АСИМИЛАЦИЈА ПОДАТКА У ХИДРОТЕХНИЦИ ПРИМЕНОМ КАЛМАНОВОГ ФИЛТЕРА

Иван Марисављевић 562/17

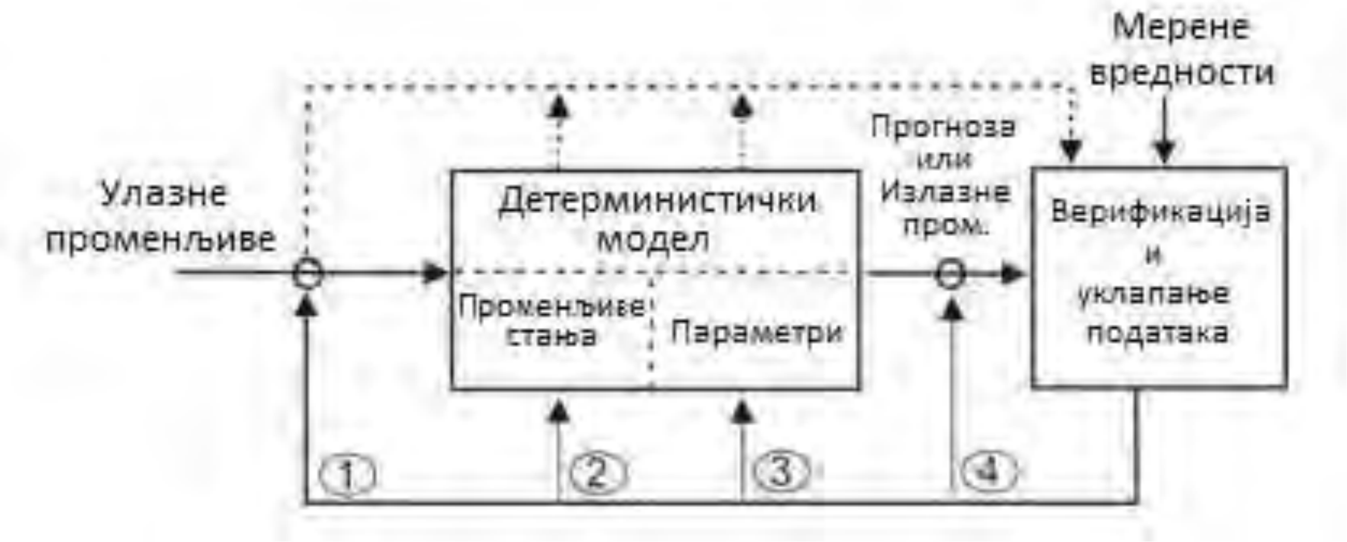
Садржај – или шта ће бити приказано

- Шта је асимилација
- Врсте асимилације
- Шта је калманов филтер
- Методологија Калмановог филтера
- Урађени примери
- Резултати
- Недостаци К.Ф. и које су напредне методе
- Резиме

Шта је асимилација података

- Асимилација је математичка дисциплина чије је задатак да на основу измерених података и математичког модела да најпрецизнији излазни податак (или прогнозу)
- Без асимилације поузданост математичког модела се једино ослања на калибрацију
- Калибрација на основу низа измерених података одређује параметре математичког модела тако да грешка између мерених и симулираних вредности буде минимална

