

VALIDITY AND ERRORS IN HYDRAULIC AND SUSPENDED SEDIMENT MEASUREMENTS

ИСПРАВНОСТ И ГРЕШКЕ КОД МЕРЕЊА ХИДРАУЛИЧКИХ ПОДАТАКА И КОНЦЕНТРАЦИЈЕ СУСПЕНДОВАНОГ НАНОСА

Fruzsina Majer¹
Mirjana Horvat²

UDK: 627.133
DOI: 10.14415/zbornikGFS34.03
CC-BY-SA 4.0 license

Summary: In the process of developing a mathematical model of water flow and sediment transport it was required to go over a large number of hydraulic and sediment data. While preparing these measurements for the model's needs, we found a great number of data that varied notably in comparison to the data around it suggesting they could be measurement mistakes. Accordingly, this issue was further investigated aiming to eliminate the existing measuring lapses. This paper deals with the approach of recognizing these extreme values as errors in measurements. Additionally, we gave a proposal of overcoming these complications.

Keywords: measurement errors, water level measurements, suspended sediment concentration measurements.

1. INTRODUCTION

The aim of this paper is to display and consider possible errors that can occur in hydraulic and sediment measurements. Namely, in the process of developing a numerical model [1,2], it was required to go over a great number of measured data that included water

Резиме: У оквиру припреме математичког модела струјања воде и транспорта наноса у мрежи отворених токова се јавила потреба за прегледом великог броја хидрауличких и псалмолошких података. Током обраде ових мерења је примећена учестала појава драстичног одступања појединих вредности у односу на околне. У оквиру овог рада је разматран приступ за идентификацију ових одступања као грешака у мерењима, као и сугестије за превазилажење проблема које ове грешке проузрокују.

Кључне речи: грешке у мерењима, мерења нивоа, мерења концентрација суспендованог наноса

1. УВОД

Циљ овог рада је да се прикажу и размотре потенцијалне грешке код мерења хидрауличких и псалмолошких величина. Наиме, као последица припреме нумеричког модела [1,2] се јавила потреба за прикупљањем и обрадом великог броја података (мерења нивоа, протикања, концентрација суспендованог наноса, итд.).

¹ Fruzsina Majer, BSc., National University of Public Service, Faculty of Water Sciences, Bajcsy-Zsilinszky utca 12-14, H-6500 Baja, Hungary, e – mail: majer.fruzsina.kata@uni-nke.hu

² Mirjana Horvat, PhD, C.E., University of Novi Sad, Faculty of Civil Engineering Subotica, Kozaracka street 2a, 24000 Subotica, Serbia, e – mail: isicm@gf.uns.ac.rs

level elevations, measured discharges, suspend sediment concentrations, etc. The evaluated data consisted of couple of years of measurements on long sections of the Rivers Danube, Tisa and Sava in Serbia. While evaluating these measurements, in a number of locations it was necessary to carry out certain corrections of the gathered data. These corrections are required because using the measurements without these modifications would lead to additional mistakes in the upcoming analysis. In this work we restricted these investigations on to the errors of water level surface measurements and suspended sediment concentration errors. As a result we gave guidance to the identification approach of possible mistakes, as well as suggestions to overcome these errors.

2. WATER LEVEL ELEVATION MEASUREMENTS

Regarding the hydraulic parameters, within the conducted work water level elevation and discharges were considered. Since the water level elevation measurements were the ones that were carried out regularly throughout the considered reach, these are the measurements that are considered here.

Although there are many reasons to why water level measurements are important, in this case we are considering the reasons important for the issue at hand. Since the aim of the work was to develop a numerical model that could be utilized to predict different scenarios, it was required to carry out the process of calibration and verification of the developed model. Both calibration and verification rely on the measured water levels. The verification requires to model longer time intervals in order to compare the numerical results to the gathered measurements. The issue with the incorrect measurements is that unless

У оквиру прегледа и систематизације расположивих података је анализиран велики број мерења. Разматрана мерења су обухватала вишегодишње податке на великом броју локација дуж река Дунав, Сава и Тиса у Републици Србији. Услед њихове систематизације је код великог броја локација било неопходно извршити одређене корекције прикупљених мерења јер би примена података у облику у којем су прикупљени резултовала у погрешним резултатима даљих анализа [1,2].

