

Geoprostorne analize ranjivosti obalnih područja u kontekstu klimatskih promjena

dr.sc. Martina Baučić

Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije Sveučilište u Splitu
studenzi, 2021

- Pojam hazarda, osjetljivosti, ranjivosti, rizika.....
- Metode za procjenu ranjivosti obalnih područja
- Primjeri procjena – GIS analiza ranjivosti obalnih područja
- Ključne geoprostorne varijable za procjenu ranjivosti obala

Hazard, izloženost, osjetljivost, ranjivost, rizik, otpornost....



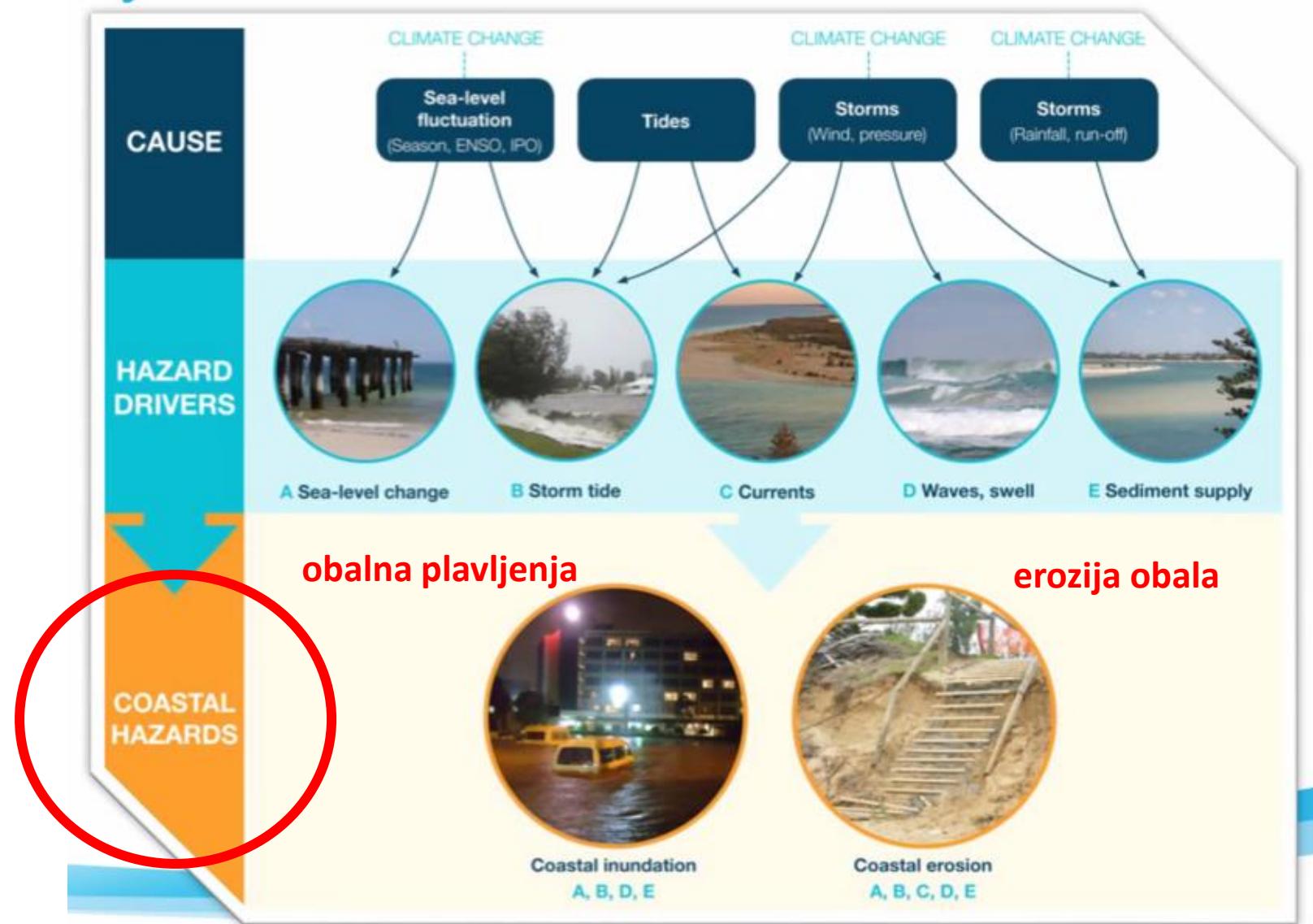
Hazard, izloženost, osjetljivost, ranjivost, rizik, otpornost....

Hazard/opasnost

- opasna pojava/ljudska aktivnost koja može ugroziti zdravlje i živote ljudi, napraviti štetu prirodnom okolišu i na materijalnim dobrima (poplave, suše, požari, industrijske nesreće....)

Izloženost hazardu

- karakteristike hazarda definiraju izloženost nekog sustava štetama npr. brzina vode i njena dubina na poplavnom području govore što je sve izloženo i kakvim opasnostima



Hazard, izloženost, osjetljivost, ranjivost, rizik, otpornost....