Врсте асимилације



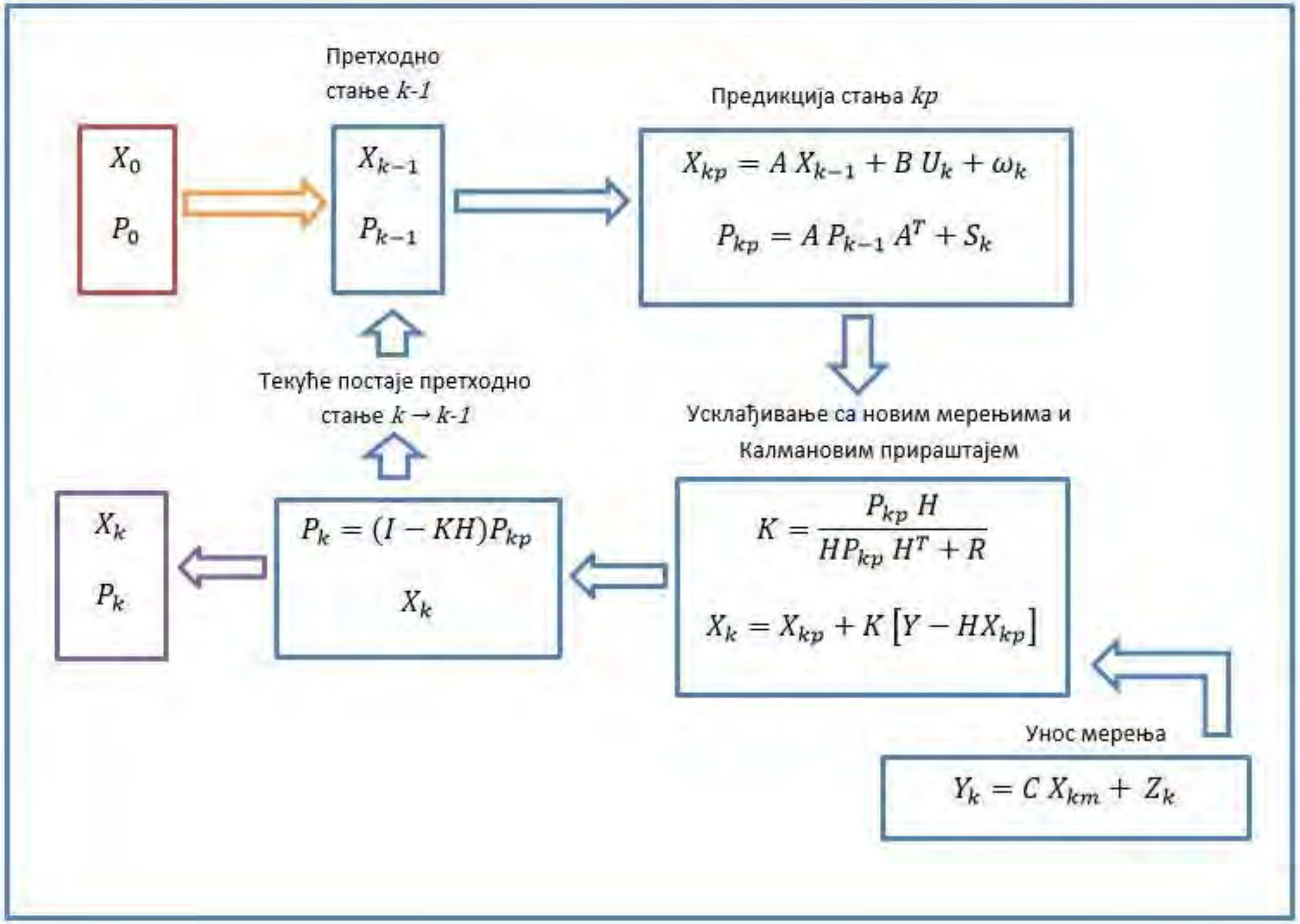
1. Уклапањем улазних параметара
2. Уклапањем променљивих стања
3. Одређивањем параметара модела (калибрација)
4. Корекцијом излазних променљивих

Шта је Калманов филтер

- Калманов филтер је алгоритам оптималне процене
- Комбинује податке математичког моделе и измерене податке, и даје оптималну прецену вредности

Како функционише Калманов филтер

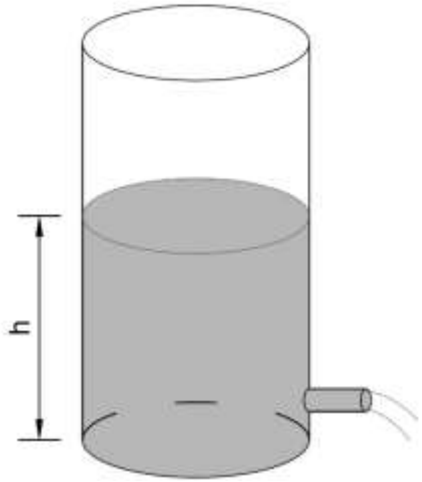
Методологија Калмановог филтера



Урађени примери у оквиру мастер рада

- Оба урађена примера су разматрала истицање из резервоара, где се мерила висина воде у резервоару

