



POROČILO PROJEKTA: BOX MODEL SLANOSTI

Morje in obalni pas 2014/2015

Univerza
v Ljubljani
Fakulteta
*za gradbeništvo
in geodezijo*



Naloga

Obravnavamo zaliv, po značilnostih podoben Tržaškemu zalivu, v katerega se izliva reka in je povezan z odprtim morjem. Modeliramo ga s preprostim tako imenovanim box modelom, pri katerem predpostavimo, da je voda po celotnem volumnu popolnoma premešana, pri izpeljavi enačb pa uporabimo eksplisitne numerične sheme končnih razlik.

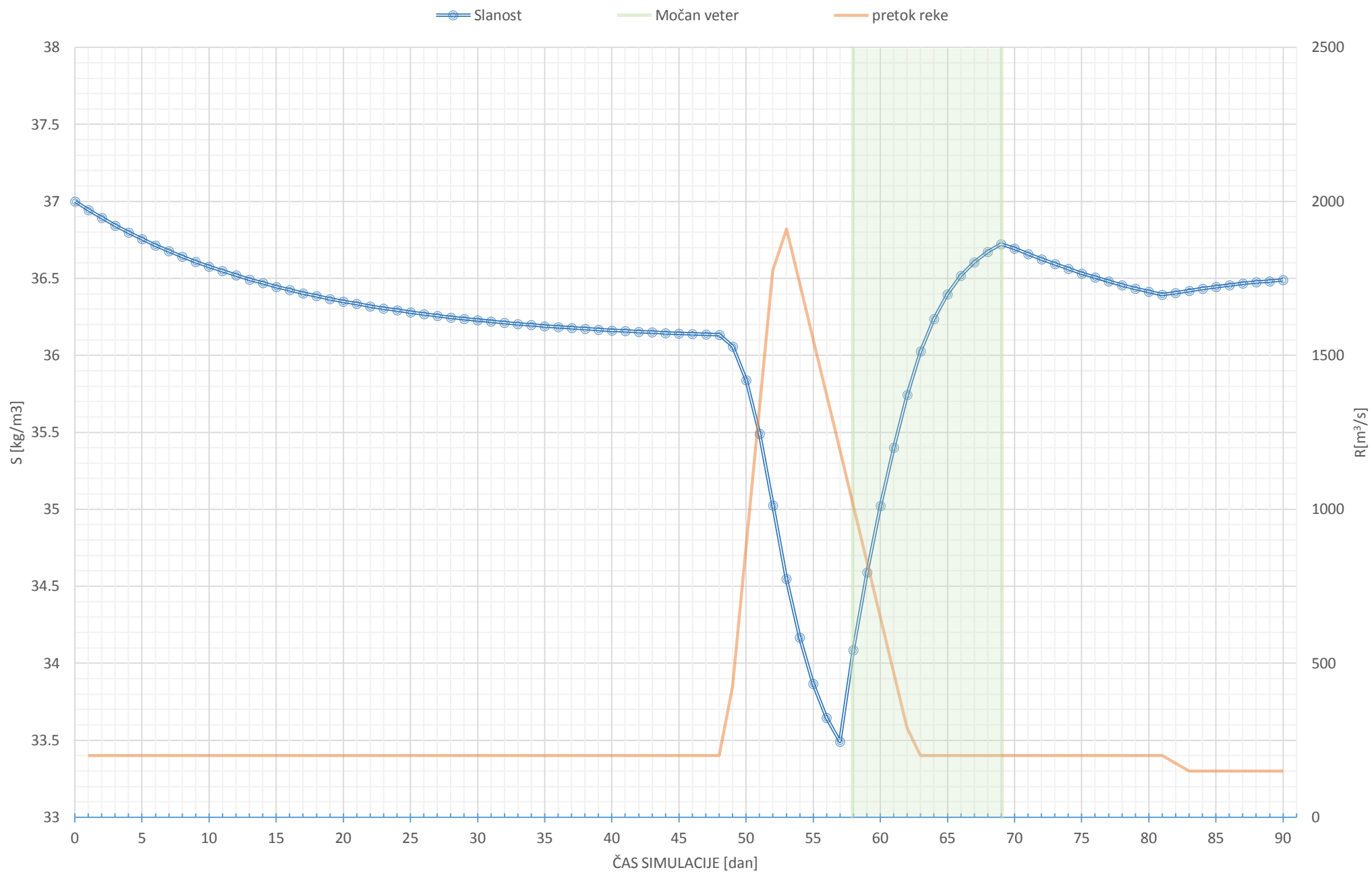
V zalivu obravnavamo spreminjanje slanosti zaradi vpliva reke, izhlapevanja in izmenjave z odprtim morjem. Reka zmanjšuje slanost v zalivu, saj predstavlja dotok sladke vode, ki redči vodo v zalivu. Nasprotno izhlapevanje povečuje slanost. V tem modelu ne upoštevamo padavin, saj predpostavljamo, da izhlapevanje v obravnavanem zalivu presega količino padavin, kot je to značilno za sredozemsko klimo. Izmenjava vode z odprtim morjem je balansirni vpliv in vedno potiska sistem proti začetnemu stanju, kjer je slanost enaka slanosti morja.