У конкретном раду су анализе грешака ограничене на грешке код мерења нивоа и концентрација суспендованог наноса.

Као резултат се овде дају смернице о потенцијалним грешкама које могу да се јаве код ових типова података, као и сугестије за превазилажење ових проблема.

2. МЕРЕЊА НИВОА

Од хидрауличких величина су разматрана мерења нивоа воде и протицаја. Како је мерење нивоа било систематски спровођено дуж разматраних река, онда се већа пажња посветила овим мерењима и њиховој провери.

Значај исправних мерења нивоа је вишеструка. Наиме, ова мерења су се у конкретном случају припремала за формирање нумеричког модела који би послужио касније за анализу разних сценарија. Са тим циљем модел треба прво калибрисати, за шта се су потребни мерени нивои, а након што је модел калибрисан треба га верификовати.

Коректна верификација подразумева пуштање дугорочне симулације при чему се онда за моделисани период упоређују постојећа мерења нивоа са резултатима прорачуна. Проблем код грешака у мерењу је да уколико се не коригују онда се на тај начин уносе грешке у модел још у процесу

they are eliminated, they will be incorporated into the model in the process of its calibration when it is modified to reproduce the measurements that are wrong. For example, by calibrating the model to reproduce the measurements that are much greater than the realistic water levels, leads to it trying to duplicate these extremely high values. Consequently, it is forced to match values that are not realistic. Therefore, later on, in the verification process or later, it will give results that over estimate the water level elevations. These are the reasons why it is very important to go through the measurements and clarify them so that we wouldn't introduce wrong data in the developed model.

When going through water level elevation measurements the measurement errors are often obvious. Figures 1, 2 and 3 show measurements where on the left side original data are presented, while the images on the right show the corrected measurements that were utilized in the model. These types of mistakes are obvious and therefore easy to spot and eliminate. All of these mistakes are manifested as sudden increase in water levels that have a local character, meaning that the values before and after do not suggest a water level rise should be expected. It should be noted that the depicted measurements are all a result of daily or hourly gathered values for a time interval of over one year. This suggests that a sudden increase of water level is detected that is 1 meter within one hour or 5 meters within one day, presented in Table 1, while there are no signs before or after these values that a wave is coming. In these cases it is reasonable to assume that the sudden increase is a mistake.

These Figures show the measurements of a complete year, therefore it is possible to see an existing appearance of the water level increase, as well as the magnitude of the divergence among

калибрације јер се модел подешава да репродукује стање које не одговара стварном стању. На пример, сувише велике измерене вредности које су последице грешака би резултовале у подешавању параметара калибрације тако да се репродукују „мерене“ вредности. На тај начин се модел подешава да репродукује нереално високе вредности, па би касније током верификације, или у лошијем случају, током примене модела, давао нереалне резултате. Све ово је разлог због којег се пре свега приступа детаљној анализи мерених вредности.

Када се ради о анализи мерења нивоа воде, грешке су често једнозначне. На Сликама 1, 2 и 3 су приказана мерења нивоа где су са леве стране дата оригинална мерења, а слика са десне стране приказује коригована мерења која су примењена у моделу.