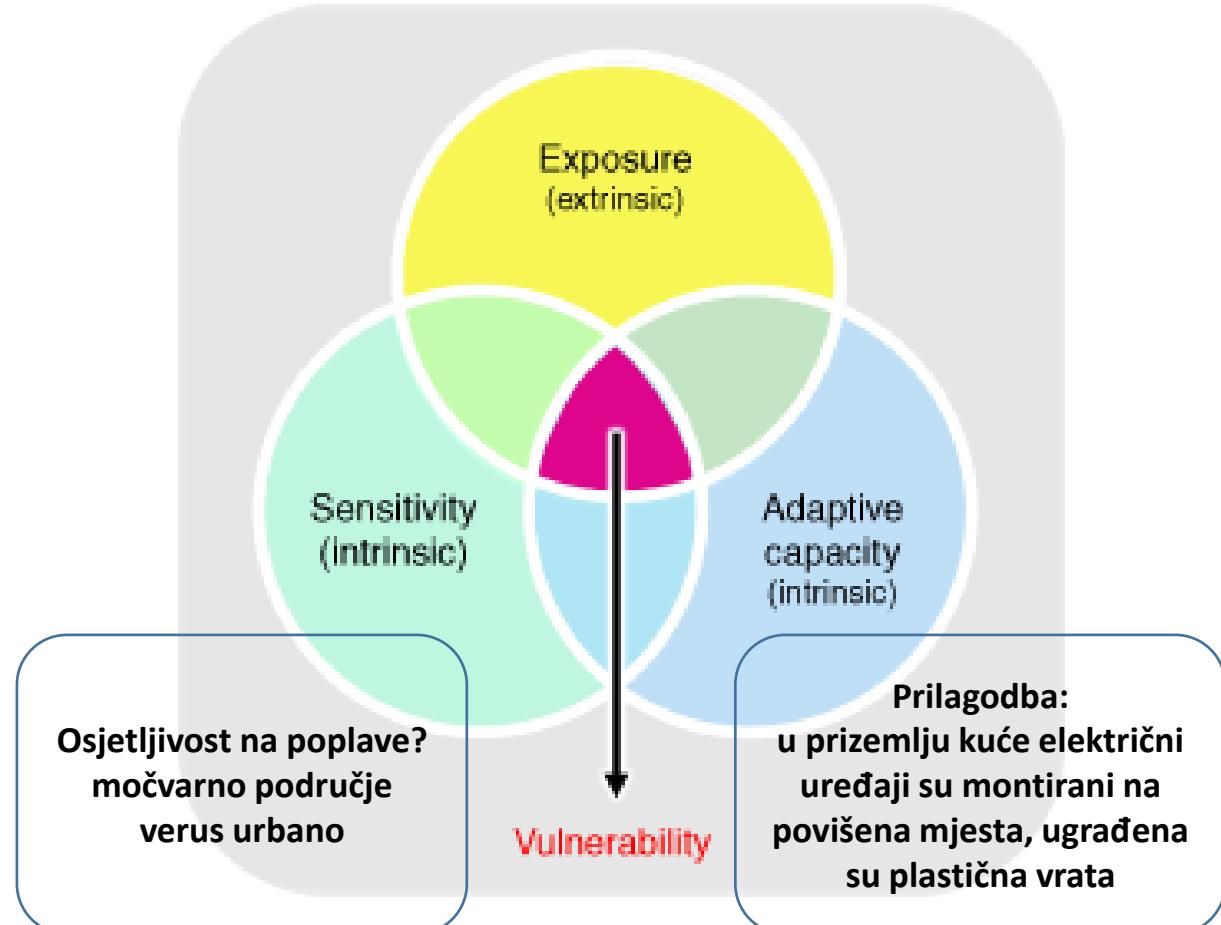
Osjetljivost – unutarnja svojstva živog i neživog svijeta koja određuju veličinu šteta/ugroza od hazarda

Kapacitet prilagodbe – prošireni pojam osjetljivosti koji uključuje primjenu određenih mjera da se štete smanje

Ranjivost – funkcija izloženosti hazardu te osjetljivosti i kapaciteta prilagodbe.

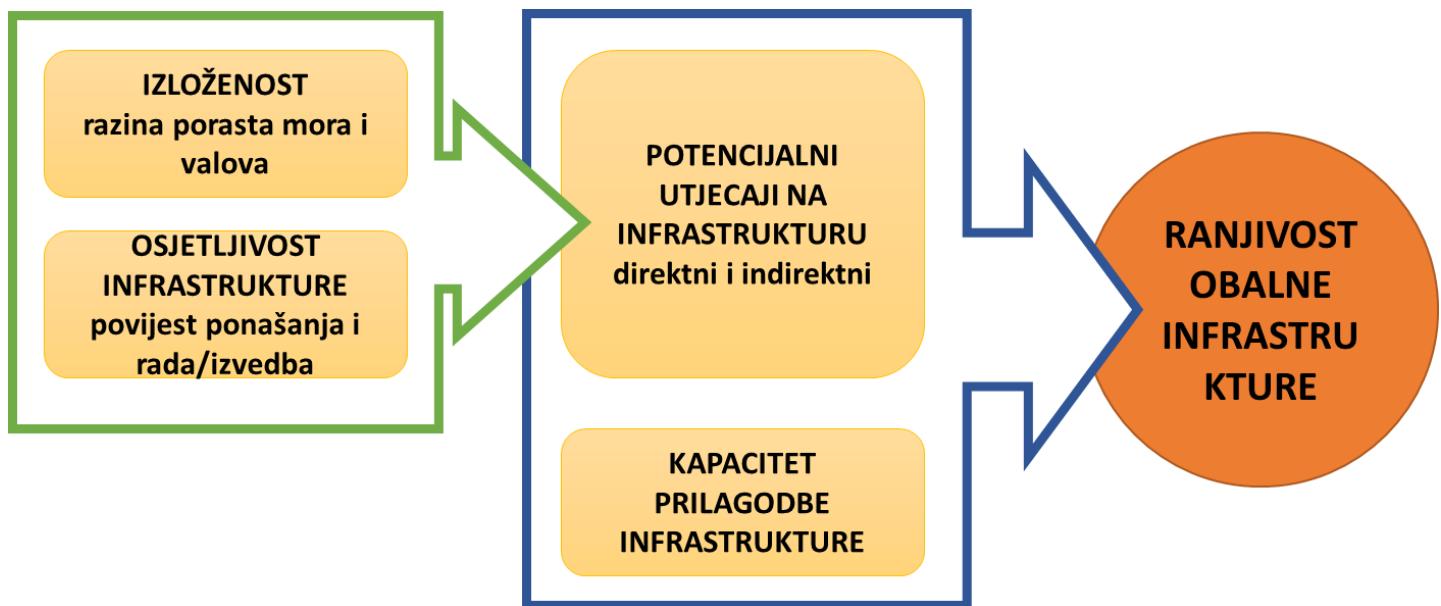
“**fizička ranjivost**” - procjenjujemo ranjivost na materijalnim dobrima i broju obuhvaćenih ljudi

“**socijalna/društvena ranjivost**” - identificiraju se najranjivije skupine ljudi temeljem procjena siromaštva, pristupa hrani, stanovanju....



Hazard, izloženost, osjetljivost, ranjivost, rizik, otpornost....

