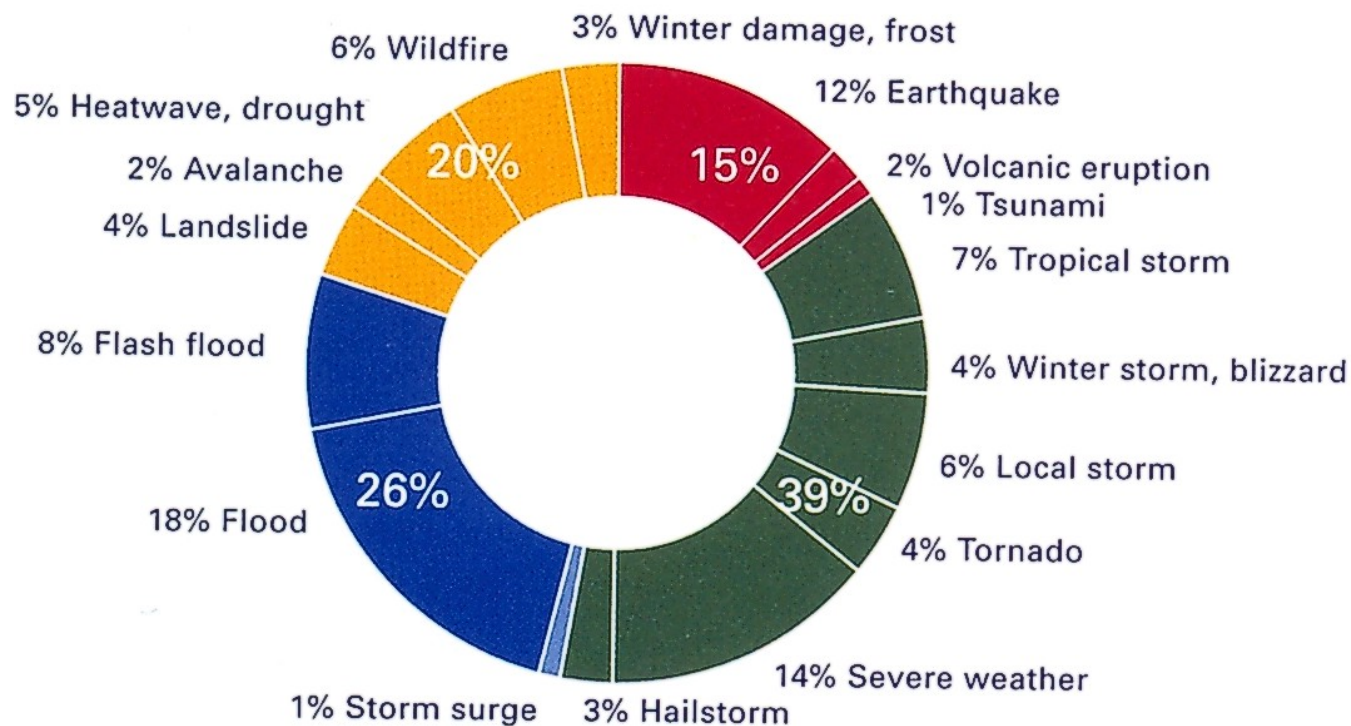


Одбрана од поплава

Последњих деценија скоро трећину свих људских жртава природних катастрофа у свету чине жртве поплава, а материјалне штете се мере десетинама милијарди долара



Одбрана од поплава

Ред. број	Година	Земља / река (најугроженије области)	Износ штете (милијарде \$US)
1	1998	Кина (Јангце, Сонгхуа)	31
2	1996	Кина (Јангце)	24
3	1993	САД (Мисисисипи)	21
4	1995	Северна Кореја	15
5	1993	Кина (Јангце, Хуаи)	11
6	1994	Италија (север)	9,3
7	1993	Бангладеш, Индиа, Непал	8,5
8	2000	Италија, Швајцарска (југ)	8,5
9	1999	Кина (Јангце)	8
10	1994	Кина (југоисток)	7,8
11	1995	Кина (Јангце)	6,7
12	2001	САД (Тексас)	6
13	1997	Чешка, Пољска, Немачка (Одра)	5,9

Чињеница да се учесталост поплава повећава, а пораст штета интензивира, објашњава се:

- климатским променама,
- урбанизацијом и
- утицајем других природних и антропогених фактора.

Чињеница је и то да све више расте и заинтересованост јавности да буде информисана о ризику од поплава и о мерама за управљање поплавама.

Одбрана од поплава



Ризик

Вероватноћа појаве

Последице појаве

Проблеми неизвесности

- Хидролошки улазни подаци
- Условљеност догађаја
- Моделирање (калибрација, интерпр. резултата)
- Пројектни елементи одбрамбеног система
- “Заостали ризик” већ изграђеног система

Мултидимензиона категорија

- Сигурност становништва
- Материјалне штете
- Одрживост одбрамбеног система
- Заштита животне средине
- Социјалне импликације
- Финансирање/приоритети

Анализа потенцијалног ризика од поплава и његово картирање представља најважнију стручну активност у оквиру **неинвестиционих мера** заштите од поплава

Ова мера је усмерена не само у правцу ефикасног и одрживог управљања поплавама, већ и развоју опште свести о томе да је ризик од плављења неизбежан и да познато начело „**живети са поплавама**“ није пука фраза, већ реалан концепт који мора бити прихваћен у јавности.

Картирање ризика од поплава обухвата низ активности:

- хидролошку анализу великих вода и избор *пројектних* поплавних таласа;
- хидрауличку анализу и прорачун пројектних кота нивоа;
- одређивање плавног подручја;
- прорачун потенцијалне штете - њене очекиване годишње вредности;
- процену ризика;
- картирање плавног подручја, штета и ризика.

У овом тренутку не постоји опште прихваћена методологија картирања ризика. У начелу, картирање ризика се заснива на квантификацији материјалне штете, у зависности од вероватноће плавног догађаја, односно његовог повратног периода.

Потенцијална штета обухвата на ширем плану све оно што је поплавом угрожено: становништво, животиње, стамбене објекте, инфраструктуру, покретну имовину, отворене просторе (дворишта, паркове и вртове), као и материјалну вредност индустрије и усева.

Критеријум угрожености становништва дефинисан је бројем људи изложених ризику поплава.

Анализе штета се могу обављати на *међународном, регионалном и локалном* нивоу, у зависности од величине слива и карактеристика поплавних таласа.

Бројне су НЕИЗВЕСНОСТИ....

ПРОЦЕНА ПОТЕНЦИЈАЛНЕ ШТЕТЕ (1)

Хидролошко-хидрауличке анализе. Идентификовати могуће узроке поплава (интензивне кише, топљење снега, коинциденција великих вода

Ризик од поплава се додатно повећава услед климатских промена, као и услед разних антропогених утицаја, као што је смањење ретензионог капацитета у приобаљу услед урбанизације или неке друге измене у намени површина.

ПРОЦЕНА ПОТЕНЦИЈАЛНЕ ШТЕТЕ (2)

У ниским алувијалним подручјима, режим подземних вода је осетљив на високе коте нивоа у рекама, тако да поплаве услед „унутрашњих“ (подземних) вода могу изазвати велике штете.

Бујичне поплаве у брдским подручјима могу такође имати озбиљне последице, услед велике енергије тока и нагле појаве.

Велика учесталост поплава у урбаним подручјима праћено је загушењем канализационих система, нарушавањем квалитета вода и загађењем животне средине.

Без обзира на врсту поплаве, границе плавног подручја морају се одредити хидрауличким прорачуном, користећи моделе линијског и/или раванског течења (у GIS окружењу).

ПРОЦЕНА ПОТЕНЦИЈАЛНЕ ШТЕТЕ (3)

Индикатори потенцијалне штете. Два параметра штете:

- **Највећа - максимална штета** (S_{\max}) је највећа процењена вредност имовине за дату немену површине. Реч је о горњој граници штете („тоталној штети“), која се не може остварити чак и у случају највећих поплава.
- **Фактор штете** (α) је индикатор могуће штете, изражен као проценат у односу на највећу штету S_{\max} . Променљивост овог параметра се дефинише помоћу **“функција штете”** – зависности између дубине плављења и штете за одређени тип намене површина.
- Новчани износ потенцијалне штете, сходно дефиницији наведених параметара, дефинише се као: $S = \alpha \cdot S_{\max}$.

ПРОЦЕНА ПОТЕНЦИЈАЛНЕ ШТЕТЕ (4)

Процена вредности имовине

Намена површине	Вредност имовине	Извор података
Насеља	објекти+инвентар+приватна возила	<ul style="list-style-type: none">• министарства• општина• статист. годишњаци• осигуравајућа друштва
Индустрија	објекти+инвентар	
Инфраструктура	путеви, пруге, мостови, насипи, пропуси	
Рурално подручје	пољопривредно земљиште (принос)	
	пашњаци, ливаде, шуме (принос)	

... пуно неизвесности !!!

ПРОЦЕНА ПОТЕНЦИЈАЛНЕ ШТЕТЕ (5)

Вредност имовине. Утврђује за сваки тип намене површине.

Урбана подручја (стамбени објекти, индустрија, инфраструктура итд.): вредност имовине (објеката и инвентара) два начина:

- вредност имовине по цени изградње или набавке
- вредност имовине по актуелној цени (применом дисконтног рачуна, кроз обрачун амортизације, осигурања и других трошкова, узима се у обзир променљива вредност капитала током времена).

Дефинисање **потенцијалне штете** подразумева одређивање:

1. површина свих типова намене [m^2];
2. вредности имовине за све површине [€];
3. вредности имовине по јединици површине (специфичне штете услед плављења [$€/m^2$]).

ПРОЦЕНА ПОТЕНЦИЈАЛНЕ ШТЕТЕ (6)

Обратити пажњу да су овако одређене штете од поплава **потенцијалне, а не стварне штете!** (Стварне штете се могу одредити само за поплаве из прошлости).

Ради о **директним материјалним** штетама. Индиректне штете (на пример, застој у саобраћају), као и негативни утицаји поплава у социјалној сфери (људске патње, губитак посла и др.), нису обухваћене, јер се тешко могу квантификовати.

ПРОЦЕНА ПОТЕНЦИЈАЛНЕ ШТЕТЕ (7)

(1) Вредност имовине у насељима. Обухвата вредност објеката, инвентара и приватних моторних возила.