Грешке овог типа су очигледне и не представљају посебан проблем једино их је потребно уочити и уклонити. Све приказане грешке се манифестују као изненадни скокови мерених вредности који упечатљиво одударују од остатка мерења. Напомиње се да су приказана мерења узоркована на сваких сат до 24 часа у периоду од више година, од чега је овде приказан број мерења од мало више него годину дана., То значи да се код појаве разлике нивоа од 1 метра у року од сат времена, или 5 метара у периоду од 24 часа, Табела 1, а да при томе ни пре ни после тог изолованог одступања не постоји нека тенденција раста, са сигурношћу може тврдити да се ради о мерној грешци. На сликама су дата мерења од приближно годину дана, где се анализом комплетног периода јасно може видети која је тенденција промене нивоа, и у којој мери грешке одударују од ње. Природне промене које се јављају код нивоа су свуда постепене и њихово трајање је дуже. Са друге стране, код мерења се уочава да се јављају вредности које

these values and the remaining measurements.

The water level changes that occur naturally are gradual and they tend to last longer.

On the other hand, there are values that stand out when compared to the remaining data. For example, the measurements collected on the Sava River at Sremska Mitrovica. One can notice a sudden and big increase in the values. Additionally, it can be seen that these extreme values appear frequently and always have the same value at about 72 meters, which would not be possible for correct measurements.

By comparing the images on the left and right side of the Figure, we can see the difference between the measurements after removing the measurement errors. Further analysis of the right Figure suggests that in the time interval between 1000 and 3500 hours a wave went through this section. We can also detect minor waves appearing on the main big wave. All of these are graduate increases and decreases in water level elevations.

Figure 1 on the left shows the original measurements of water level elevation on the Danube River at Pancevo. These measurements also display random, sudden and local increases of water level elevations that resemble needles. This is due to the fact that these mistakes are single increase in the water levels, that when presented next to the remaining measurements seem like lines or needles. The right image on Figure 1 presents the same measurements without these errors.

In the two previously considered situations, it was simple to notice and correct the measuring mistakes since they were so obvious.

Figure 3 displays the water level measurements on the Danube River at Golubac. The image on the left shows the original measurements, while the right image present the corrected measurements. The presented data are for the time interval of five years.

су изузетно високе (или ниске) у односу на исправне податке. На пример на Слици 2, код мерења на Сави код Сремске Митровице се примећују изненадни и јако изражени пикови. Осим саме вредности које ове грешке достижу, може се приметити и то да се периодично јавља иста екстремна вредност, од око 72 метара, што се код стварних мерења не дешава. Поређењем слике са леве стране и слике са десне стране се јасно примећује разлика након уклањања ових грешака. Слика на десној страни приказује да је у посматраном периоду овуа прошао талас у периоду од око 1000 до 3500 сати. У истом периоду се на великом таласу могу уочити вишебројни мањи таласи, али је за све њих карактеристично да су постепени.

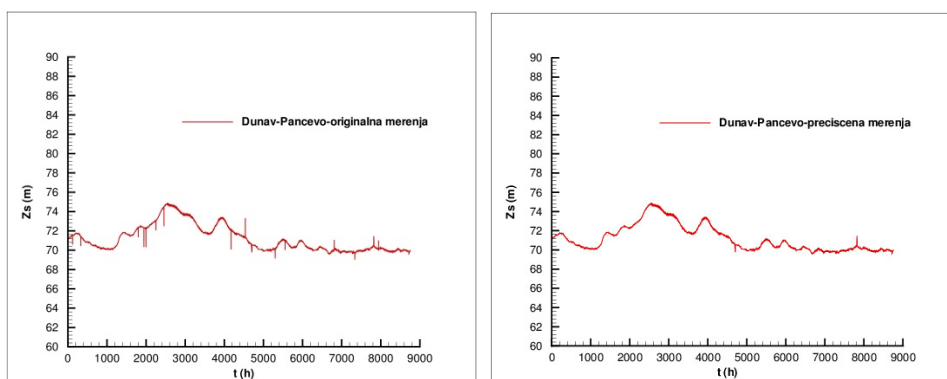
На слици 1 лево су приказана оригинална мерења нивоа на Дунаву код Панчева. На њима се такође примећују периодични, неуједначени пикови који се на графичком приказу мерења манифестују као иглице. Разлог за ово је да су ово појединачне вредности које значајно одступају од околних, а како се ради о појединачним вредностима, када се прикажу поред преосталих редовним мерења, делују као иглице. На слици 1 са десне стране су приказана обрађена мерења из којих су ове иглице уклоњене.