GIS analiza ranjivosti obalne infrastrukture u Šibensko-kninskoj županiji



OSJETLJIVOST – MOGUĆNOST PRILAGODE

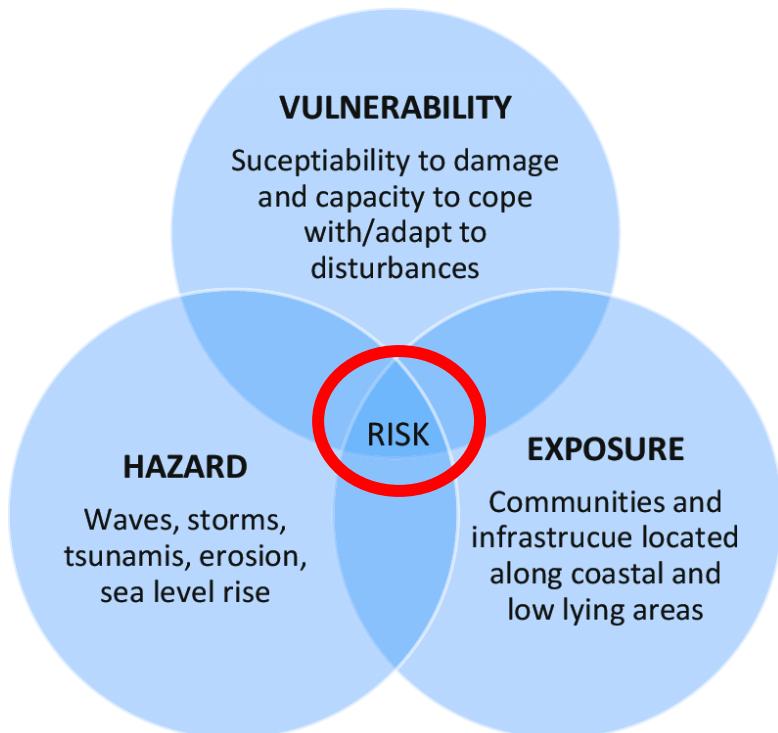
GIS baza je proširena s indeksima ranjivosti za sve tipove infrastrukture

Indeks	Iz kojeg atributa nastaje	1 (min ranjivo)	2	3	4	5 (max ranjivo)
I_PC	Profil cijevi (podaci idu od 10-700)	Manje od 100	100-200	200-300	300-400	Više od 400
I_GI	Godina izgradnje linije 1926-2020	2010-2020	2000-2010	1990-2000	1980-1990	Prije 1980
I_M	Materijal cijevi Sintetički materijali ali postoje	Ductil	čelik	Azbest cement	Lj. željezo	
I_KO	Korozivna zaštita					Ne postoji
I_KA	Katodna zaštita	Postoji i radi		Nepouzdan rad		Ne postoji

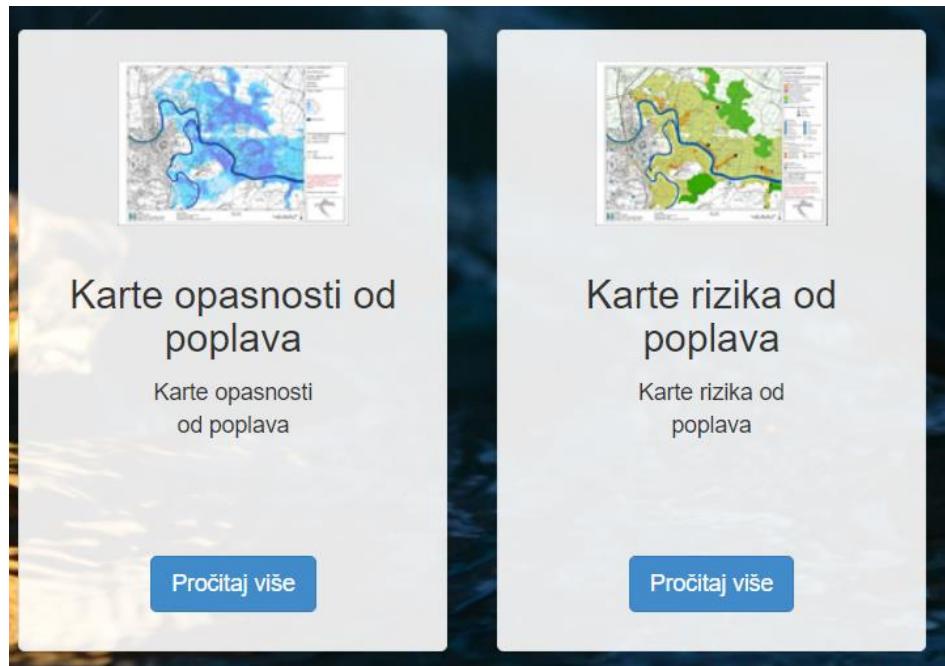
Hazard, izloženost, osjetljivost, ranjivost, rizik, otpornost....

Rizik – vjerojatnost šteta/gubitaka, funkcija **vjerojatnosti hazarda** (hazard plus izloženost) i **ranjivosti**

Otpornost – svojstvo sustava da se odupre, apsorbira, prilagodi i oporavi od hazarda



<http://korp.voda.hr/>



“Karte opasnosti od poplava (zemljovidi) sadrže prikaz mogućnosti razvoja određenih poplavnih scenarija.”