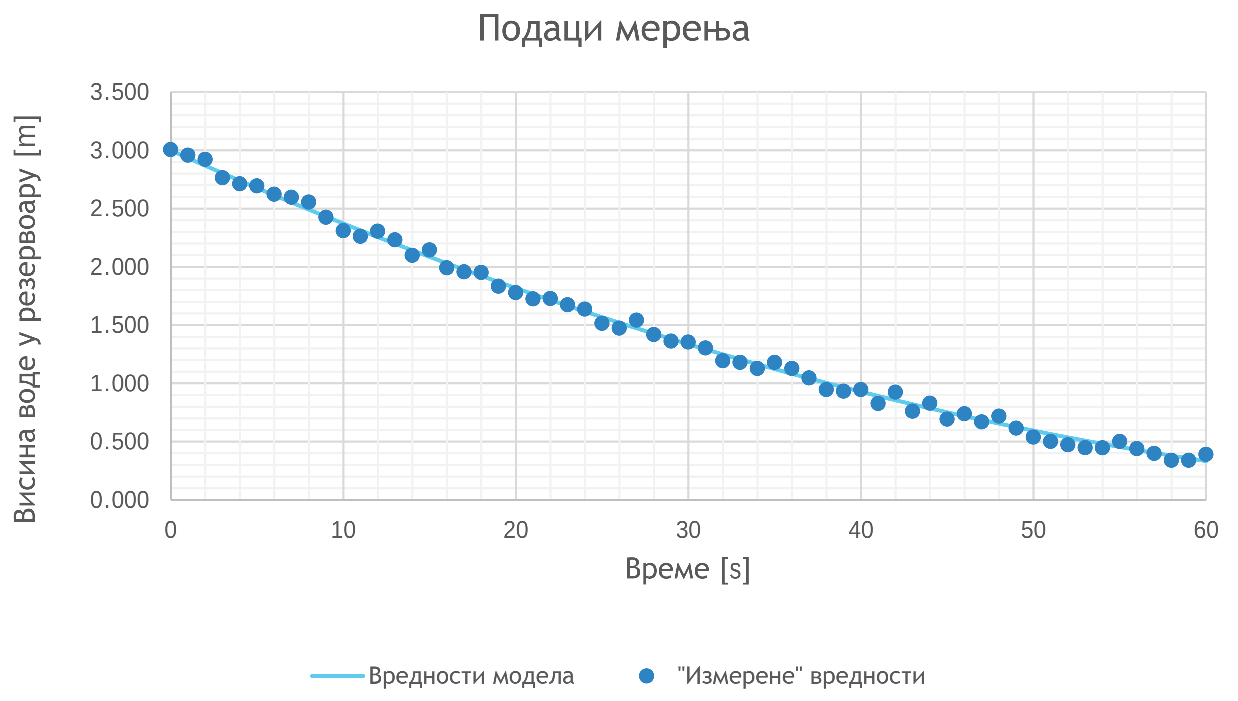
- **Први пример:**
  - Утицај шума математичког модела предикције
  - Утицај неодређености мерења
  - Утицај разлике између временског корака мерења и временског корака математичког модела предикције



- **Други пример:**
  - Примена Калмановог филетера у пракси

Први пример

- Нису рађена физичка мерења, подаци су добијени нумерички
- $h_{k+1} = h_k - \frac{C_k A_0 \sqrt{2 g h_k} \Delta t}{A_{(h)}}$
- На ове моделиране податке додат је шум (да симулира неодређеност мерења)