У случајевима приказаним на Сликама 1 и 2 је било прилично једноставно приметити и кориговати грешке настале током мерења. Како се ради о великим и тачкастим одступањима, довољно је прегледати бројчане вредности података из којих се једнозначно види који подаци су последица грешака а који подаци су стварни.

На Слици 3. су приказани резултати мерења нивоа на Дунаву код Голупца, и то са леве стране оригинална мерења, а са десне стране су коригована мерења. Дата мерења су за период од 5 година. Може се

Unlike the situations presented on Figures 1 and 2, here we have a sudden increase of the measurements that can last up to 40-50 days. This could lead to a reasonable question whether these are measurement errors or valid measurements. By further analysis of the data it is easily concluded that these are errors after all. Namely, these sudden increases sometimes last for over a month, but sometimes they are local increases that come and go within a day. Also, it is obvious that all of these extremes have the same maximal value. Since this behavior isn't typical for natural occurrences, it can be deduced that these are also measuring mistakes. In addition, next to these sudden increases there are no other significant water level changes within the five year time frame that is presented, which also suggests that these are simply errors. Table 1. shows the numerical values of the measured water level elevations and the matching time of the measurements on two locations, at Pancevo on the Sava River and at Sremska Mitrovica on Danube. For both locations we presented a total of 7 measurements, where in both cases the fourth measurements are marked with bold letters.

приметити да се за разлику од два претходно разматрана случаја овде не ради о временски локалном повећању вредности, већ о повећању који траје дуже време, до 40-50 дана. Због тога би могло да се постави питање да ли се заиста ради о грешкама при мерењу или о једноставним повећањима нивоа. Међутим, ако се анализира читаву серија података, за период од свих 5 година, поново се доста лако долази до закључка да је у питању грешка. Слично као код мерења на Сави, и овде долази до периодичног одступања вредности на увек исту вредност. Ова појава некада траје више дана, док се у неким случајевима јавља као изоловани инцидент. Осим ових одступања, у периоду од 5 година нема значајних промена на овој деоници. Све то потврђује да се ради о грешкама. Табела 1 садржи бројчане вредности мерених нивоа, са временима у којима су дати нивои измерени на две локације, на Дунаву код Панчева и на Сави код Сремске Митровице. За обе локације су дате по три серије од 7 узастопних мерења, где је код сваке серије четврто мерење, означено дебелим словима, мерење које је последица грешке.



Слика 1 – Грешке код мерења нивоа на Дунаву код Панчева

Figure 1 – Water level measurement errors on the Danube River at Pancevo

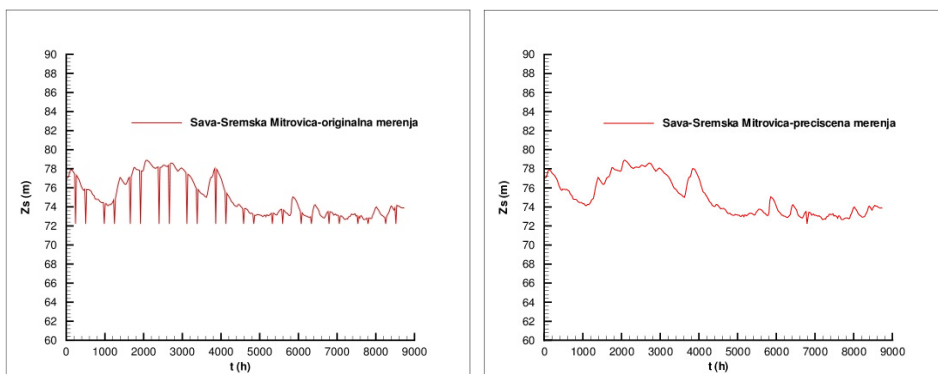
Табела 1 – Примери бројчаних вредности одступања грешака од стварних мерења