- Вредност *објеката* [€] изражава се као просечна вредност појединачног типског објекта, или као вредност свих објеката у одређеном региону. Домаћинства се класификују према броју укућана, тако да се укупна приватна имовина може нормирати у новчаним јединицама по становнику [€/st].
- Вредност *инвентара* [€] (садржаја у објекту) може се проценити помоћу података осигуравајућих друштава, а како су ти подаци по правилу непотпуни, у процени ове ставке присутне су *велике неизвесности*.
- Вредност *приватних моторних возила* се процењује на основу броја домаћинства, или на основу података о регистрацији возила и њиховом осигурању. Просечна вредност моторних возила се обично претпоставља (на пример, аутомобил 10000 €, мотоцикл 3000 €).

Сабирајући претходно наведене вредности имовине, може се одредити **специфична вредност имовине** у насељима [€/m²].

ПРОЦЕНА ПОТЕНЦИЈАЛНЕ ШТЕТЕ (8)

(2) Индустрија и инфраструктура. Специфична вредност ове имовине може се срачунати ако се укупна вредност индустријских објеката (са инвентаром) и укупна вредност инфраструктуре подели са површином датог типа намене.

Подаци о вредности индустријских и инфраструктурних капацитета могу се потражити у званичним годишњим статистичким извештајима, или у одговарајућим министарствима.

ПРОЦЕНА ПОТЕНЦИЈАЛНЕ ШТЕТЕ (9)

(3) Земљиште. Три категорије: обрадиво земљиште, пашњаци/ливаде и шуме. Ова категоризација произилази из различитог степена „рањивости“ услед плављења.

- Основа за процену штета у категорији *“обрадиво земљиште”* је *просечни годишњи принос*. Вредност приноса се дефинише за сваку културу посебно и изражава у новчаним јединицама по јединици површине [€/ha].
- Годишња вредност имовине за категорију *“пашњаци/ливаде”* рачуна се под претпоставком да раст траве даје три „жетве“ годишње, па се на основу јединичне цене може срачунати укупна годишња цена.
(На пример, ако је укупни принос $50 \text{ m}^3/\text{ha}$, а јединична цена траве око 15 €/m^3 , годишња вредност износи: $50 \times 15 = 750 \text{ €/ha}$.)
- Вредност имовине за категорију *“шуме”* процењује се на основу вредности годишњег „приноса“ сировог дрвета. Листопадне шуме: 990 €/ha , четинарске шуме: 630 €/ha и мешовите шуме: $(990 + 630) / 2 = 810 \text{ €/ha}$.

ПРОЦЕНА ПОТЕНЦИЈАЛНЕ ШТЕТЕ (10)

Функције штете. Зависности између дубине плављења и вредности плављењем угрожене имовине – потенцијалне штете.

Функције штете, које имају вредности између 0 (нема штете) и 1 (тоталана штета, потпуни губитак имовине), карактерише:

- почетак (прва појава штете)
- највећа вредност (максимум функције)
- облик функције.

Могућа су два типа ових функција, заснованих на:

1. *стварним* штетама (регистрованим у прошлости)
2. *синтетичким* штетама.

ПРОЦЕНА ПОТЕНЦИЈАЛНЕ ШТЕТЕ (11)

Препоруке за израду синтетичих функција штете (нема опште прихваћеног приступа):

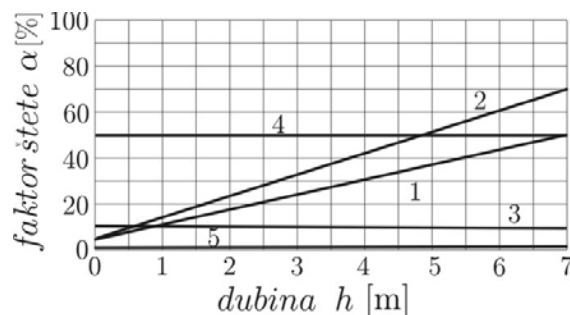
1. формирати класе објеката на основу њихове величине;
2. за сваку класу одабрати неколико репрезентативних стамбених објеката и проценити њихову вредност, као и вредност инвентара у тим објектима. Вредност штете се одређује на основу карактеристичних кота изнад и испод нивоа терена, при чему снимање на терену званично обавља акредитована геодетска служба;
3. осредњавањем штета на репрезентативним објектима, добија се меродавна вредност штете за сваку класу објеката, а узимањем у обзир пораст штете са дужином плављења, долази се до тражених функција штете.

ПРОЦЕНА ПОТЕНЦИЈАЛНЕ ШТЕТЕ (12)

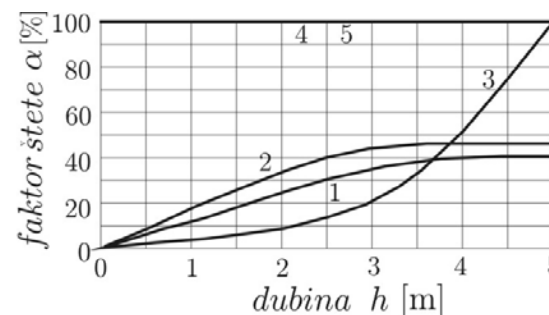
Функције штете које се користе у Немачкој (α - фактор штете [%], h - дубина [m])

Намена површина	Функција штете	
	IKSR (Рајна)	IKSE (Елба)
Насеља	$\alpha = 6,4 h + 4,9$	$\alpha = - 2 h^2 + 18 h$
Индустрија	$\alpha = 9,6 h + 6$	$\alpha = - 3,3 h^2 + 24,4 h$
Инфраструктура	$\alpha = 10$	$\alpha = 2 h^3 - 8 h^2 + 12 h$
Пољопривреда	$\alpha = 50$	$\alpha = 100$
Пашњаци/ливаде	$\alpha = 50$	$\alpha = 100$
Шуме	$\alpha = 1$	$\alpha = 100$

IKSR



IKSE



Функције штета од поплава у долини рака Рајне (лево) и Елбе (десно):

1 – насеља, 2 – индустрија, 3 – саобраћајна инфраструктура, 4 – пољопривреда, пашњаци/ливаде, 5 – шуме

ПРОЦЕНА ПОТЕНЦИЈАЛНЕ ШТЕТЕ (13)

Потенцијална годишња штета

Како су плавни догађаји случајног карактера, потенцијална штета се не може са сигурношћу предвидети. Може се само статистички проценити и изразити као **очекивана годишња штета**. Зависи од величине плавног подручја, дубине плављења и намене површина, *обухвата поплаве разних повратних периода, односно вероватноће појаве*:

$$\bar{S} = \int_{P_0}^{P_{\max}} S(P) dP \approx \sum_{i=1}^m \frac{S_i + S_{i+1}}{2} \cdot \Delta P_i \quad [\text{€}/\text{god}],$$

$S(P)$ – штета [€] услед плавног догађаја вероватноће појаве P ;

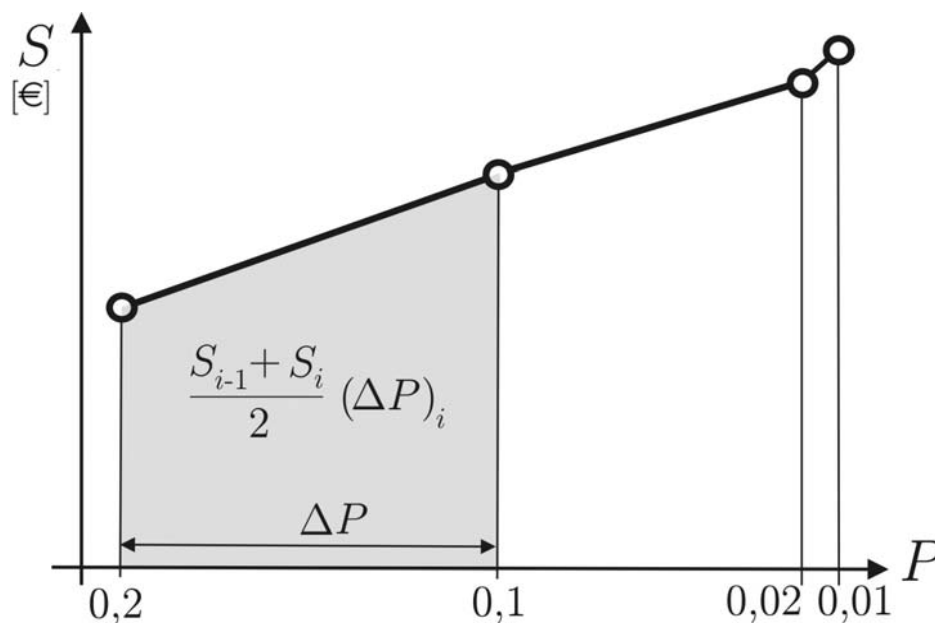
P_0 - вероватноће најмање поплаве која изазива штету [1/god];

P_{\max} – вероватноћа највеће разматране поплаве [1/god];

i - повратни период

ПРОЦЕНА ПОТЕНЦИЈАЛНЕ ШТЕТЕ (14)

Интеграл се решава нумерички, применом трапезног правила, из парова вредности (S_i, P_i) , где је m - укупни број плавних догађаја, док је инкремент вероватноће: $\Delta P_i = P_{i+1} - P_i$:



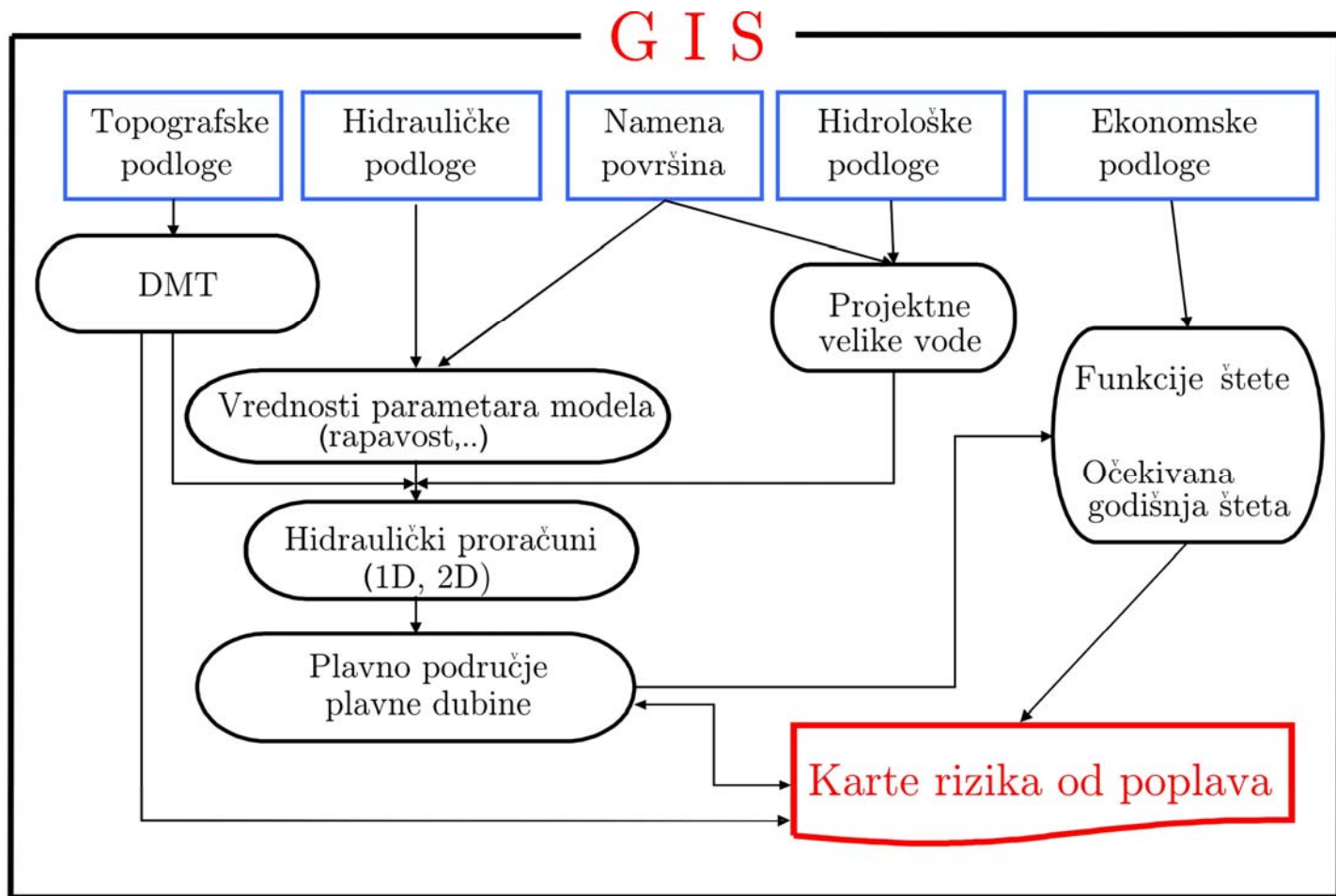
(границе $P_0 = 0,2$ и $P_{\max} = 0,01$ се усвајају)

ПРОЦЕНА ПОТЕНЦИЈАЛНЕ ШТЕТЕ (15)

Алгоритам за прорачун очекиване годишње штете:

1. Срачунају се потенцијалне штете за поплаве различитих вероватноћа (повратних периода).
2. За сваку од тих поплава, узимају се у обзир одговарајуће површине и дубине плављења. Користећи синтетичке функције штета, рачунају се специфичне штете за разне намене површина, а њиховим сабирањем, долази се до укупне потенцијалне штете за сваку од разматраних поплава.
3. Очекивана годишња штета се добија нумеричком интеграцијом функције потенцијалних штета

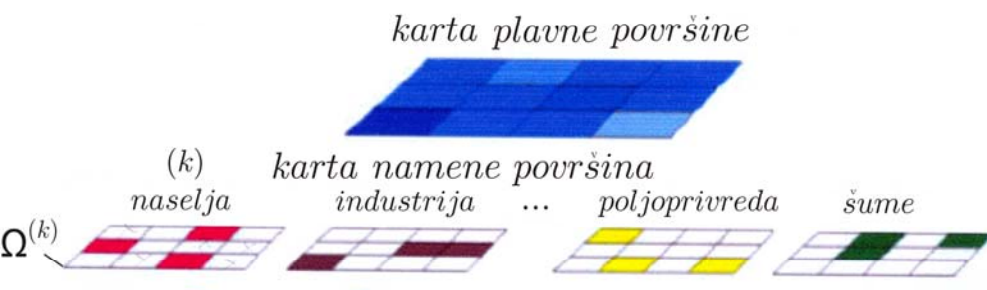
КАРТИРАЊЕ ШТЕТА И РИЗИКА (1)



Предност коришћења GISa у области заштите од поплава је да пружа *интегративно софтверско окружење* за све неопходне прорачуне (хидролошке, хидрауличке, економске, планерске)

КАРТИРАЊЕ ШТЕТА И РИЗИКА (2)

Начин прорачуна укупне потенцијалне штете за поплаву вероватноће $S(P)$:



Област се дискретизује правоугаоном мрежом, при чему једно поље мреже одговара јединичној површини.

Свака категорија намене површина (k) има своју мрежу.

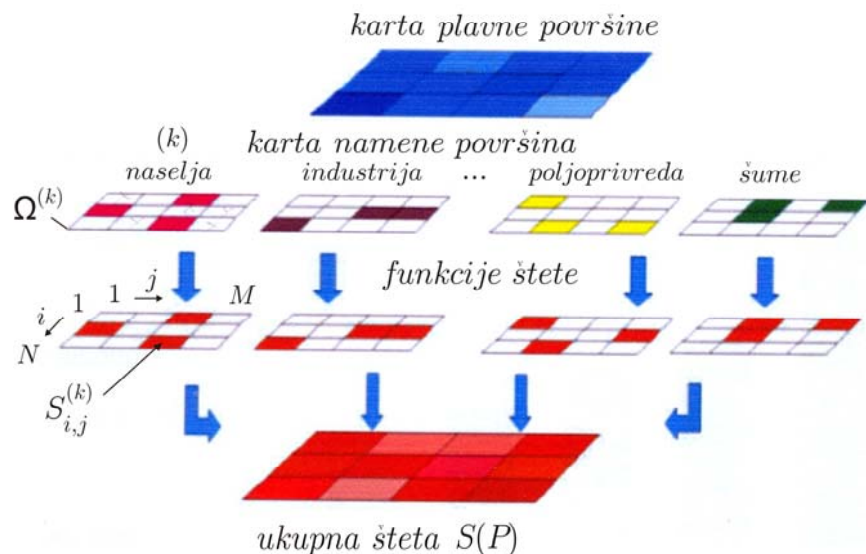
Специфична (јединична) вредност материјалних добара за дату намену површине:

$$V1^{(k)} = V^{(k)} / \Omega^{(k)} \quad [\text{din/m}^2]$$

$V^{(k)}$ – укупна вредност добара [din]

$\Omega^{(k)}$ – површина [m²] намене (k).

КАРТИРАЊЕ ШТЕТА И РИЗИКА (3)



Потенцијална специфична (јединична) на нивоу сваког поља:

$$S_{i,j}^{(k)} = \alpha_{i,j}^{(k)} \cdot V_1(k) \quad [\text{din/m}^2],$$

$\alpha_{i,j}^{(k)} = \alpha(h_{i,j})$ – фактор штете за дату намену површине;

$h_{i,j}$ – дубина воде у пољу (i,j) при поплави вероватноће P .

Укупна потенцијална специфична (јединична) штета за намену површине k :

$$S_1^{(k)} = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M S_{i,j}^{(k)} \quad [\text{din/m}^2]$$

Укупна потенцијална штета за намену површине k :

$$S^{(k)} = S_1^{(k)} \cdot \Omega^{(k)} \quad [\text{din}]$$

КАРТИРАЊЕ ШТЕТА И РИЗИКА (4)

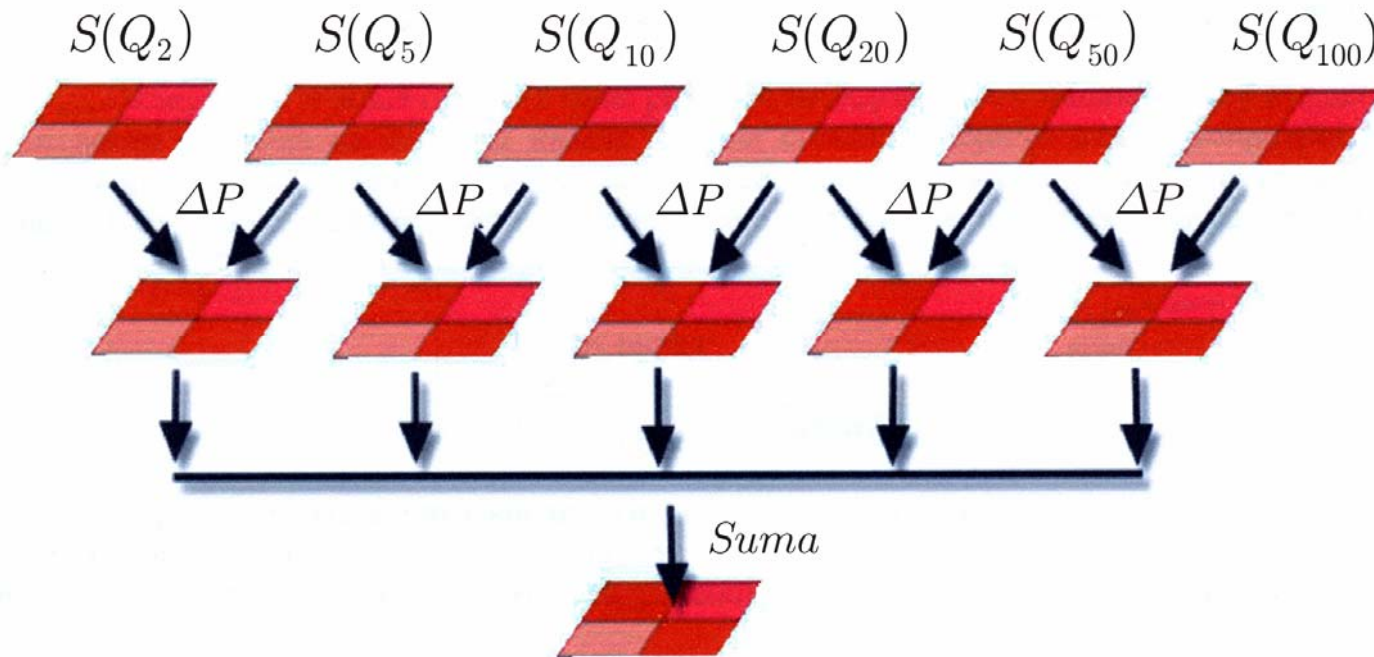
Сабирањем доприноса свих намена површина, добија се **потенцијална штета**, која се може исказати на два начина – као специфична (јединична) или укупна штета:

$$S(P) = \left\{ \begin{array}{ll} \sum_{k=1}^L S_1^{(k)} & [\text{€/m}^2] \\ \sum_{k=1}^L S^{(k)} & [\text{€}], \end{array} \right.$$