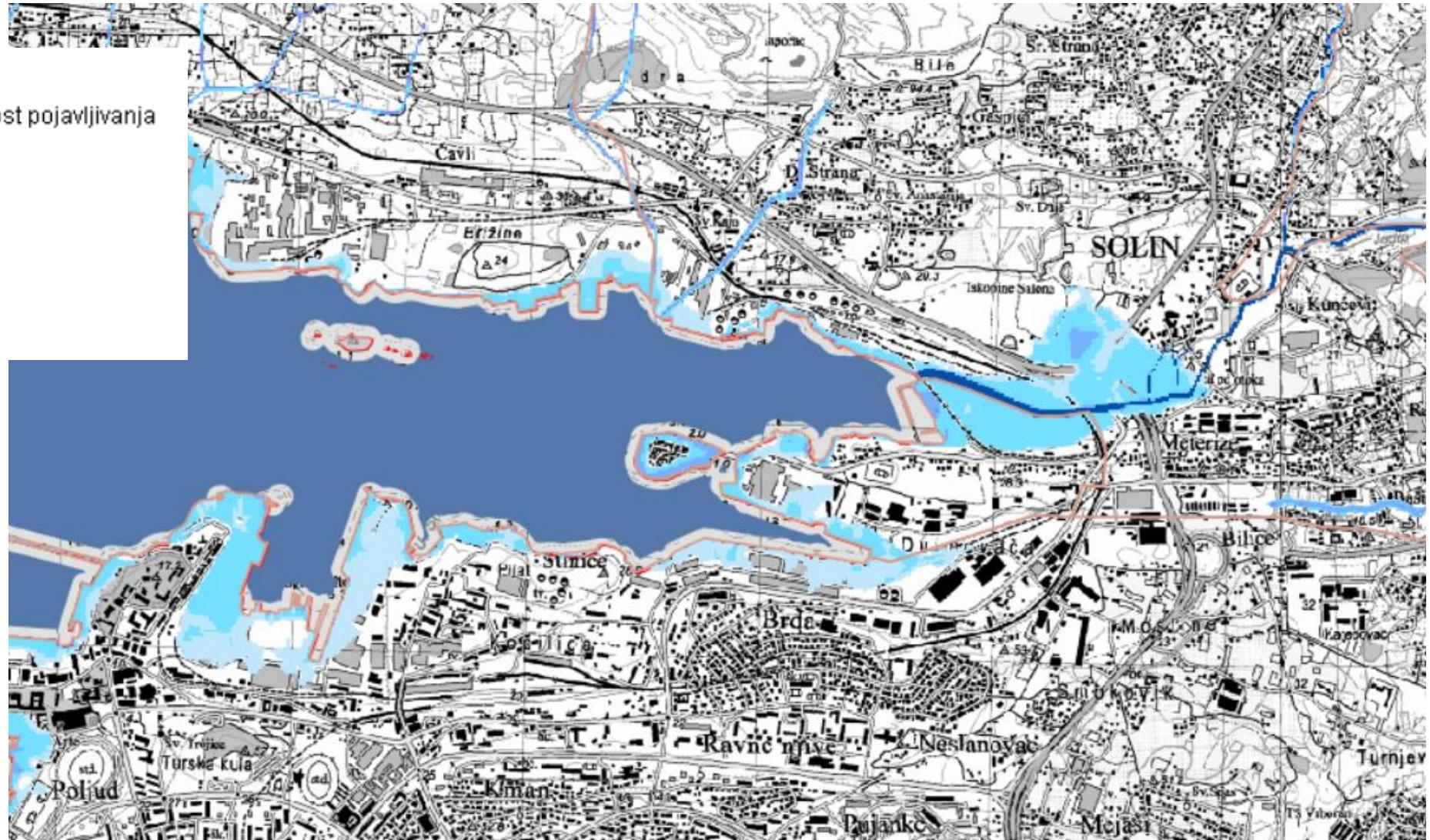
“Karte rizika od poplava sadrže prikaz mogućih štetnih posljedica razvoja scenarija prikazanih na kartama opasnosti od poplava.”

Opasnost od poplava (hazard)

Tumač znakova

Opasnosti od poplava, srednja vjerojatnost pojavljivanja

- Dubina < 0,5 m
- Dubina 0,5m - 1,5 m
- Dubina 1,5 m - 2,5 m
- Dubina > 2,5 m
- Stalne vodene površine



Rizik od poplava (vjerojatnost izloženosti plus ranjivost)

Tumač znakova

BROJ UGROŽENOG STANOVNIŠTVA PO NASELJIMA:

manje od 100 100-1000 više od 1000

KORIŠTENJE ZEMLJIŠTA UNUTAR POPLAVNOG PODRUČJA:

- naseljeno područje
- sportski i rekreacijski sadržaj
- područje gospodarske namjene
- intenzivna poljoprivreda
- ostala poljoprivreda
- šume i niska vegetacija
- močvare i oskudna vegetacija
- vodene površine

INFRASTRUKTURA:

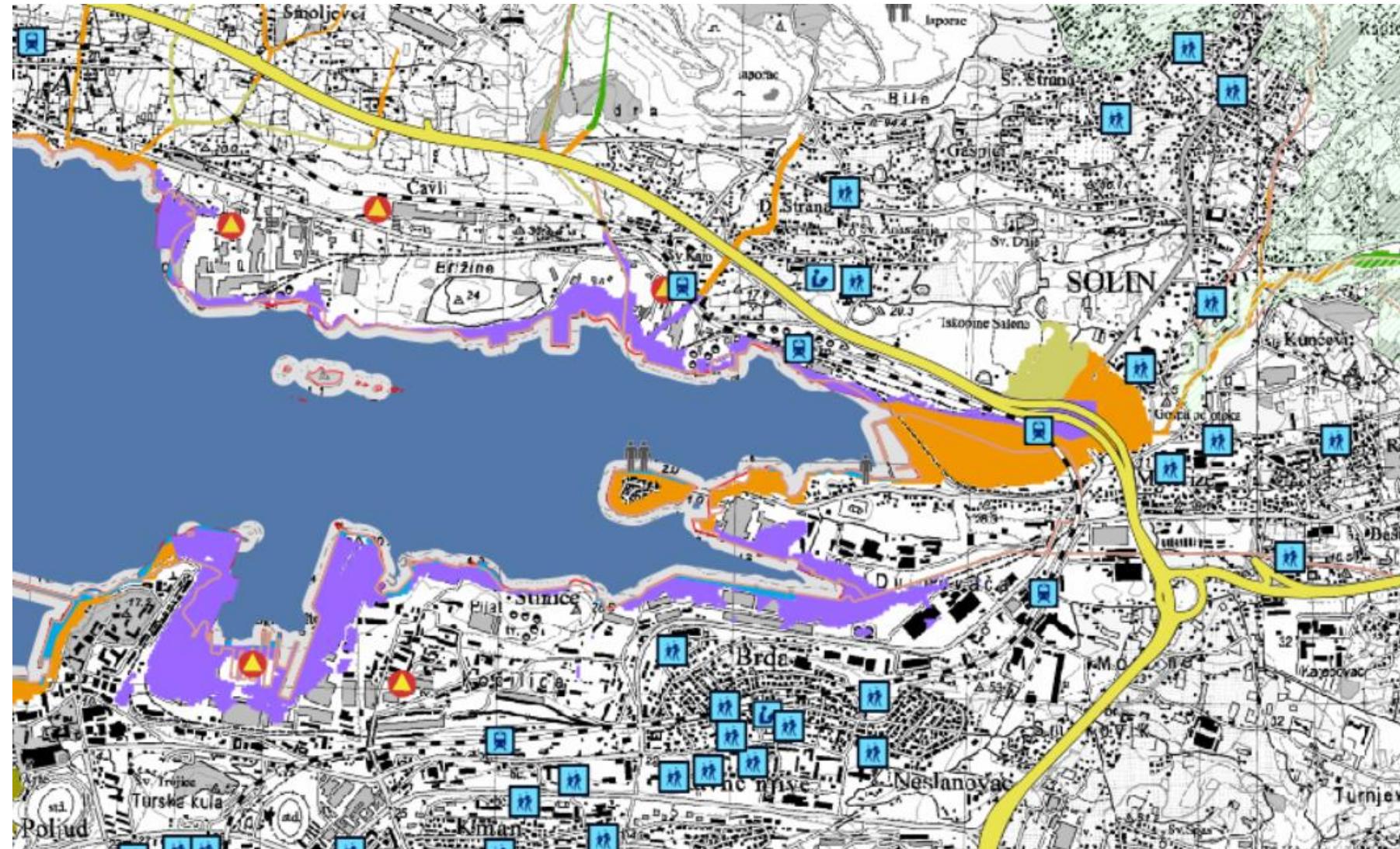
- | | |
|----------------------|--------------------|
| zračna luka | luka |
| željeznički kolodvor | autobusni kolodvor |
| bolnica | škola |
| dječji vrtić | dom umirovljenika |
| vodozahvat | |
| željeznička pruga | nasipi |
| autocesta | ostale ceste |