Table 1 – Numerical values of measurements and measurement errors

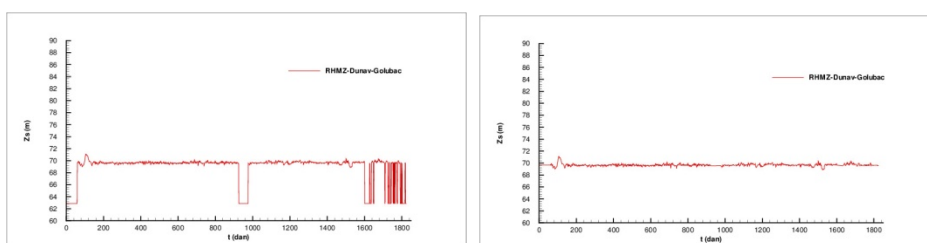
Река Дунав код Панчева Danube River at Pancevo		Река Сава код Сремске Митровице Sava River at Sremska Mitrovica	
Време (час) Time (hour)	Ниво (метар) Water level (meters)	Време (час) Time (hour)	Ниво (метар) Water level (meters)
117	71.58	168	77.77
118	71.58	192	77.61
119	71.58	216	77.48
120	70.57	240	72.22
121	71.57	264	77.32
122	71.56	288	77.16
123	71.56	312	76.99
Време (час) Time (hour)	Ниво (метар) Water level (meters)	Време (час) Time (hour)	Ниво (метар) Water level (meters)
329	71.44	1848	77.89
330	71.44	1872	77.87
331	71.44	1896	77.82
332	70.42	1920	72.22
333	71.41	1944	77.77
334	71.41	1968	77.74
335	71.40	1992	77.82
Време (час) Time (hour)	Ниво (метар) Water level (meters)	Време (час) Time (hour)	Ниво (метар) Water level (meters)
1993	72.29	2328	78.09
1994	72.30	2352	78.16
1995	72.29	2376	78.19
1996	70.30	2400	72.22
1997	72.30	2424	78.14
1998	72.30	2448	78.14
1999	72.31	2472	78.19

This is to outline the value that is considered a measuring error. By comparing the bold values with the previous there, and following three numbers, it is obvious that the bolded number stands out, and that there is no indication in the surrounding measurements that this value should be so different. Furthermore, we can see that in the case of the Danube River measurements, we have hourly values. In this case it is easy to define a sudden water level increase of only 1 meter as a measuring error. On the other hand, the measurements on the Sava River are conducted at every 24 hours, making it hard to identify a 1 meter increase as an error. In this case, larger deviations, increase of 6 or 7 meters in the water level elevation within 24 hours, were defined as mistakes.

Ако се приказани подаци погледају мало детаљније примећује се да је интензитет одступања различит и да износи између 1 и 7 метара. Како су нивои на Дунаву мерени на сваких сат времена, овде се и грешке од свега 1 метра могу прилично једноставно уочити. Са друге стране, мерења на Сави су рађена једном у 24 часа. Код таквих мерења се грешка од 1 метра не може тако једноставно приметити, међутим грешке од 5-6 метара итекако долазе до изражаја. У обе колоне се примећује иста тенденција, три вредности које се постепено мењају, једна вредност која драстично одскаче од околних, и наредне три вредности које су поново приближно исте вредности и природан су наставак за прве три вредности. Све ово потврђује да подебљана вредност представља неку врсту грешке у мерењима.



Слика 2 – Грешке код мерења нивоа на Сави код Сремске Митровице
 Figure 2 – Water level measurement errors on Sava River at Sremska Mitrovica



Слика 3 – Грешке код мерења нивоа на Дунаву код Голубца
 Figure 3 – Water level measuring errors on Danube River at Golubac

3. MEASUREMENTS OF SUSPENDED SEDIMENT CONCENTRATIONS

The developed model was planned to be utilized for the simulation of hydraulic and sediment processes.

