. години забележен је 13. септембра и износио је **Qмин. год. = 295 m3/s**. У периоду од октобра до децембра протоци варирају око вишегодишњег просека.

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 Саве у профилу хидролошке станице Сремска Митровица са вишегодишњим просеком, може се закључити да су јануар, фебруар и децембар 2021. године били изнад просека, а остатак године испод просека.

Сумарно гледано на годишњем нивоу, запремина протекле воде реке Саве код хидролошке станице Сремска Митровица била је око вишегодишњег просека, резултирајући годишњим запреминским дефицитом у односу на просек од око 3000 ×106 m3.

На слици 13. су приказани средњемесечни протоци за 2021. годину заједно са статистички срачунатим средњемесечним протоцима карактеристичних вероватноћа појаве у профилу хидролошке станице Сремска Митровица на Сави.

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

Закључује се да су се средњемесечни протоци у 2021. години у прва два месеца кретали око 10% обезбеђености, затим су у марту опали на на 80% обезбеђености , да би у мају краткотрајно порасли до 50% обезбеђености. Затим су у јуну поново опали на 80% обезбеђености и ту вредност задржавају до новембра. У децембру протоци поново расту достижући 30% обезбеђености до краја године.

**5. Река Велика Морава**

**5.1 Хидролошка станица Љубичевски мост**

На слици 14. приказани су хидрограми Велике Мораве за 2021. 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 прва два месеца 2021. године били знатно изнад просека. У јануару су се протоци приближили, а почетком фебруара и достигли анвелопу максималних вредности. Максимални годишњи проток забележен је 02. фебруара и износио је **Qмакс.год. = 1115 m3/s**. Након тога, протоци су прешли у рецесију, почетком марта су се спустили испод вишегодишњег просека, да би почетком априла имали нови, мањи пораст. Након тога, протоци су опали на вишегодишњи просек, око кога су се кретали све до почетка децембра, када су порасли, и до краја године углавном били изнад просека. Минимални годишњи проток забележен је 9. октобра и износио је **Qмин. год.= 74.8 m3/s**.

Интересантно је погледати и одговарајуће хистограме 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 Велике Мораве у профилу хидролошке станице Љубичевски мост са вишегодишњим просеком, може се закључити да су јануар, фебруар и април 2021. године били натпросечно водни, а у марту и у периоду од маја до новембра протоци су се кретали око просечних вредности, да би децембар опет био изнад просека.

Сумарно гледано на годишњем нивоу, за разлику од осталих хидролошких станица, река Велика Морава код Љубичевског моста је остварила годишњи запремински суфицит у односу на просек и то у износу од око 1400×106 m3.

На слици 16. су приказани средњемесечни протоци за 2021. године заједно са стстистички срачунатим протоцима карактеристичних вероватноћа појаве у профилу хидролошке станице Љубичевски Мост на Великој Морави.

Слика 16. Вероватноће обезбеђености средњемесечних протока за хид. станицу Љубичевски мост

Са дијаграма на слици 16. закључује се да су средњемесечни протоци у првa четири месеца 2021. године варирали између 10% и 30% обезбеђености. Током маја, услед смањења, протоци су опали на 50% обезбеђености. Иако су протоци и даље опадали, од августа до септембра протоци су били на нивоу од око 30% обезбеђености, да би у новембру поново опали на 50% обезбеђености. Коначно, у децембру услед пораста протока, поново су се вратили на 30% обезбеђености. Закључује се да су током целе 2021. године протоци варирали од преко 10% до 50% обезбеђености и да нису, као код осталих хидролошких станица ниједном достигли 80% 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.), можемо констатовати да су током 2021. године забележена два већа пораста током фебруара и маја.

Слика 17. Упоредни хидрограми за реке Дунав, Тису, Саву и Велику Мораву за 2019. годину

***Река Дунав у профилу хидролошке станице Бездан:*** фебруар и август су били изнадпросечно водни, март, април, октобар и новембар исподпросечно водни, остатак године просечно водан. Свеукупно, 2021. година је у профилу хидролошке станице Бездан на Дунаву била мање водна година у односу на вишегодишњи просек.

***Река Дунав у профилу хидролошке станице Смедерево:*** јануар и фебруар су били надпросечно водни, март, април, октобар и новембар исподпросечно водни, а остатак године је био у нивоу просечних вишегодишњих протока. Свеукупно, 2021. година је у профилу хидролошке станице Смедерево на Дунаву била просечно водна.

***Река Тиса у профилу хидролошке станице Сента:*** јануар, фебруар, март и мај су били изнад просечних вредности, а остали део године је био испод просечних вредности. Свеукупно, 2021. година је у профилу хидролошке станице Сента на Тиси била просечно водна у односу на вишегодишњи просек.

***Река Сава у профилу хидролошке станице Сремска Митровица:*** јануар, фебруар, и децембар су били водни изнад просека, а остатак године је био испод просека у односу на одговарајуће просечне вишегодишње протоке. Свеукупно, 2021. година је у профилу хидролошке станице Сремска Митровица на Сави била просечно водна у односу на вишегодишњи просек.

***Река Велика Морава у профилу хидролошке станице Љубичевски мост:***  јануар фебруар, април и децембар су били натпросечно водни, март и период од јуна до септембра око просека, а само су октобар и новембар били мање водни у односу на одговарајуће просечне вишегодишње протоке. Свеукупно, Велика Морава је у 2021. години у профилу хидролошке станице Љубичевски мост била натпросечно водна у односу на вишегодишњи просек.

Просечни месечни протоци Дунава, Тисе и Велике Мораве у домену малих вода били су на нивоу повратног периода од 2 године, док су просечни месечни протоци Саве у домену малих вода већим делом 2021. године били на нивоу повратног периода од 5 година.

Из горе наведеног, може се закључити да је 2021. година у хидролошком смислу на територији Србије била просечно водна година.