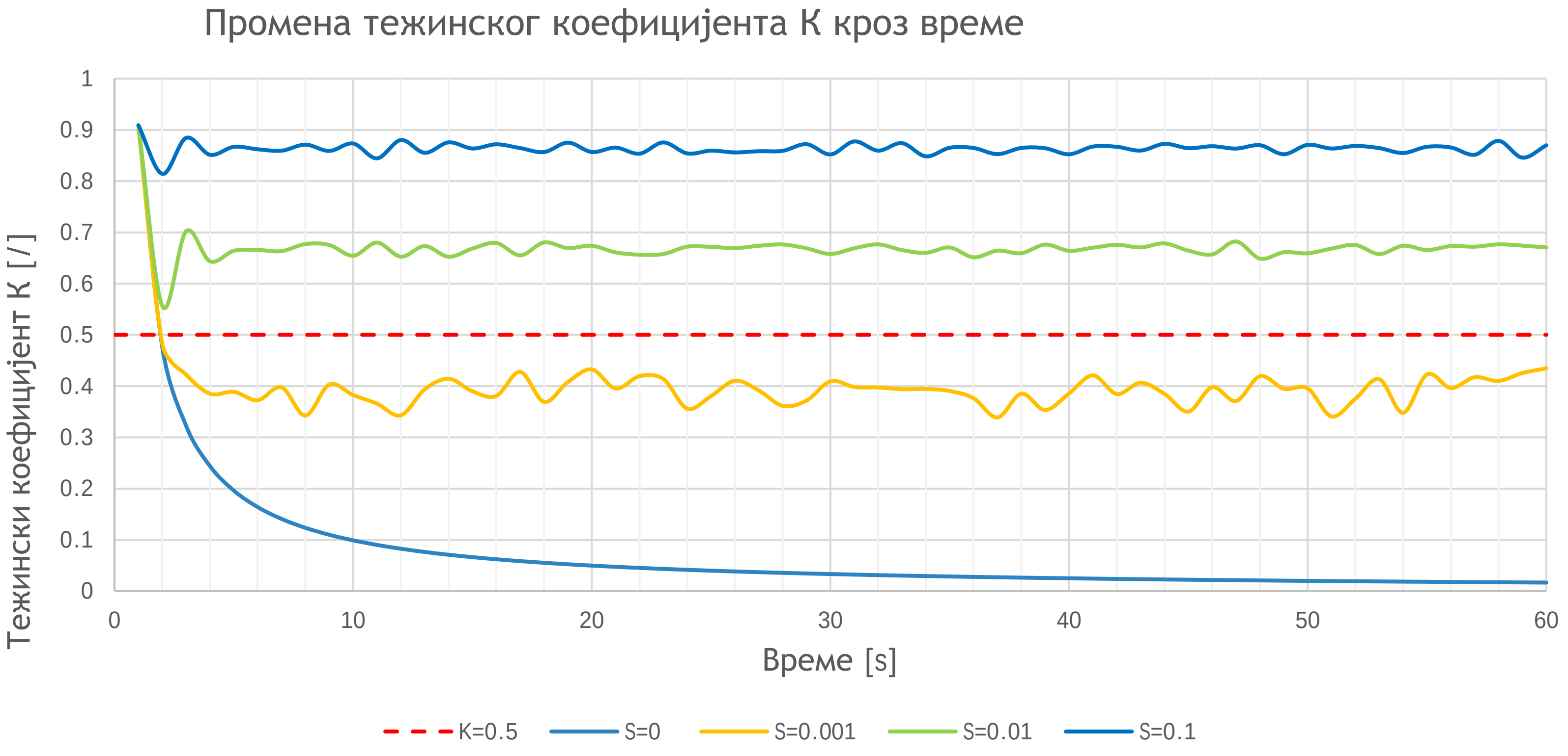
Први пример – математички модел

- Калманов филтер захтева линеарни математички модел
- Линеаризација једначине истицања из резервоара
- $h_{k+1} = h_k - c^{-1}\, C(t)\, A_0 \sqrt{2g}\, \Delta t$
- Промена параметара за варијанте:

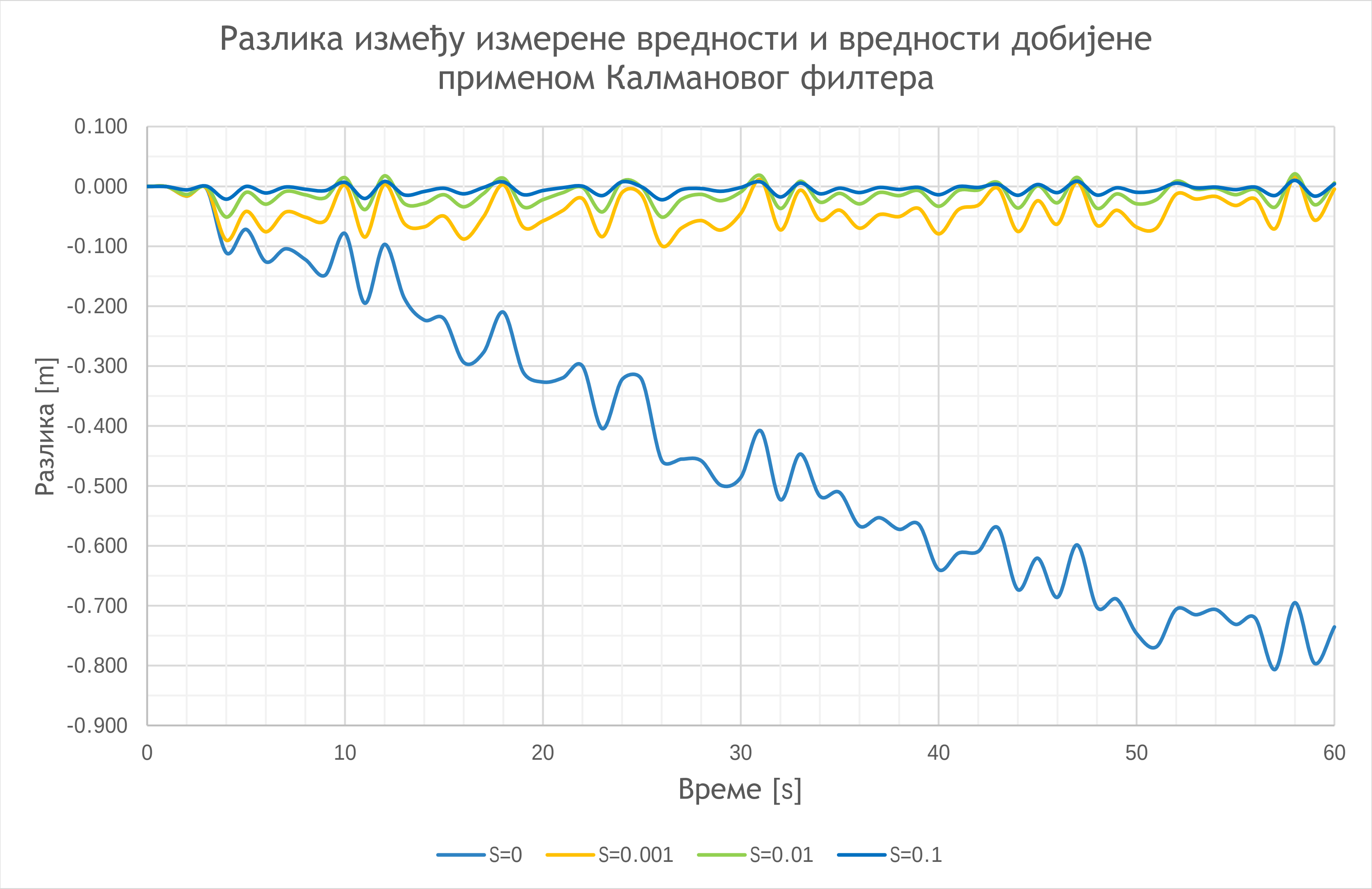
Параметар	R	S	±s	ΔT $_{mer.}$	ΔT $_{mod.}$
Варијанта	[m]	[m^2]	[m^2]	[s]	[s]
1	0,05	0	0	1	1
2	0,05	0,001	0,0005	1	1
3	0,05	0,01	0,001	1	1
4	0,05	0,1	0,01	1	1
5	0,005	0,01	0,001	1	1
6	0,01	0,01	0,001	1	1
7	0,1	0,01	0,001	1	1
8	0,02	0,002	0,0002	1	1
9	0,02	0,002	0,0002	2	1
10	0,02	0,002	0,0002	5	1
11	0,02	0,002	0,0002	10	1