Consequently, in addition to the known water levels and discharges, it is necessary to attain sediment related measurements such as bed material grain size distribution, suspended sediment concentrations, etc.

The process of the model development is to first carry out the hydraulic model calibration and verification tasks. Only then should one start the preparation of the sediment transport and bed evolution model preparation. Therefore, the same order was used for the data evaluation.

The developed model was prepared to carry out sediment transport and bed evolution simulation throughout the

3. МЕРЕЊА КОНЦЕНТРАЦИЈЕ СУСПЕНДОВАНОГ НАНОСА

Поред мерења везаних за хидрауличке параметре, развијан модел је планиран да се користи и за моделисање транспорта наноса и деформације корита. Због тога је поред хидрауличких података, нивоа и протицаја, било неопходно обезбедити и псалмолошке податке, гранулометријски састав дна, концентрације суспендованог наноса и сл. дуж моделисане области. Поступак формирања модела је такав да се прво припреми хидраулички модел који се калибрише и верификује. Након што се са сигурношћу утврди тачност хидрауличног модела, приступа се припреми модела транспорта наноса и деформације корита. Зато је и у овом случају логичан редослед био

modeled domain. For that purpose, measurements of suspended sediment concentrations were employed through the modeled area's cross sections. Figures 4 and 5 on the left display suspended sediment concentration measurements. Figure 4 shows the results on the Sava River at Belgrade, Fig. 5. presents the results on the Tisa River at Titel. The measurements were done at every 24 hours for a period of 5 years.

Further investigation of the presented measurements helps us recognize that at approximately 800 hours, at Titel, there is a graduate increase of the measured suspended sediment concentrations with the maximum of 300ppm, located in the middle of this increase. Since the value of 300ppm is located after the graduate increase of the measured values, and is followed by a graduate decrease of the values, it is reasonable to suspect that the presented values are correct. Similarly, we can spot another increase in the suspended sediment concentrations peaking at 280ppm at about 900 hours. Discordantly to the previous scenario, in this case this increase of the measurements is not preceded with slow increase of the concentrations. Furthermore, after reaching the maximal value, the decrease of the measurements is also quite sudden. This would imply that the local increase presents a measurement error. Nevertheless, one should keep in mind that the measurements are spaced 24 hours which is enough time for a natural reason to occur that could result in this sudden increase of suspended sediment concentrations. Since the characteristics of the sediment differ from the flow characteristics, there is a possibility of abrupt increase of the suspended sediment concentrations. Consequently, it isn't wise to conduct measurement corrections as in the case of the water level elevations. Instead, in our work we opted for another approach.

While evaluating the measured and computed values of the suspended sediment concentrations, we included the

prvo завршити анализу података везаних за воду, па тек онда прећи на анализу мерења наноса.

Поменути модел се припремао да моделише транспорт наноса дуж моделираних токова. За то су се користиле мерене вредности концентрације суспендованог наноса у пресецима дуж моделисане области. Сlike 4 и 5 приказују са леве стране резултате мерења концентрација суспендованог наноса и то Слика 4 на Сави код Београда, а Слика 5 на Тиси код Титела. Приказана су мерења за период од 5 година са по једним мерењем сваких 24 часа.