L - број свих категорисаних површина одређене намене

КАРТИРАЊЕ ШТЕТА И РИЗИКА (5)

На основу срачунатих штета за поплаве разних вероватноћа (повратних периода), може се срачунати очекивана годишња штета:



КАРТИРАЊЕ ШТЕТА И РИЗИКА (6)

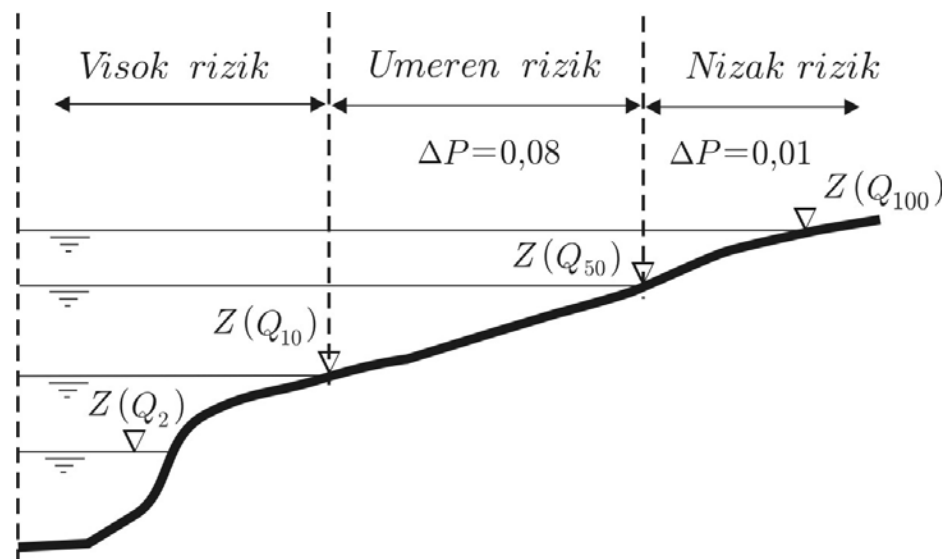
... картирање ризика до сада није стандаризовано !!

Постоји више могућих приступа дефиницији и картирању ризика:

- према учесталости поплава (картирање хазарда, нема квантифик. последице)
- према висини очекиване годишње штете
- према висини осигурања од поплава (ЕУ: праг високог ризика 1 €/m² god)

Категоризација ризика: три степена: „низак“, „умерен“ и „висок“ (приказ у бојама)

Степен ризика	Боја	Повратни период
низак	зелена	> 50 година
умерен	жута	10 - 50 година
висок	црвена	< 10 година



Прелиминарно картирање ризика:

комбинација карте хазарда и ризика

Степен ризика	Боја	Повратни период (год)	Број угрожених становника	Висина директне материјалне штете – “очекивана годишња штета” (дин/год)
низак	зелена	> 50	$< N1$	$< S1$
умерен	жута	10 - 50	$N1 - N2$	$S1 - S2$
висок	црвена	< 10	$> N2$	$> S2$

Проблеми: недостатак/неизвесност података; неопходна помоћ лок. институција!

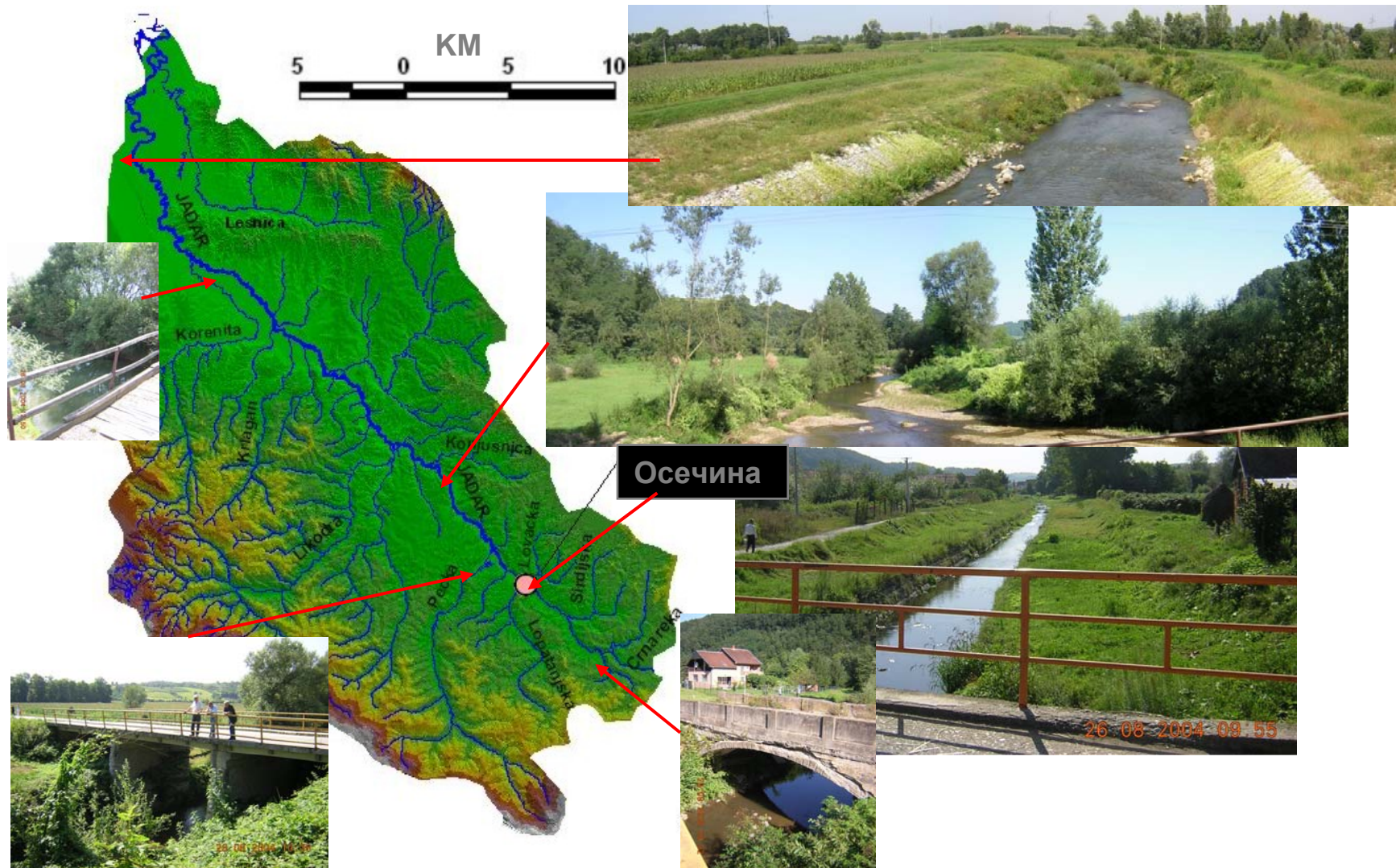
ИСКУСТВА ИЗ НАШЕ ПРАКСЕ – РЕКА ЈАДАР (1)



Десна притока Дрине, типичан је бујични водоток, познат по честим поплавама. Величина његовог слива је 878 km^2 , са вододелницом дужине $166,5 \text{ km}$

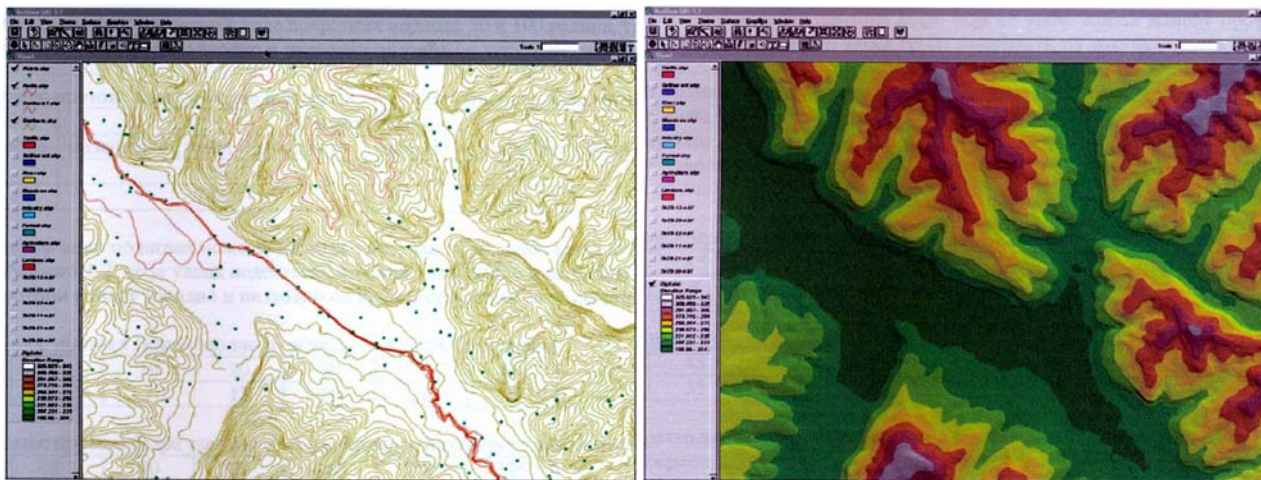
У горњем делу слива, Јадар има обележје бујичног водотока (уздужни нагиб корита $2,24 - 0,19 \%$), док у доњем делу слива, прима обележје алувијалног водотока (просечан нагиб: $0,12 \%$)

ИСКУСТВА ИЗ НАШЕ ПРАКСЕ – РЕКА ЈАДАР (2)



ИСКУСТВА ИЗ НАШЕ ПРАКСЕ – РЕКА ЈАДАР (3)