ZAŠTITA OKOLIŠA:

- područje zaštite staništa ili vrsta
- nacionalni park
- vodozaštitno područje
- velika postrojenja
- odlagalište otpada
- pročistač otpadnih voda
- kupališta

KULTURNA BAŠTINA:

- UNESCO područja

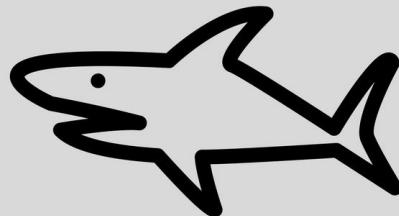


Hazard, izloženost, osjetljivost, ranjivost, rizik, otpornost....

Koliki je rizik da Vas pojede morski pas?

Hazard

Something that can potentially cause harm



Risk



= hazard + exposure

puno morskih pasa – jedan čovjek u moru
malo morskih pasa – puno ljudi u moru
.... ali dio ljudi u moru je u gumenim brodićima

Hazard/opasnost

Izloženost hazardu – karakteristike hazarda definiraju izloženost nekog sustava štetama **npr. broj i vrsta morskih pasa**

Osjetljivost – unutarnja svojstva živog i neživog svijeta koja određuju veličinu šteta/ugroza od hazarda

Kapacitet prilagodbe – prošireni pojam osjetljivosti koji uključuje primjenu određenih mjera da se štete smanje

Ranjivost – funkcija izloženosti hazardu te osjetljivosti i kapaciteta prilagodbe

Rizik – vjerojatnost šteta/gubitaka, funkcija vjerojatnosti hazarda **(hazard plus izloženost) i ranjivosti**

Otpornost – svojstvo sustava da se odupre, apsorbira, prilagodi i oporavi od hazarda

Procjene ranjivosti obalnih područja

(fizička ranjivost - ne socijalne)

Procjena ranjivosti:

- **kvantitativni** pristup temeljen na povezanim pokazateljima i indeksima
- **kvalitativni** pristup temeljen na perspektivama dionika

Metode kvantitativnog pristupa procjene ranjivosti obalnih područja*:

- **Indeks metode**

različite parametere izražavaju indeksom (koji nema jedinice) te ih zbrajaju pomoću odabrane formule u jedinstveni indeks ranjivosti

- **Indikator metode**

razvijaju skupine indikatora i njih prikazuju

- **GIS sustavi za područku odlučivanju**

razvijaju modele karakteristične za zadano područje/uvjete

- **Dinamički kompjuterski modeli**

razvijaju modele karakteristične za zadano područje/uvjete uključujući 4D modele (prostor + vrijeme)

Zaključno razmatranje*:

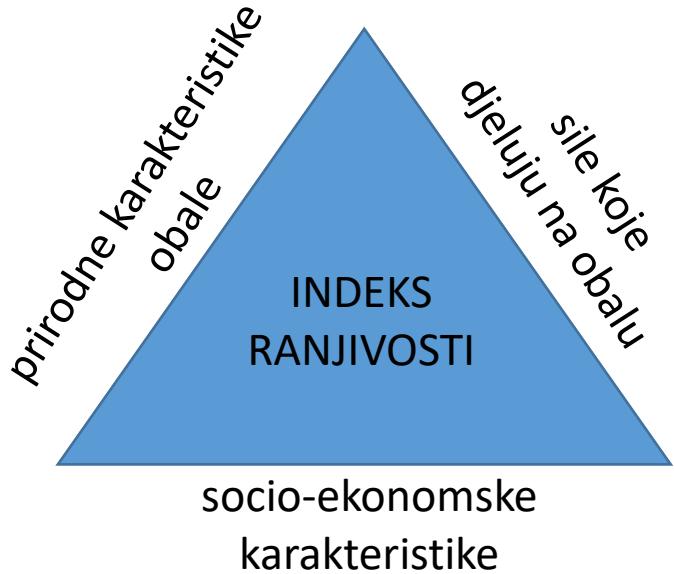
Indeks i indikator metode su jednostavne za izraditi i dobre su za izradu pregleda ranjivosti većih područja.

GIS-SPO i dinamički modeli daju detaljniju kvantifikaciju, ali su složeniji i traže detaljnije podatke te su prikladniji za odabrane lokacije/manja područja.