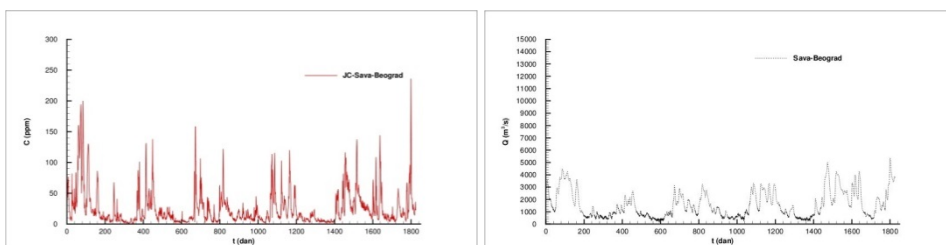
Анализом мерења се примећује да се код Титела у приближно 800 дана јавља постепено повећање мерених концентрација суспендованог наноса у чијем се средишту налази пик који достиже вредност од 300ppm. Пошто се максимална вредност јавља у средини периода постепеног повећања, након које следи и постепено смањење вредности, постоји реална могућност да се ради о тачним вредностима, а не о грешкама при мерењу. На истој слици се у времену од око 900 часова јавља још једна екстремна вредност концентрације од 280 ppm. У овом случају мерења концентрација коа претходне овом екстрему, и вредности које долазе после њега, не показују тенденцију пораста вредности. Због тога би се у овом случају потпуно оправдано претпоставило да се ради о грешци током мерења. Са друге стране, такође треба имати у виду да се ради о мерењима на сваких 24 часа. Како је то прилично дуг временски период, није искључиво да је током тог периода могло доћи до појаве која је резултовала у краткотрајном и значајном повећању концентрације. Како су карактеристике наноса потпуно другачије од карактеристика тока, те код њих постоји могућност појаве наглог и великог повећања вредности, није препоручљиво вршити корекције мерења као у случају

matching hydrographs. Accordingly Figs. 4 and 5 include the suspended sediment concentrations and the hydrographs at the same cross section and time interval. By examining these two variables at the same time, one can pinpoint possible measuring mistakes with a greater certainty.

In the presented example one can see that in the time at around 800 hours the discharges start to increase simultaneously with the sediment concentrations, suggesting a wave has gone through eroding the bed material, thus increasing the suspended sediment concentration.

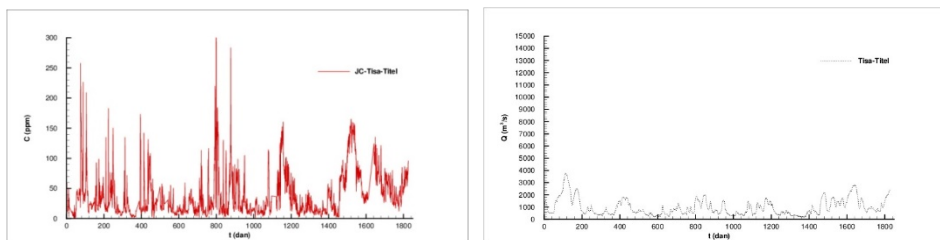
Contrarily, at 900 hours the hydrograph doesn't suggest any waves going by, leading us to the conclusion that the suspended sediment concentration increase up to 280ppm is probably a mistake. Therefore when developing the model this value should not be reproduced because it doesn't depict the reality of the situation.

са хидрауличким подацима. Уместо тога се у конкретном случају користио другачији приступ. При-ликом анализе резултата транспорта наноса су у поређење резултата мерења и прорачуна укључени и хидрограми. Због тога су на Сликама 4 и 5 паралелно са мереним концентрацијама суспендованог наноса дате и промене протицаја током времена у истом пресеку. Паралелним посматрањем промене протицаја и концентрације суспендованог наноса се са већом сигурношћу може установити да ли се ради о грешци или постоји оправдање за драстично повећање концентрација. У нашем примеру се у периоду од око 800 дана код протицаја такође може приметити да је дошло до појаве таласа. То указује на то да је постепено повећање концентрације, чак и до вредности од око 300 ppm последица таласа који је прошао и на путу еродовао нанос са дна при томе изазивајући пораст концентрације. Са дуге стране, нема локалне појаве екстремно великог протицаја у периоду од око 900 дана, што значи да је локални пораст концентрације у том периоду на вредност од 280ppm највероватније грешка и не треба покушавати њену репродукцију приликом формирања модела транспорта наноса.