Топографски подаци. Ситуациони планови у размери 1:5000 за деоницу дужине 9 km, код Осечине. Скенирањем папирних карата, формиране су дигиталне карте у растер (TIF) формату, које су геореференциране. Затим је обављена векторизација и израда дигиталног модела терена (DMT)



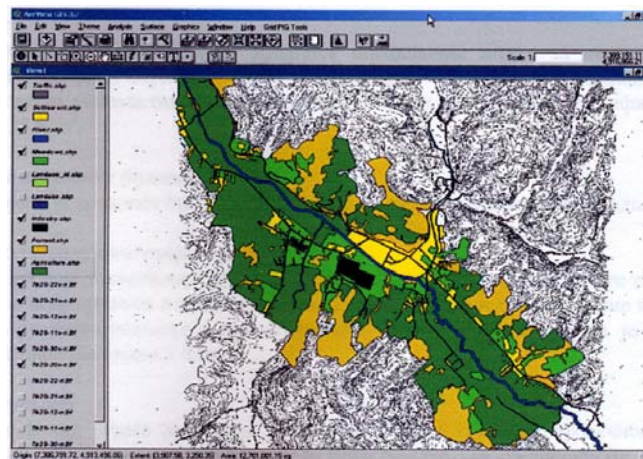
Типичан екран за приказ топографских подлога у софтверском пакету ArcView: лево: дигитизоване изохипсе, појединачне тачке и батиметрија речног корита; десно: дигитални модел терена (DMT), формиран помоћу неправилне мреже троугаоних елеменаата (TIN)

ИСКУСТВА ИЗ НАШЕ ПРАКСЕ – РЕКА ЈАДАР (4)

Подаци о намени површина. Користе у прорачунима површинског отицаја и за одређивање специфичне штете, а затим и очекиване годишње штете. Начин поделе подручја према намени површина: коришћена аерофотограметрија; фотографије су геореференциране и прилагођене размери 1:5000 помоћу одговарајућих карти афином трансформацијом са 4 карактеристичне тачке, помоћу специјализованог софтверских алата (Image Analyst ArcView)



геореференциране
аерофотографије и карте у
размери 1:5000



карта немене површина
формирана у алату ArcView

Сваком полигону додељена је одређена вредност хидрауличке рапавости, као и вредност фактора штете, или алтернативно, вредност специфичне штете.

ИСКУСТВА ИЗ НАШЕ ПРАКСЕ – РЕКА ЈАДАР (5)

Хидролошки подаци. Добијени су статистичком обрадом снимљених нивоа у вишегодишњем периоду на хидролошкој станици низводно од разматране деонице, при чему су статистички одређене и криве протока за сваку притоку Јадра. Велике воде су дефинисане у зависности од повратног периода; на пример, 50-годишња велика вода износи око 100 m³/s, а 100-годишња, око 130 m³/s

Хидраулички подаци. Вредности коефицијента рапавости калибрисане су за главно речно корито, док су за инундације, процењене индиректно, помоћу фотографија снимљених током обиласка терена. У подлоге спадају и подаци о мостовима, прикупљени у току обиласка терена.

ИСКУСТВА ИЗ НАШЕ ПРАКСЕ – РЕКА ЈАДАР (6)

Економски подаци. Од интереса су два основна економска параметра:

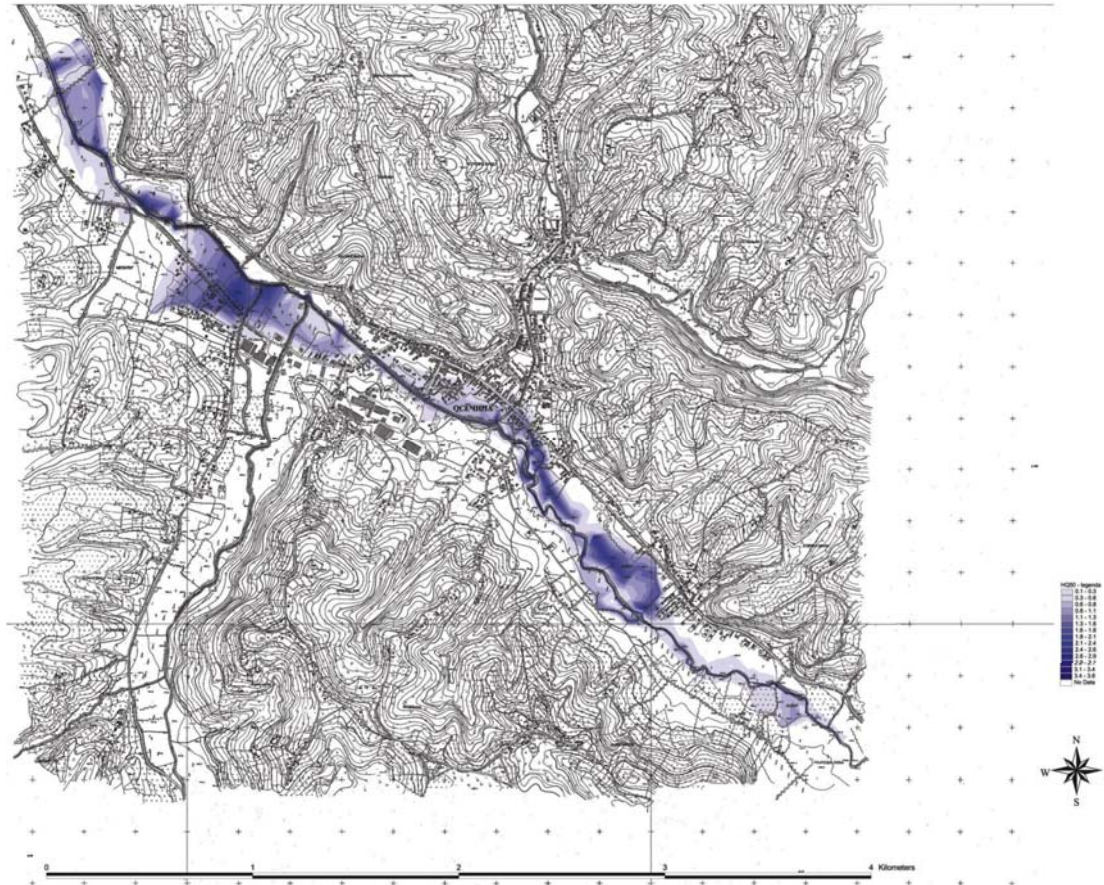
- S_{\max} - највећа специфична штета по јединици површине;
- α – фактор штете = процентуални износ највеће штете у зависности од дубине плављења и намене површина.

Специфична штета. За сваку категорију намене површина ова штета је рачуната је на основу вредности добара и приноса по јединици површине.

- **насеља: 50 €/m²;**
- **индустрија: 35 €/m²;**
- **саобр. инфраструктура: 15 €/m²;**
- **пољопривреда: 1 €/m²;**
- **пашњаци и ливаде: 1 €/m²;**
- **шуме: 1 €/m².**

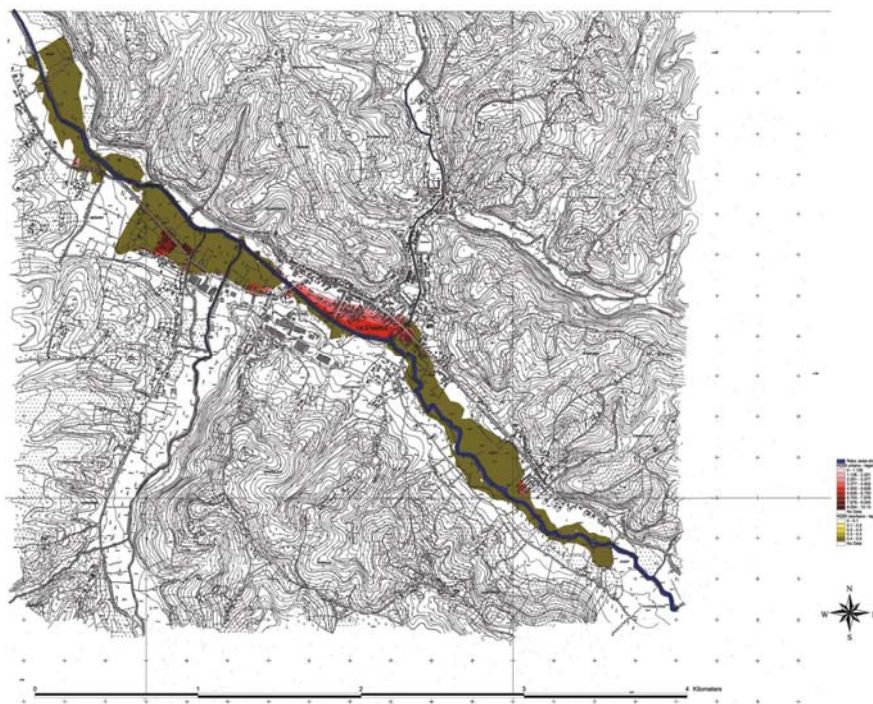
ИСКУСТВА ИЗ НАШЕ ПРАКСЕ – РЕКА ЈАДАР (7)

Плавно подручје. Границе плавног подручја одређене су на основу прорачуна устаљеног линијског течења за све велике воде дефинисане хидролошким подлогама. Пример: **плавна зона пов.периода 50 год.**