Procjene ranjivosti obalnih područja

(fizička ranjivost - ne socijalne)

Indeks metode - Indeks obalne ranjivosti (eng. Coastal Vulnerability Index (CVI))



S. McLaughlin, J.A.G. Cooper, (2010)

- razvijena od S. McLaughlin, J.A.G. Cooper, 2010
- slobodan odabir parametara (ovisno o upravljačkoj razini i dostupnosti podataka)
- svakom parametru se dodijeljuje indeks od 1 do 5 što omogućava kasnije zbrajanje parametra koji su kvantificirani različitim jedinicama
- parametri se kartiraju na obalnu liniju ili dodjeljuju odabranim prostornim jedinicama (npr. naselja)

Index 1 – niska ranjivost

Index 2

Index 3

Index 4

Index 5 – visoka ranjivost

Procjene ranjivosti obalnih područja

(fizička ranjivost - ne socijalne)

Indeks metode - Indeks obalne ranjivosti (eng. Coastal Vulnerability Index (CVI))

Primjer:

GIS analiza ranjivosti obalnog područja Šibensko-kninske županije

Cilj:

pregled ranjivosti obalnog područja ŠKŽ uslijed već sad prisutnih utjecaja klimatskih promjena na najvažnije obalne resurse:

- podizanje razine mora
- povećanje učestalosti i jakosti oluja

Ranjivost : podindeksi

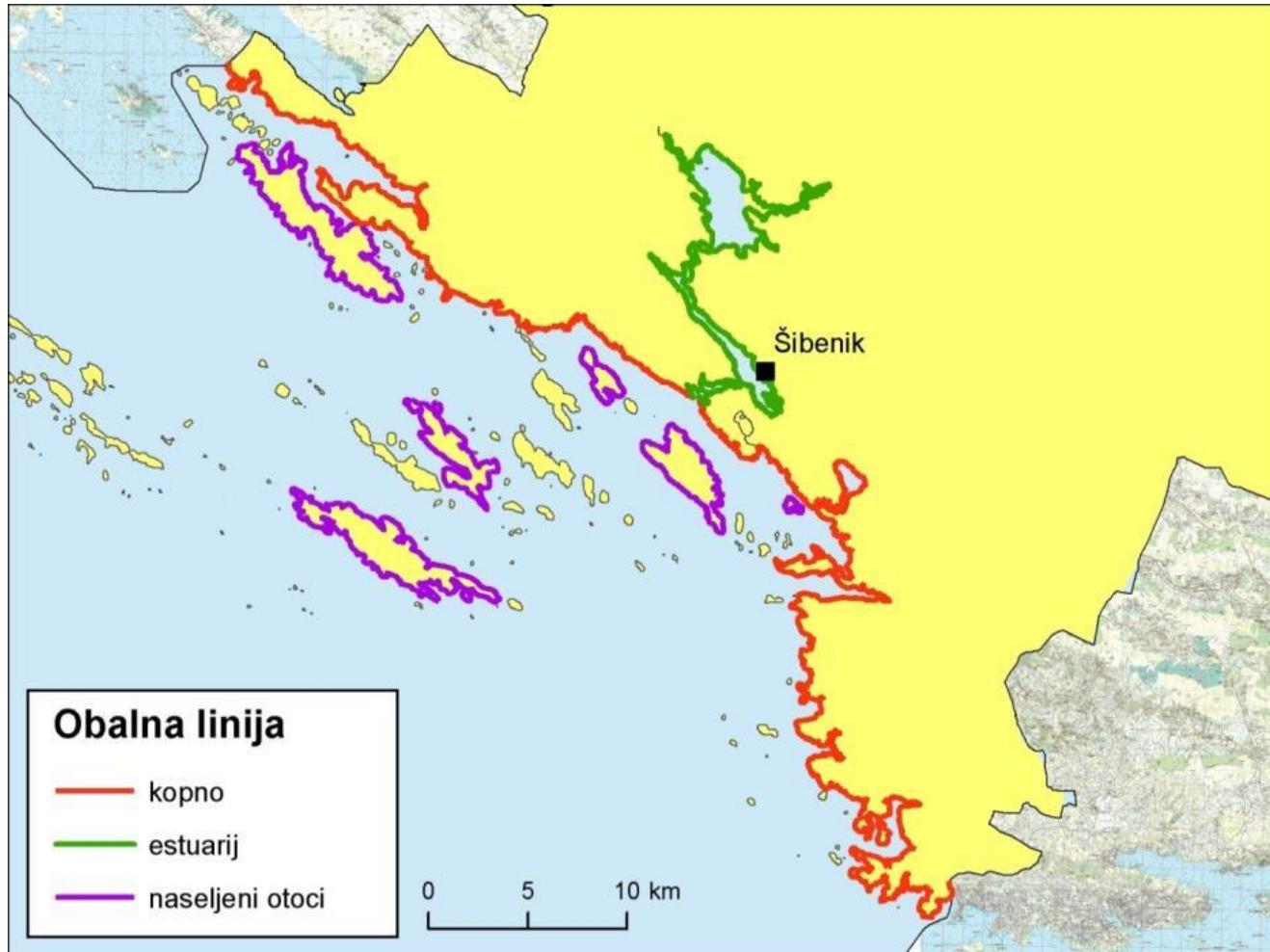
Podindeks 1: tip obale	prirodne karakteristike obale
Podindeks 2: visina terena	
Podindeks 3: visina valova	sile koje djeluju na obalu
Podindeks 4: pojava šćige	
Podindeks 5: postojeća i planirana namjena	
Podindeks 6: kulturna baština	socio-ekonomske karakteristike

svaki podindeks je geolociran duž obalne linije i nalazi se u geoprostornoj bazi

Zbirna ranjivost =
zbroj podindeksa $1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6$

Procjene ranjivosti obalnih područja

(fizička ranjivost - ne socijalne)



Obuhvat:

- obale kopna, estuarija i naseljenih otoka
- **478,85 km** (cca 50% ukupne obale ŠKŽ)