Слика 4 – Мерења концентрација суспендованог наноса на Сави код Београда (лево) и рачунати протицаји (десно)

Figure 4 – Measured values of suspended sediment concentrations on the Sava River at Belgrade (left) and the computed discharges (right)



Слика 5 – Мерења концентрација суспендованог на Тиси код Титела (лево) и рачунати протицаји (десно)
 Figure 5 – Measured values of suspended sediment concentrations on the Tisa River at Titel (left) and the computed discharges (right)

4. CONCLUSIONS

This paper considers possible difficulties when analyzing a large number of measured data.

When carrying out measurements there are various reasons that can lead to measurement errors, such as equipment malfunction, misuse of the equipment, the collected data post-processing, etc. As a part of these processes mistakes can occur that need to be identified and when possible corrected so that the wrong data wouldn't be used in further investigations. Aiming to develop a water flow and suspended sediment transport and bed evolution model, the authors considered the a great number of measured water level elevations and suspended sediment concentrations. Within this work a variety of possible measuring errors are presented, as well as approaches of their identification and suggestions for their correction.

In cases when these mistakes were easily recognized, it is suggested to simply leave them out of the gathered data. This is doable with data such as the measured water level elevations since these errors were unmistakable. In other situations, such as the measured suspended sediment concentrations, simply excluding the potential mistakes, or correcting them isn't recommended. Instead, it is advised to include additional variables, such as the hydrographs that could help pin point the actual mistakes. This way two variables would be analyzed

4. ЗАВРШНА РАЗМАТРАЊА

У оквиру овог рада су разматрани проблеми који се јављају приликом обраде и анализе великог броја мерених података. Наиме, приликом мерења може доћи до разних грешака које су последица квара опреме, погрешне употребе опреме, накнадне обраде података и других фактора. У току ових процеса се уносе грешке у мерења које је потребно идентификовати и где је то могуће елиминисати како се на даље не би користили нетачни подаци.

Са циљем припреме математичког модела струјања воде и транспорта наноса је у оквиру овог рада разматран низ података о мереним нивоима и концентрацијама суспендованог наноса. Приказане су разноврсне грешке које су се јавиле код анализираних мерења, методе за њихову детекцију као и сугестије за њихово превазилажење.

Код једнозначних ситуација, као што је то случај код грешака у мереним нивоима је предложено да се ови подаци једноставно искључе из серије података. То је могуће јер су у овом случају грешке биле једнозначне. У случају мерених концентрација суспендованог наноса се не предлаже искључење мерења због другачијег карактера наноса. Уместо тога је предложено да се при анализи података и њиховој даљој употреби у анализу укључе и хидрограми који би

together, and if the hydrographs would indicate a wave passing through it would help explain suspended sediment concentration increases. Elseways, no signs of waves would indicate probable measuring errors.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was funded by the Ministry of Education and Science of the Republic of Serbia, project number TR 37009.

додатно потврдили сумње о реалности високих вредности мерења и појаве наглих скокова. Са друге стране, одсуство промена код хидрограма а појаве изненадних скокова код концентрација суспендованог наноса би указале на вероватне грешке.

ЗАХВАЛНИЦА

Овај рад је спроведен у оквиру пројекта „Мерење и моделирање физичких, хемијских, биолошких и морфодинамичких параметара река и водних акумулација“, број пројекта ТР 37009, који је финансиран од стране Министарства за образовање, науку и технолошки развој Републике Србије.

REFERENCES

- [1] Исић, М.: Линијски модел интеракције воде и наноса у мрежи природних водотока. Докторска дисертација, Универзитет у Новом Саду, Грађевински факултет Суботица, **2014**.
- [2] Хорват, М., Хорват, З., Габрић, О.: Транспорт наноса и промена коте дна у мрежи отворених токова, Зборник радова Међународне конференције Савремена достигнућа у грађевинарству 2015, Универзитет у Новом Саду, Грађевински факултет Суботица, **2015**., стр. 621 – 626.