Утицај шума математичком модела

- Варијанте 1, 2, 3 и 4

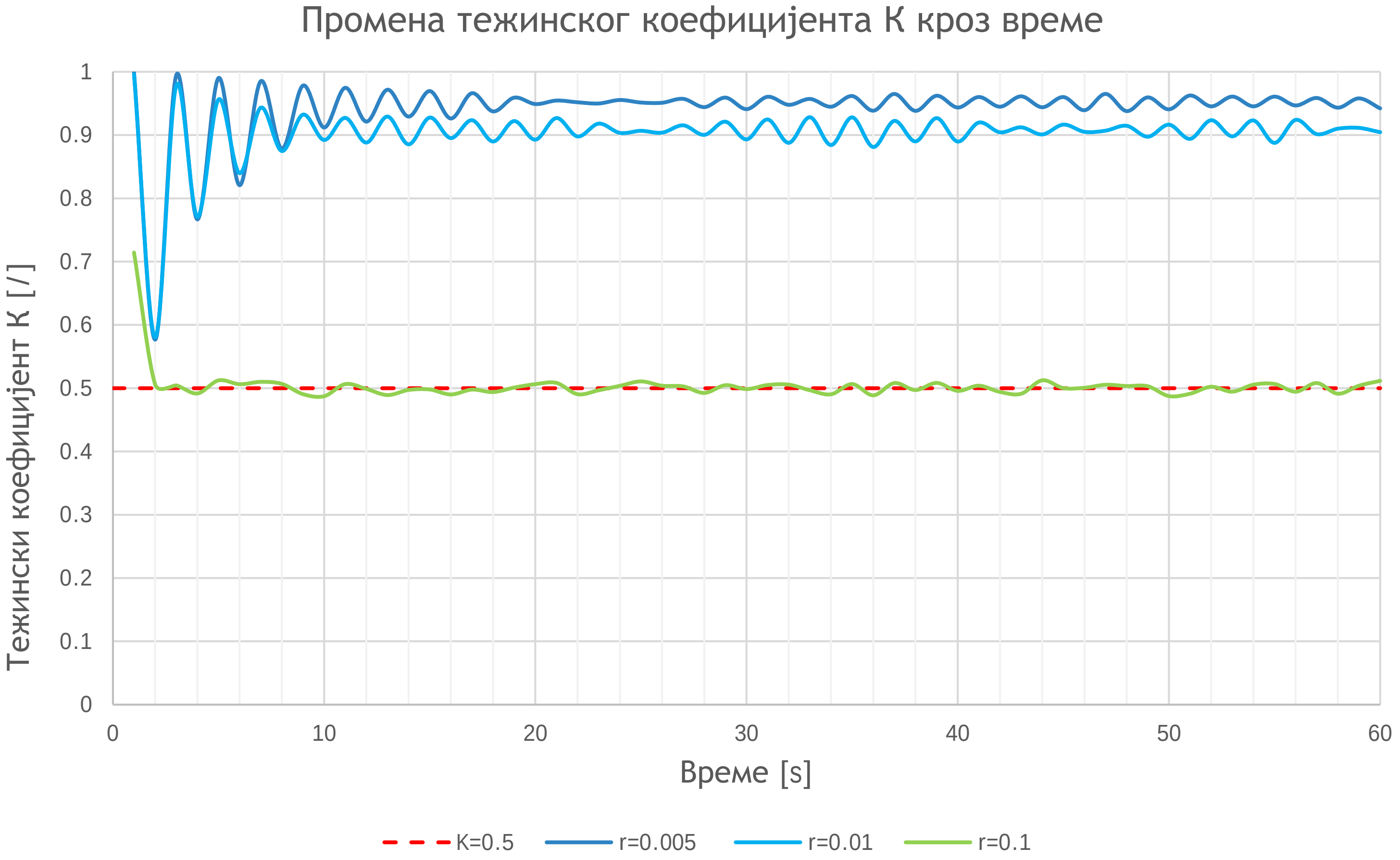


Утицај шума математичком модела

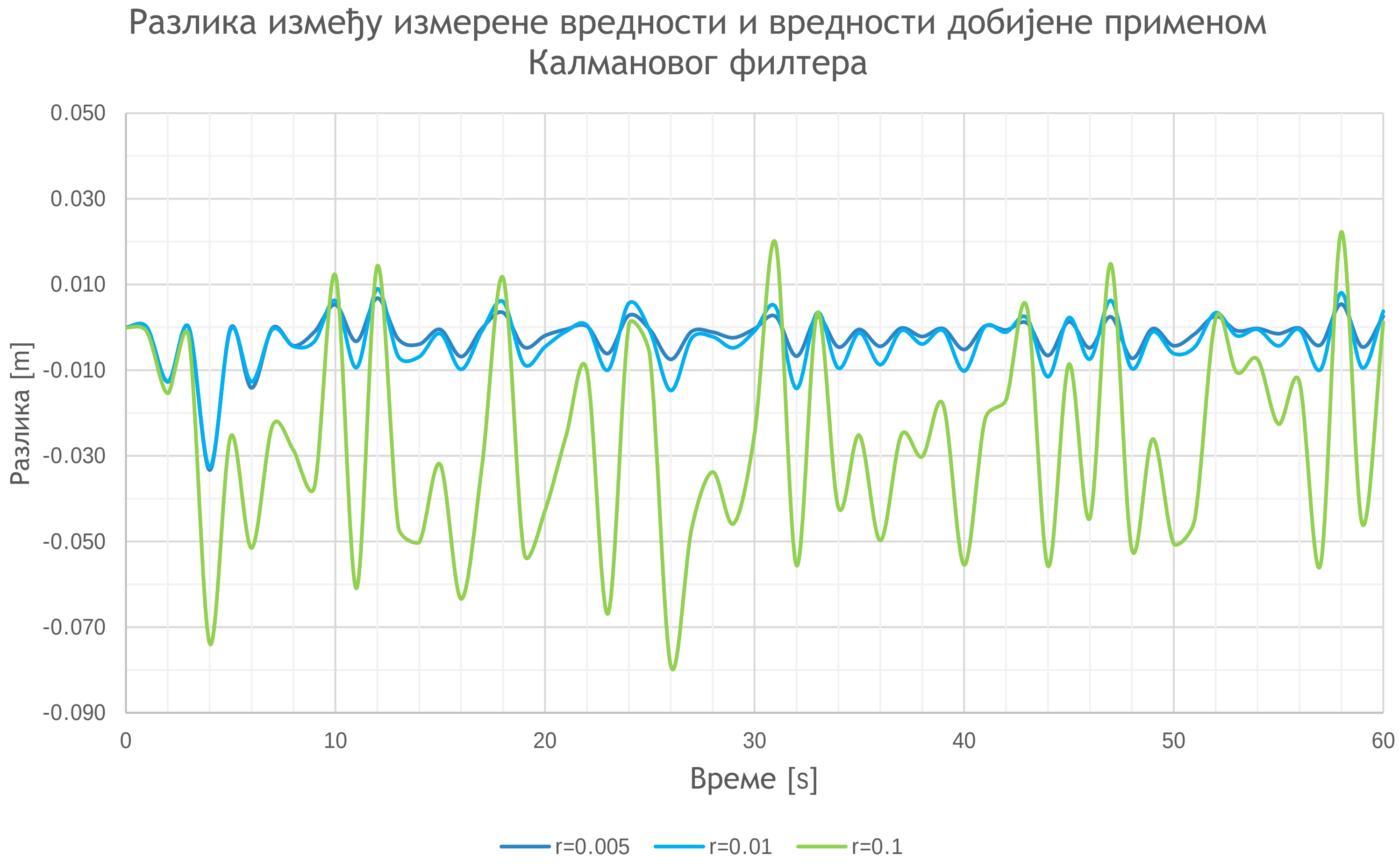


Утицај неодређености мерења

- Варијанте 5, 6 и 7

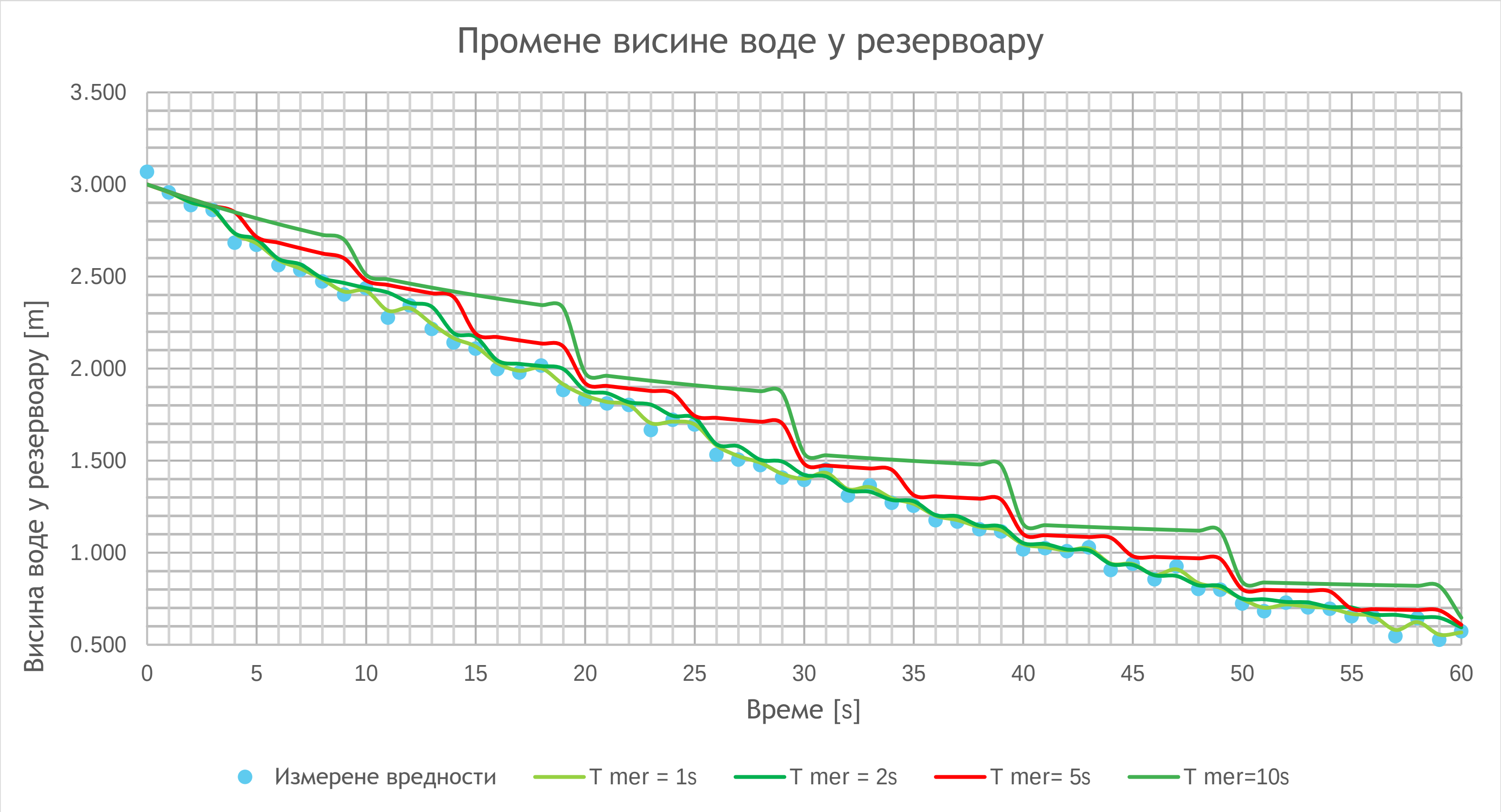


Утицај неодређености мерења



Утицај разлике временских корака

- Варијанте 8, 9, 10 и 11



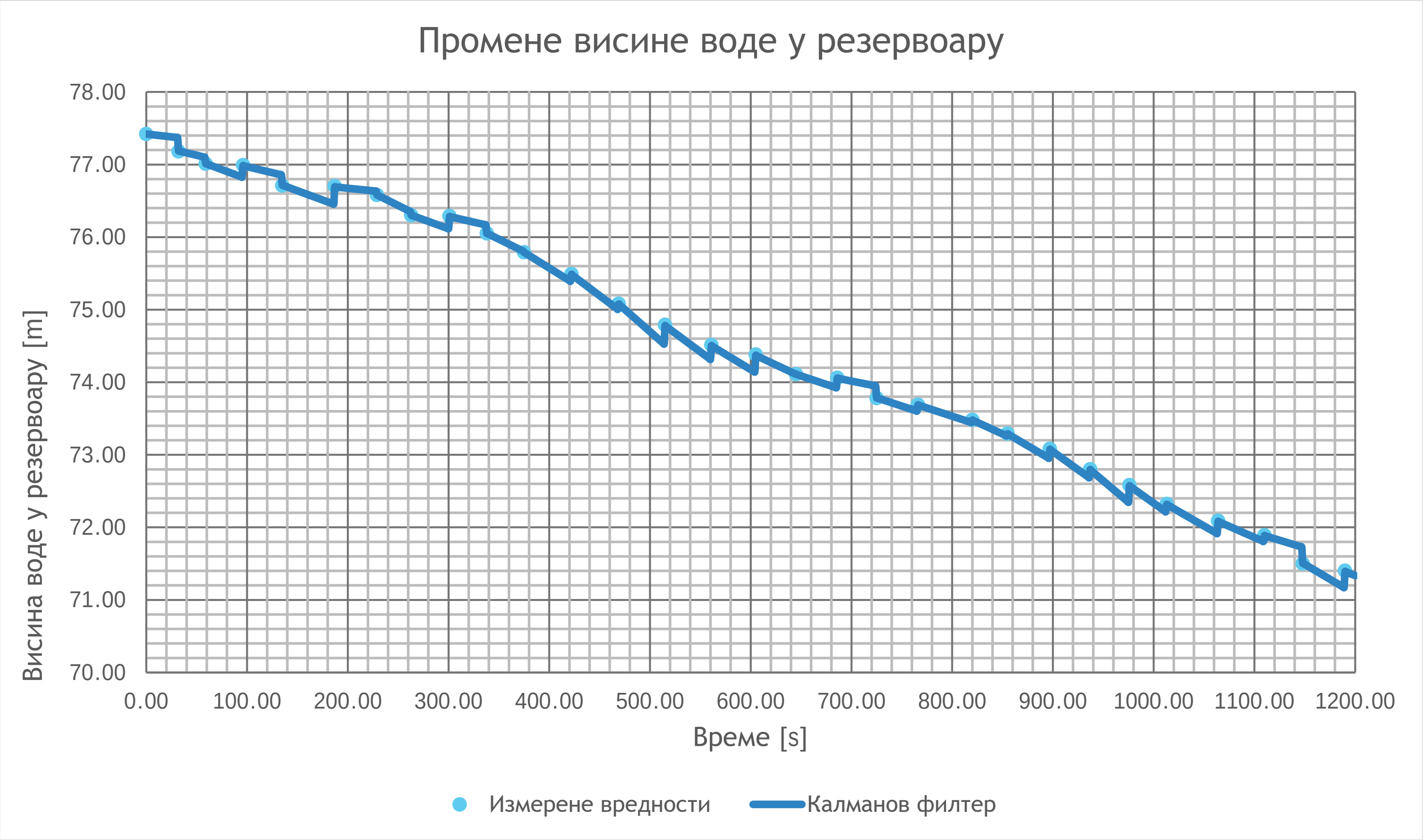
Други пример

- Коришћени су лабораторијски подаци снимљени за потребе израде рада „Утицај режима течења у цеви на губитак енергије на трење“

- Оставарује се ламинарно истицање из резервоара
- Матаматички модел предикције користи стварну геометрију