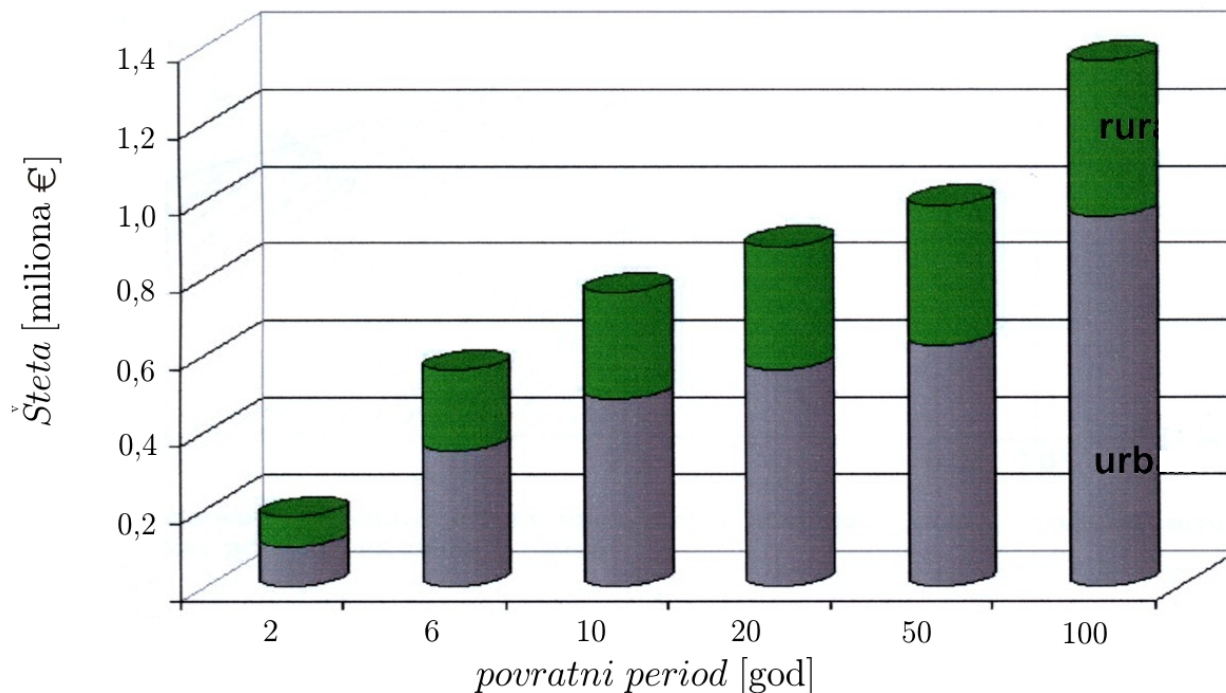
ИСКУСТВА ИЗ НАШЕ ПРАКСЕ – РЕКА ЈАДАР (8)

Потенцијалне штете. Обрада резултата у GISy на мноштву јединичних површина, при чему је свакој придружен скуп атрибута са информацијама о намени, дубини плављења, специфичној штети итд. Укупна штета [€] добијена је сабирањем штета по свим јединичним површинама одређене намене. На тај начин су срачунате потенцијалне штете за повратне периоде: 2, 10, 50 и 100 година. Пример: **потенц. штета за пов.период 50 год.**



ИСКУСТВА ИЗ НАШЕ ПРАКСЕ – РЕКА ЈАДАР (9)

Релативни однос потенцијалних штета за разматрано **урбано** и **рурално** подручје слива реке Јадар:

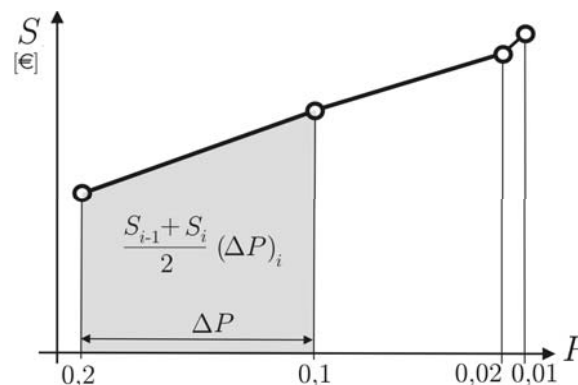


штете на урбаном подручју су веће, што није само последица већих специфичних штета, већ и наглог пораста вредности фактора штете са дубином плављења, док фактори штете за рурално подручје углавном не зависе од дубине плављења.

ИСКУСТВА ИЗ НАШЕ ПРАКСЕ – РЕКА ЈАДАР (10)

Прорачун очекиване годишње штете:

T_i [god]	P_i [1/god]	ΔP_i [1/god]	Q [m ³ /s]	$S(P_i)$ [€]	$S_i = \Delta P_i$ [€/god]	$\sum S_i = \Delta P_i$ $\times 10^3$ [€/god]
2	0,50		23	182231		
		0,30			111184	111,18
5	0,20		46	558997		
		0,10			66020	177,20
10	0,10		63	761407		
		0,05			41074	218,28
20	0,05		80	881534		
		0,03			28048	246,33
50	0,02		104	988338		
		0,01			11766	258,09
100	0,01		126	1364896		



порастом повратног периода (а смањењем вероватноће појаве), штете расту, али са све мањим прираштајима ΔP . Услед значајног опадања овог прираштаја, практично није неопходно рачунати са повратним периодима већим од 100 година.

ИСКУСТВА ИЗ НАШЕ ПРАКСЕ – РЕКА ЈАДАР (11)

Картирање ризика. Зонирање ризика засновано је на хидролошко-хидрауличким критеријумима, као и очекиваној *специфичној годишњој штети* [€/ (m² god)]. Ова штета је рачуната за сваку намену површине, урбаног и руралног подручја.

За процену вредности фактора штете у насељима и индустрији, три степена ризика дефинисана су дубином плављења у месту Осечина: $h_{2-10}=2,65$ m, $h_{10-50}=3,27$ m и $h_{50-100}=3,65$ m.

Висина специфичне годишње штете зависи од дубине плављења, тако да се може графички приказати просторни распоред штете за сваки повратни период.

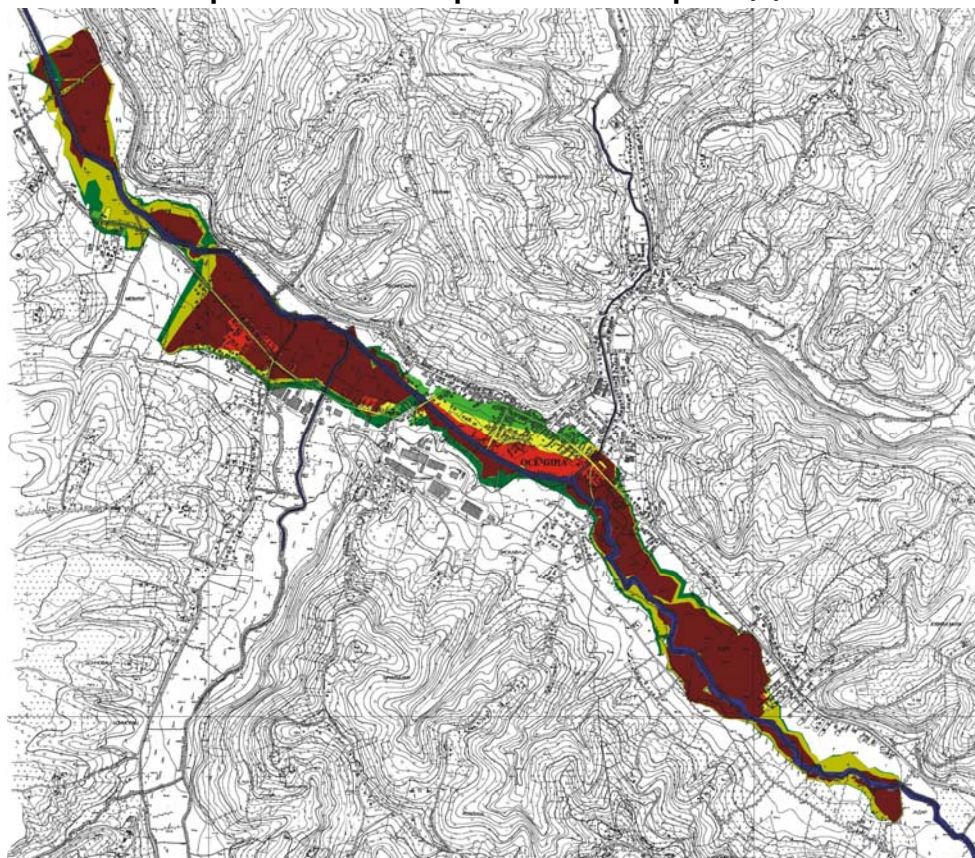
ИСКУСТВА ИЗ НАШЕ ПРАКСЕ – РЕКА ЈАДАР (12)

„Прекалапајући“ карте штета и плавних повшина,
одређене су границе ризика

Степен ризика	Урбано подручје насеља индустрија инфраструктура	Рурално подручје пољопривред. земљиште пашњаци и ливаде шуме
	[€/ (m ² god)]	
Низак	0 – 0,144	0 – 0,005
Умерен	0,144 – 1,192	0,005 – 0,045
Висок	> 1,192	> 0,045

ИСКУСТВА ИЗ НАШЕ ПРАКСЕ – РЕКА ЈАДАР (13)

Наведена 3 степена ризика – „низак“, „умерен“ и „висок“ приказани су различитим бојама. Ова карта, намењена широј јавности, у себи обједињује поплаве разних повратних периода.



*Urbano
područje*

Green	<i>Nizak</i>
Yellow	<i>Umeren</i>
Red	<i>Visok</i>
White	<i>Neodredjen</i>

*Ruralno
područje*

Green	<i>Nizak</i>
Yellow	<i>Umeren</i>
Red	<i>Visok</i>
White	<i>Neodredjen</i>

ИСКУСТВА ИЗ НАШЕ ПРАКСЕ – ТОПЧИДЕРСКА РЕКА (1)



$$Q_{200}=108 \text{ m}^3/\text{s}, Q_{500}=130 \text{ m}^3/\text{s}, Q_{1000}=146 \text{ m}^3/\text{s}$$

ИСКУСТВА ИЗ НАШЕ ПРАКСЕ – ТОПЧИДЕРСКА РЕКА (2)

За разматрано подручје израђен је DMT у програмском пакету ArcView GIS. Према намени површина, уведене су следеће категорије:

- насеља
- саобраћајна инфраструктура
(пруга, општински и некатегорисани путеви)
- пољопривредно земљиште
- травнате површине

Ова подела је коришћена хидролошком прорачуну површинског отицаја, а у хидрауличкој анализи, за процену вредности Манинговог коефицијента отпора у инундацијама.

ИСКУСТВА ИЗ НАШЕ ПРАКСЕ – ТОПЧИДЕРСКА РЕКА (3)

Специфичне штете. За сваку област одређене намене, срачунате су потенцијалне јединичне штете, као количник укупне вредности материјалних добара и површине те области.

ИСКУСТВА ИЗ НАШЕ ПРАКСЕ – ТОПЧИДЕРСКА РЕКА (4)

Насеља. 273 релативно нова стамбена објекта. За **репрезентативан објекат** је изабрана породична кућа површине 200 m², са ценом изградње од 950 €/m².

Цена објекта увећана је за 15 % да би се обухватила вредност окућница и помоћних објеката.