Simulacijo izvajamo na časovnem obdobju 90 dni s časovnim korakom 1 dan. Med simulacijo se sezona, ki sicer traja 91 dni, zamenja in s tem zamenjamo tudi podatke o izhlapevanju, vtoku reke in času izmenjave. Med simulacijo nastopita tudi vložek visokega pretoka in vložek močnega vetra. Pri prvem povečamo pretok na »Vtok reke max«, in sicer tako, da se tretjino trajanja pretok postopno povečuje in dve tretjini trajanja postopno zmanjšuje. Pri vložku vetra se spremeni neto izhlapevanje iz povprečne sezone vrednosti na 15 mm/dan in čas izmenjave na 4 dni.

Podatki

Podatki zaliva					
površina	A	6.00E+08	m ²		
globina	h	16	m		
volumen	V	9.60E+09	m ³		
Sezonski podatki					
sezona	kratica	začetna slanost S	vtok R	Izhlapevanje E	Čas izmenjave Tr
		psu=kg/m ³	m ³ /s	mm/dan	dni
zima	Wi	38	150	2	10
pomlad	Sp	36	160	0	25
poletje	Su	35	90	4	15
jesen	Au	37	200	5	17
Lastni podatki					
	začetni dan simulacije	9			
	začetna sezona	Au			
vložek vetra					
	izhlapevanje	E	15	mm/dan	
	čas izmenjave	Tr	4	dan	
	začetek		58	dan	
	trajanje	Tv	12	dan	
Povečan vtok					
	vtok reke max	Qmax	2000	m ³ /s	
	pričetek		49	dan	
	trajanje	Tmax	13	dan	

Časovni potek slanosti box modela



Teoretična podlaga

Matematično opišemo problem s spodnjo enačbo:

$$\frac{\Delta S}{\Delta t} = -S_e \frac{R}{V} + S_e \frac{E}{h} + \frac{S_0 - S}{T_R} \quad (1)$$

V enačbi nastopajo:

ΔS	sprememba slanosti	E	efektivno izhlapevanje
Δt	časovni korak	h	globina zaliva
S_e	efektivna slanost	S_0	začetna slanost
R	pretok reke	S	slanost v prejšnjem časovnem koraku
V	volumen zaliva	T_R	zadrževalni čas

Efektivno slanost izberemo glede na člena $\frac{R}{V}$ in $\frac{E}{h}$ po naslednjem obrazcu:

$$S_e = \begin{cases} S, & \text{če } \left(\frac{R}{V} - \frac{E}{h}\right) > 0 \\ S_0, & \text{če } \left(\frac{R}{V} - \frac{E}{h}\right) < 0 \end{cases} \quad (2)$$

V enačbi (1) prvi člen predstavlja zmanjšanje slanosti zaradi dotoka sladke vode iz reke, drugi člen predstavlja povečanje slanosti zaradi izhlapevanje, zadnji člen pa predstavlja spremembo slanosti zaradi izmenjave vode skozi odprti rob z morjem, ki ima konstantno slanost S_0 .

Komentar rezultatov

Iz grafa na prejšnji strani vidimo, da potek slanosti nikakor ni preprosta funkcija. V nadaljevanju si bomo podrobneje pogledali pet intervalov.

V časovnem intervalu od dneva 0 do dneva 48 sta pretok reke in izhlapevanja konstantna. Prevladuje vpliv dotoka sladke vode, ki niža slanost v zalivu. Če nebi upoštevali izmenjave z odprtim morjem, bi bil potek slanosti na tem intervalu padajoča premica. Ker pa ta vpliv upoštevamo, dobimo padanje položnejše oblike, saj se člen $\frac{S_0 - S}{T_R}$ povečuje s povečevanjem razlike med začetno in trenutno slanostjo.

Od 49. do 57. dneva nam slanost pada dosti hitreje kot v prvem delu, saj se 49 dan začne močno povečevati pretok reke. Ta narašča enakomerno narašča po $450 \text{ m}^3/\text{s}$ na dan do maksimalnega pretoka $1910 \text{ m}^3/\text{s}$, 53 dan. Sledi 9 dni enakomernega manjšanja pretoka po $180 \text{ m}^3/\text{s}$ na dan. Slanost nam pada le do 57 dneva, ko doseže minimum pri 33.49 psu.

Od 58. do 69. dneva se slanost povečuje, kar je posledica vložka vetra, ki traja v tem obdobju. Vložek vetra poveča izhlapevanje, ki pa vpliv dotoka sladke vode zmanjša ga pa ne preseže, saj je člen $\left(\frac{R}{V} - \frac{E}{h}\right)$ vedno večji od 0. K večanju slanosti na tem intervalu torej ključno prispeva zmanjšanje zadrževalnega časa T_R , kar ima za posledico hitrejšo izmenjavo vode z odprtim morjem, ki preseže vpliv dotoka sladke vode iz reke. Slanost doseže lokalni maksimum 69. dan pri slanosti 36.72 psu.

Po koncu vložka vetra, od 70. do 81. dneva, se slanost zopet zmanjšuje, saj so pogoji enaki kot v prvem intervalu.

Od 81. dneva s simulacijo preidemo v obdobje zimskih pogojev. Slanost se nam povečuje kar je posledica zmanjšanja pretoka reke na $150 \text{ m}^3/\text{s}$ in predvsem zmanjšanja zadrževalnega časa na 10 dni. Ker je člen $\left(\frac{R}{V} - \frac{E}{h}\right)$ še vedno večji od 0, se nam slanost le asimptotično približuje S_0 . Tudi če bi podaljšali čas simulacije, pri teh pogojih slanost nikoli ne bi preseгла vrednosti S_0 .