- $Z_1^{n+1} = Z_1^n \left(1 - \frac{\Delta t}{A_R} \frac{g\,\pi\,D_c^4}{128\,v\,L}\right) + \frac{\Delta t}{A_R} \frac{g\,\pi\,D_c^4}{128\,v\,L} Z_2$

Други пример – резултати

- Математички модел даје податак сваке секунде
- Разматрамо период од 1200s за који имамо 30 мерења



Недостаци Калмановог филтера

- КФ ради само са линеарним системима
- Калманов филтер претпоставља нормалну расподелу пре и после трансформације

Напредне методе

- Неке од метода које се заснивају на КФ, а могу да раде и са нелинеарним системима

Метода оптималне процене	Математички модел	Претпостављена функција раподеле	Процесорски захтеви
Проширени Калманов филтер	Локално линеаран	Гаусова	Ниски (ако се јакобијанска матрица рачуна аналитички) Средњи (ако се јакобијанска матрица рачуна нумерички)
Безмирисни Калманов филтер	Нелинеаран	Гаусова	Средњи
Филтер честица	Нелинеаран	Било која	Високи

Закључак

- Тежински фактор K (Калманов прираштај) параметар који нам приказује које поверење Калманов филтер даје измереним вреностима, а које вредностима математичког модела
- Неодређеност мерења R , $R \uparrow \to K \downarrow$
- Шум математичког модела предикције S мора да постоји, у противном би $K \to 0,$ он треба да обухвати стохастичку природу процеса и због тога не би требао да буде констатна величина
- Утицај временске разлике између математичког модела предикције и мерења зависи искључиво од конкретног проблема који се решава и од тога какве податке желимо да добијемо из система.