Претпостављена вредност покретне имовине по јединици површине стамбеног простора (кућног „инвентара”) износи 600 €/m²

Претпостављено је да свака породична кућа има бар једно путничко возило. Вредности свих материјалних добара процењене су према њиховој *тренутној* вредности

ИСКУСТВА ИЗ НАШЕ ПРАКСЕ – ТОПЧИДЕРСКА РЕКА (5)

Прорачун специфичне штете за насељене површине у сливу Топчидерске реке:

(1)	Површина под стамбеним објектима	289908,06	m ²
(2)	Број објеката	273	-
(3)	Просечна површина објекта	200	m ²
(4)	Јединична цена изградње објекта	950	€/m ²
(5)	Просечна вредност објекта $1,15 \times (3) \times (4)$	218500	€
(6)	Вредност непокретне имовине (објеката) $(2) \times (5)$	59650500	€
(7)	Просечна јединична вредност стамбеног инвентара	600	€/m ²
(8)	Вредност стамбеног инвентара $(2) \times (3) \times (7)$	32760000	€
(9)	Број приватних моторних возила	273	-
(10)	Просечна вредност возила	15000	€
(11)	Вредност приватних моторних возила $(9) \times (10)$	4095000	€
(12)	Вредност покретне имовине $(8)+(11)$	36855000	€
(13)	Укупна вредност материјалних добара $(6)+(12)$	96505500	€
(14)	Специфична (јединична) штета $(13)/(1)$	332,88	€/m ²

ИСКУСТВА ИЗ НАШЕ ПРАКСЕ – ТОПЧИДЕРСКА РЕКА (6)

Саобраћајна инфраструктура. Ова категорија намене површина обухвата железничку пругу, општинске и некатегорисане путеве.

Претпостављено је да је цена реконструкције поплавом оштећене саобраћајне инфраструктуре приближно једнака цени њене изградње (сведене на m^2):

- железничка пруга: 583 €/m²
- општински путеви: 160 €/m²
- некатегорисани путеви: 10 €/m²

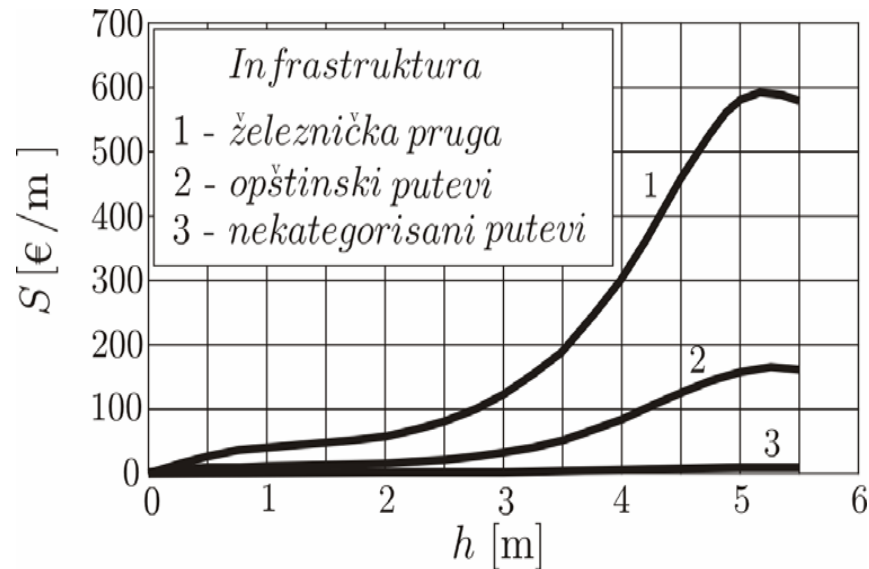
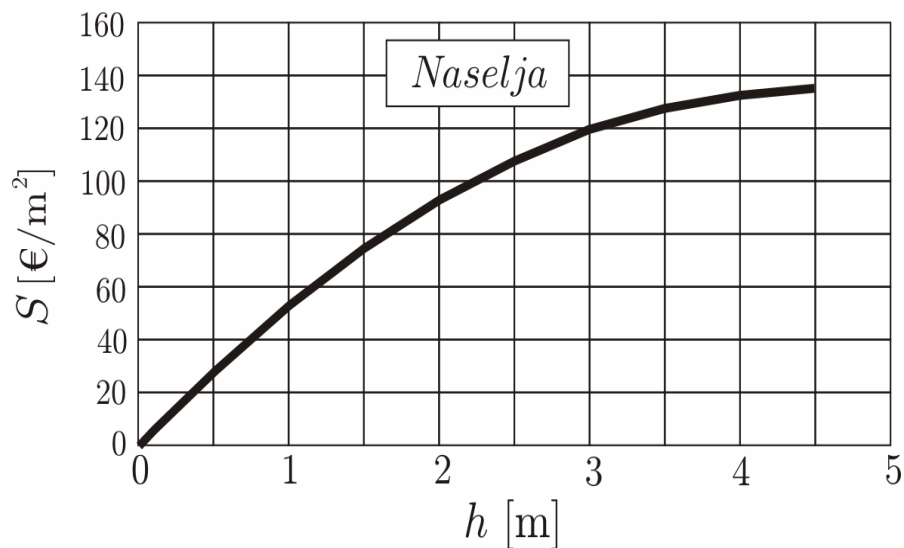
ИСКУСТВА ИЗ НАШЕ ПРАКСЕ – ТОПЧИДЕРСКА РЕКА (7)

Земљиште. Имајући у виду неке европске податке и домаће цене пољопривредних култура, усвојена је јединична штета за:

- пољопривредне површине: 23 €/m^2
- травнате површине: $0,1 \text{ €/m}^2$

ИСКУСТВА ИЗ НАШЕ ПРАКСЕ – ТОПЧИДЕРСКА РЕКА (8)

Функције штете. У насељеној области према фактору штете IKSE, јер је тај фактор изведен статистичком обрадом великог броја података о стамбеним објектима приградског типа (породична кућа са окућницом). Исто за саобраћајну инфраструктуру:



Пример: за дубину од 1,0 m, према IKSE износи $\alpha = 16$ %, што даје $0,16 \times 332,88 = 53,26$ €/m².

ИСКУСТВА ИЗ НАШЕ ПРАКСЕ – ТОПЧИДЕРСКА РЕКА (9)ц

Функција штете за пољопривредно земљиште формирана је према IKSР функцији, јер је процењено да ова функција више одговара нашим условима.

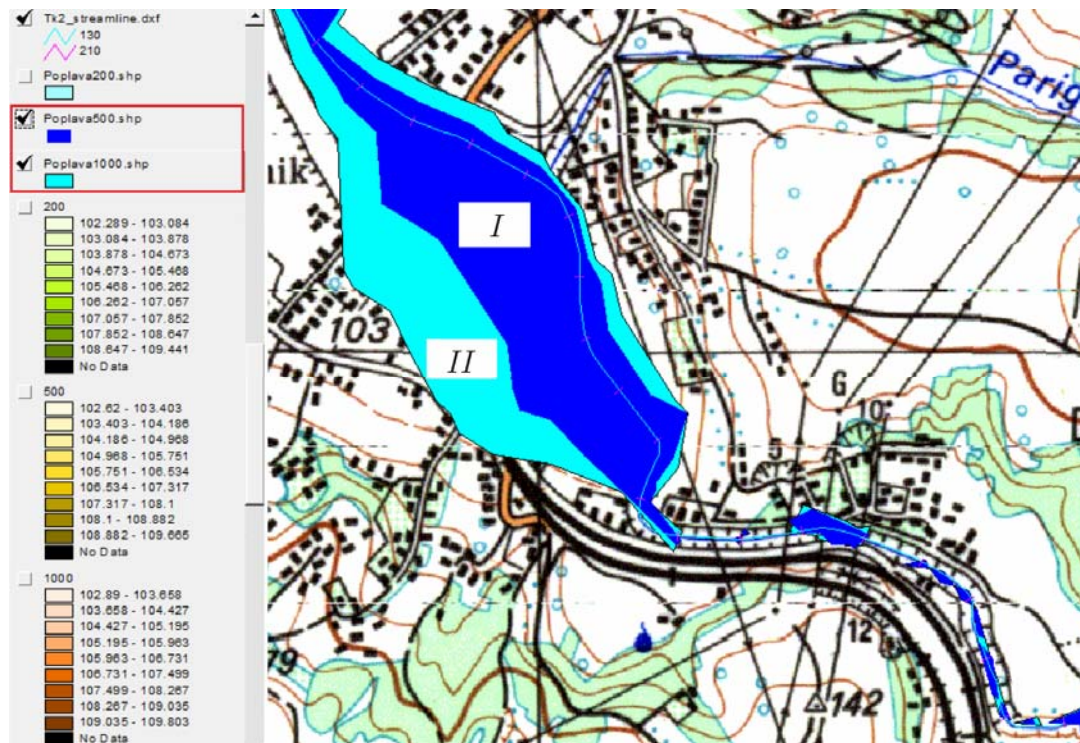
Фактор IKSР има константну вредност 50 % *при свим дубинама воде.*

Јединична штета:

- пољопривредно земљиште: 11,5 €/m²
- травнате површине: 0,05 €/m²

ИСКУСТВА ИЗ НАШЕ ПРАКСЕ – ТОПЧИДЕРСКА РЕКА (10)

Плавно подручје. Прорачун устаљеног течења (HEC-RAS):

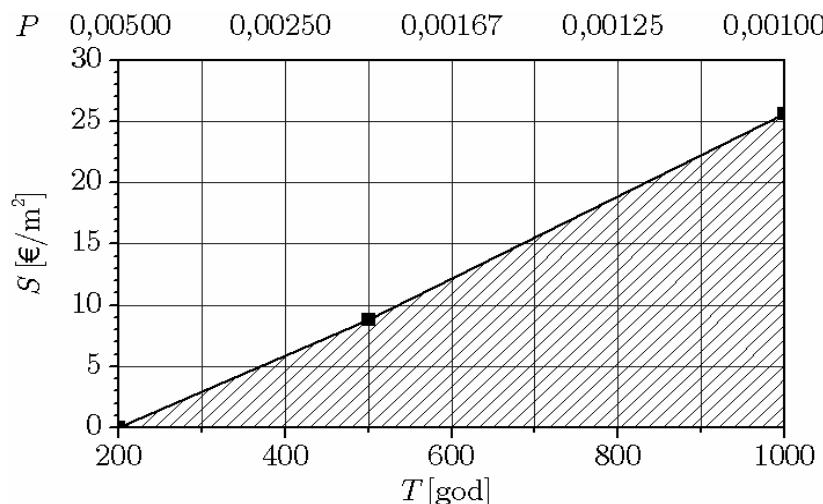


I - област плављења при таласима повратних периода 500 и 1000 година,
II - област која се плави само при таласу повратног периода 1000 година.

Просечна дубина плављења: *I*: 0,16 m при Q_{500} , а 0,45 m при Q_{1000} ; *II*: 0,15 m при Q_{1000}

ИСКУСТВА ИЗ НАШЕ ПРАКСЕ – ТОПЧИДЕРСКА РЕКА (11)

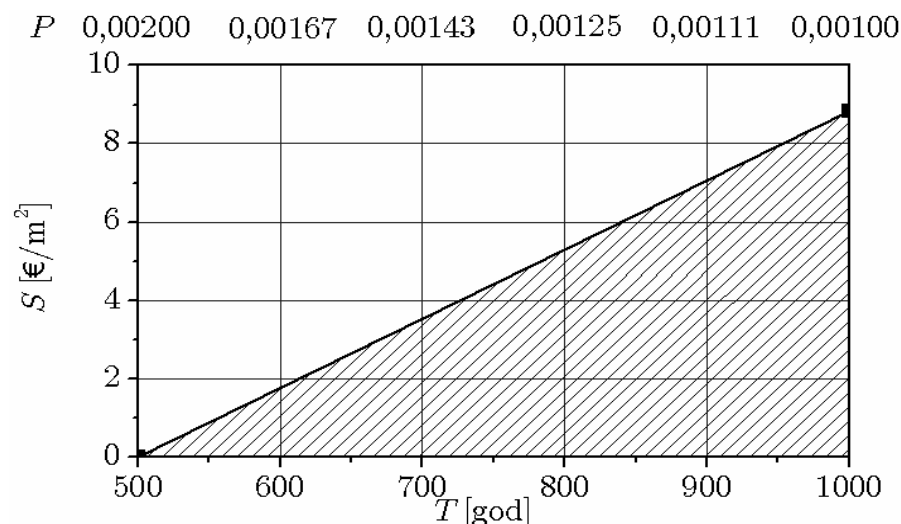
Очекивана годишња штета. На основу срачунатих просечних дубина плављења и функција потенцијалних јединичних штета, формиране су функције очекиване специфичне годишње штете:



област *I* се плави са штетама:

$$S(Q_{500}, h=0,15) = 8,838 \text{ €/m}^2$$

$$S(Q_{1000}, h=0,45) = 25,615 \text{ €/m}^2$$



област *II* се плаи са штетом:

$$S(Q_{1000}, h=0,15) = 8,838 \text{ €/m}^2$$

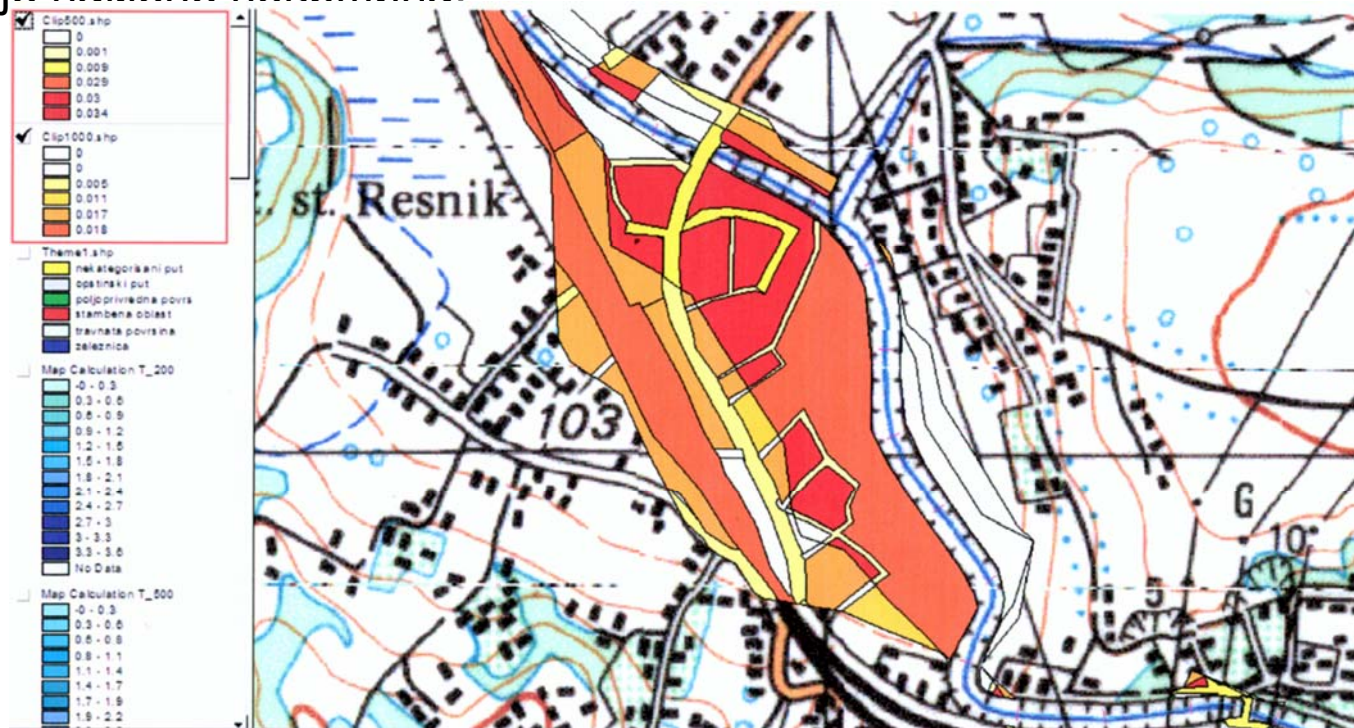
ИСКУСТВА ИЗ НАШЕ ПРАКСЕ – ТОПЧИДЕРСКА РЕКА (12)

Интеграцијом (трапезним правилум) добија се очекивана јединична годишња штета за насељено подручје, по плавним областима:

$$I: S(P)=0,03048 \text{ €/}(\text{m}^2 \text{ god})$$

$$II: S(P)=0,00441 \text{ €/}(\text{m}^2 \text{ god})$$

На сличан начин се могу одредити очекиване годишње штете и за остале категорије намене површина.

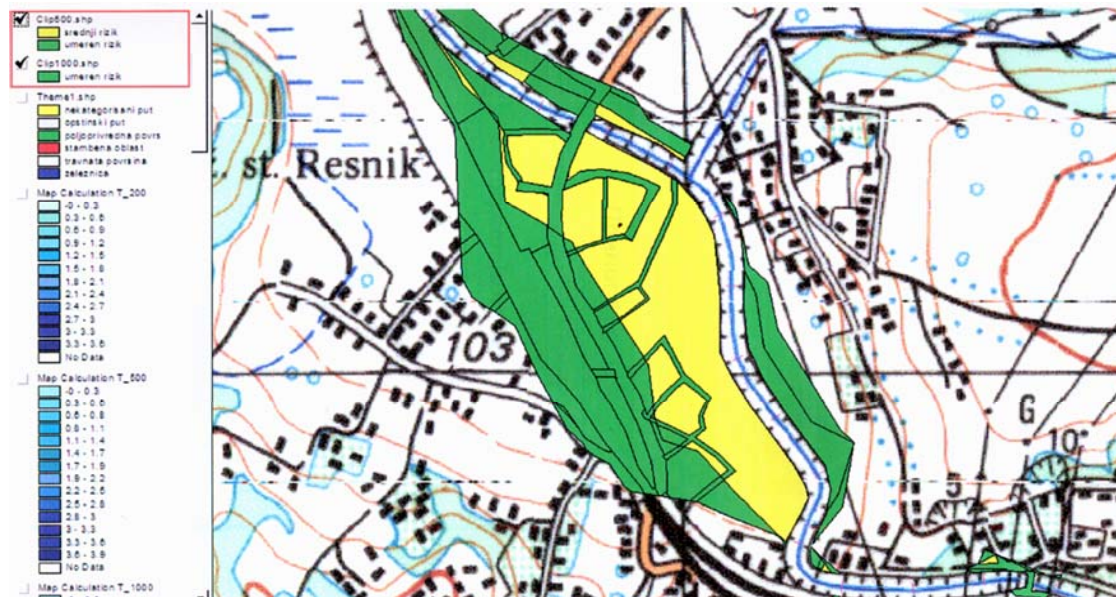


ИСКУСТВА ИЗ НАШЕ ПРАКСЕ – ТОПЧИДЕРСКА РЕКА (13)

Картирање ризика. У овом случају границе појединих зона ризика дефинисане су **висином осигурања** за покривање ризика од поплава:

Класификација ризика у насељеном подручју и на површинама које подпадају под саобраћајну инфраструктуру (европске норме):

- као праг умереног ризика: $0,03 \text{ €/}(\text{m}^2 \text{ god})$
- праг високог ризика: $1 \text{ €/}(\text{m}^2 \text{ god})$



ЗАКЉУЧЦИ (1)

1. Картирање плавних подручја, штета и ризика од поплава представља једну од најважнијих неинвестиционих мера заштите од поплава.

Два су предуслова за реализацију ове мере:

(а) прорачун великих вода разних повратних периода и дефинисање плавних површина и дубина плављења и

(б) одређивање потенцијалне штете – вредности имовине угрожене поплавама, за површине разних намена.

ЗАКЉУЧЦИ (2)

2. Утврђивање вредности имовине је нарочито сложено (и скупо) у урбаним условима, јер захтева прикупљање података на терену. На основу ових података могу се конструисати синтетичке функције штета за поједине намене површина урбаних и руралних подручја.

3. Немачке функције штета, прилагођене нашим условима, чини се дају реалне резултате, али ипак, могу бити само углед за функције које код нас тек треба дефинисати, најпре за приобаља највећих река и река које карактеришу честе поплаве и велике штете.

4. Очекивана годишња штета је важан параметар ризика, јер обухвата поплаве различитих повратних периода. Зонирање ризика може се обавити по критеријуму повратних периода и одговарајућих штета, или алтернативно, према висини осигурања.

5. Код нас се за сада могу само користити критеријуми осигурања европских земаља - нужно установити критеријуме који одговарају нашим условима.