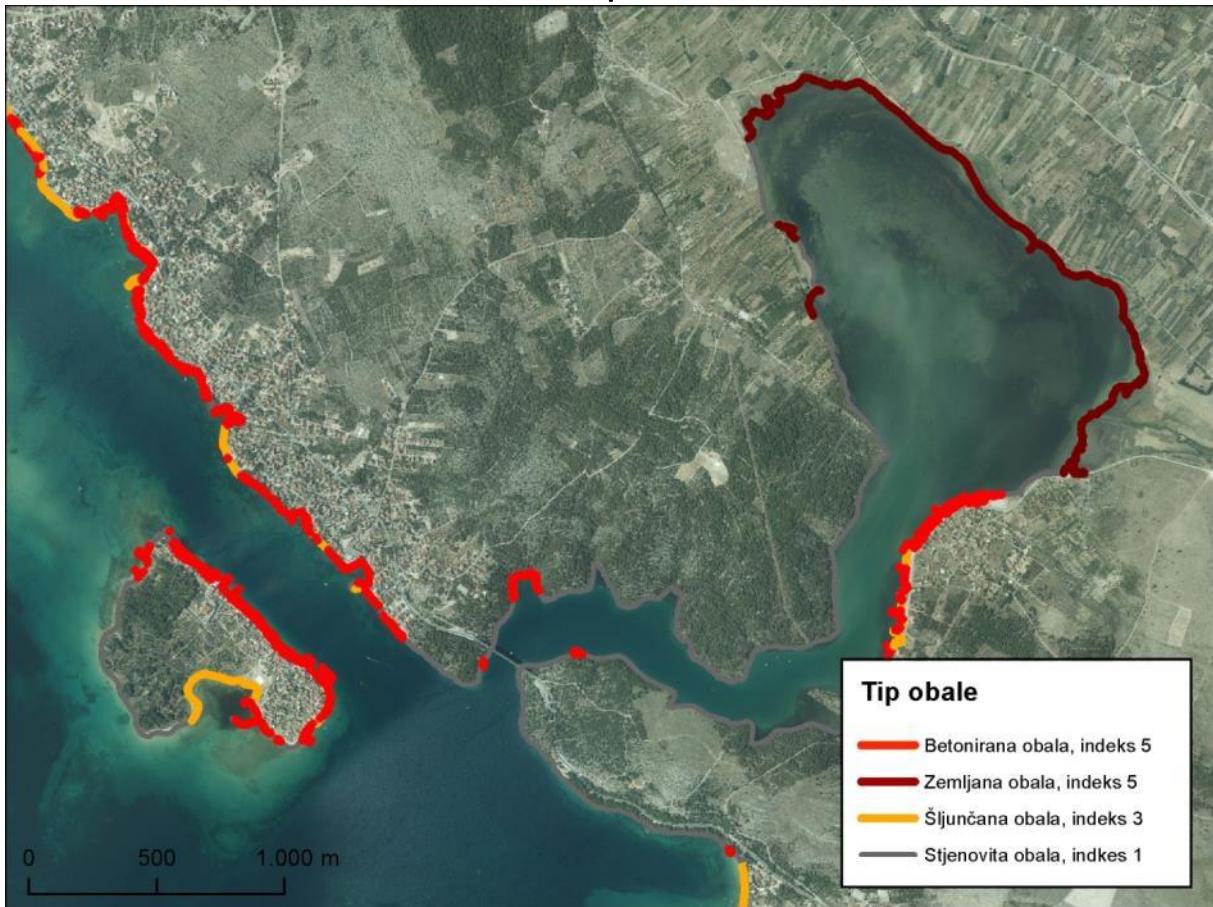
	Duljina obalne linije ŠKŽ *
Obale kopna	217,88 km
Obale estuarija rijeke Krke do mosta u Skradinu	96,64 km
Obale naseljenih otoka Kaprije , Krapanj, Murter, Prvić, Zlarin, Žirje	164,33 km
Obale nenaseljenih otoka, otočića i hridi	483,49 km
Ukupno	962,34 km

* izvedeno iz podataka Državne geodetske uprave, izvorni podaci digitalnog modela terena, sloj obalna linija, mjerilo 1:5.000 (procjena M.Baučić), godina snimanja 2011.

Procjene ranjivosti obalnih područja

(fizička ranjivost - ne socijalne)

Prirodne karakteristike obale: tip obale



Utjecaji:

- erozija obale
- plavljenja riva

(izgrađene bez uračunatog porasta mora i veće učestalosti
oluja)

Eksperta procjena
utjecaja, klasifikacije
i dodjeljivanja pod-
indeksa ranjivosti



Ranjivost:

- betonirana, indeks 5
- zemljana, indeks 5
- šljunčana, indeks 3
- stjenovita, indeks 1

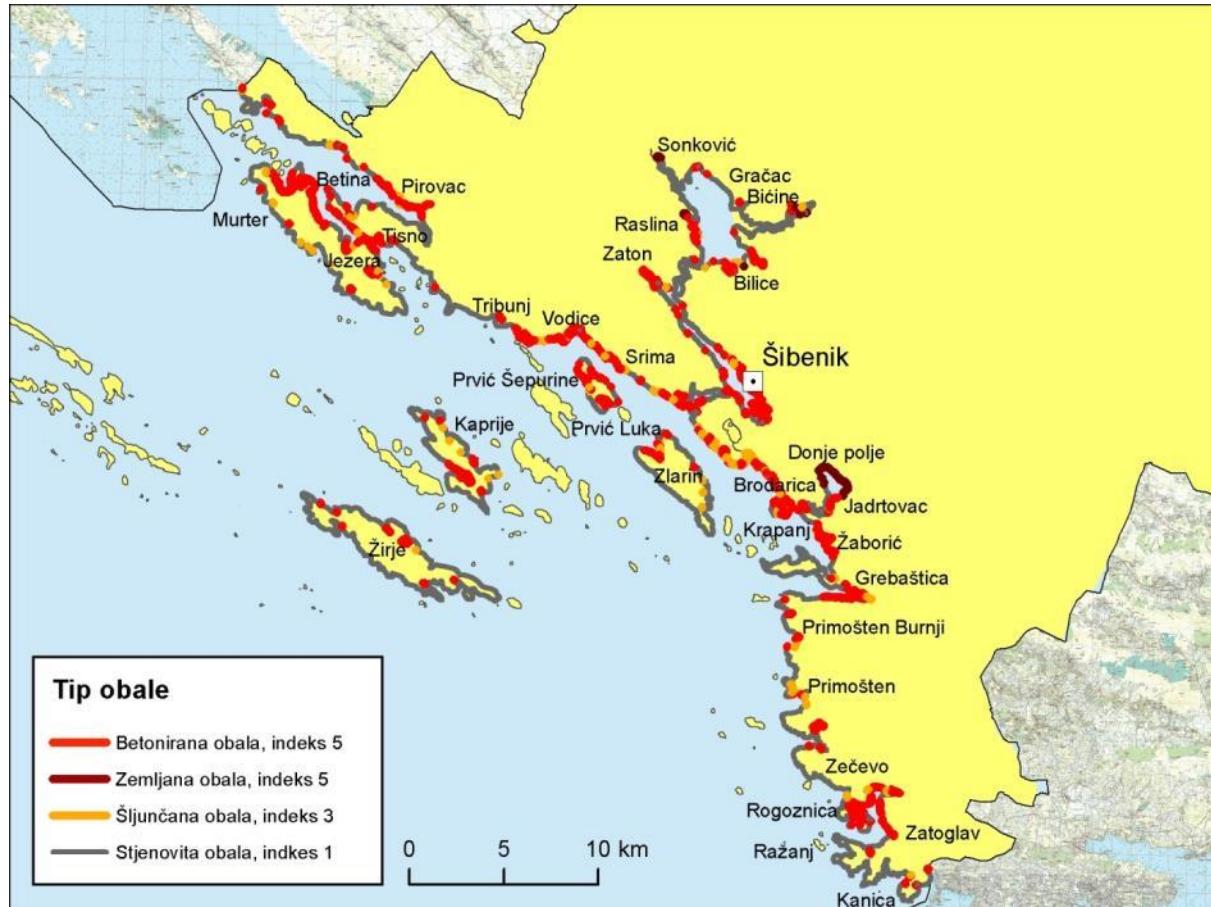
Izvornik:

- interpretacija ortofoto karte iz 2011. godine

Procjene ranjivosti obalnih područja

(fizička ranjivost - ne socijalne)

Prirodne karakteristike obale: tip obale



Tip obale	Indeks ranjivosti	Duljina obale (%)
Šljunčana obala	3	22,51 km (5 %)
Stjenovita obala	1	340,99 km (71 %)
Zemljana obala	5	5,15 km (1 %)
Betonirana obala	5	110,20 km (23 %)
Ukupno obale (kopno, estuarij, naseljeni otoci)		478,85 km

Dominira stjenovita obala – mala ranjivost

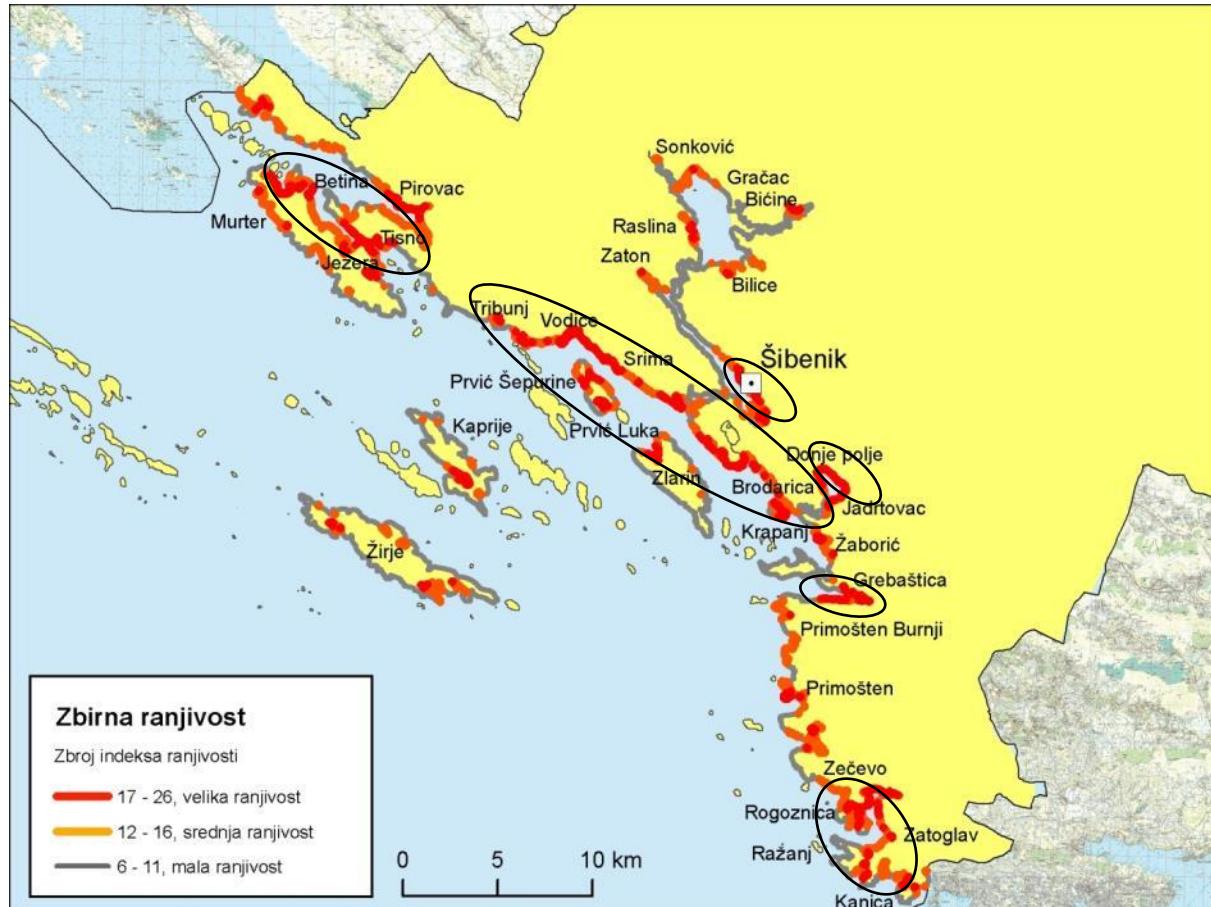
- 110 km betonirane obale:
 - najviše na kopnenom dijelu obale
 - Šibenik u estuariju Krke,
 - Murter na otocima
- 22 km šljunka - plaže - turizam

Procjene ranjivosti obalnih područja

(fizička ranjivost - ne socijalne)



Zbirna ranjivost: $1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6$



Zbroj indeksa ranjivosti	Zbirna ranjivost	Duljina obale (%)
17-26	velika	79,68 km (17 %)
12-16	srednja	134,55 km (28 %)
6-11	mala	264,62 km (55 %)
Ukupno obale (kopno, estuarij, naseljeni otoci)		478,85 km

Najranjivija područja

1. potez Murter – Tisno
2. potez Tribunj – Brodarica s otokom Krapnjem
3. Šibenik
4. Morinje
5. Grebaštica
6. potez Zečevo - Ražanđ

Procjene ranjivosti obalnih područja

(fizička ranjivost - ne socijalne)

GIS analiza ranjivosti obalnog područja Šibensko-kninske županije

Zaključci:

- obala je većinom stjenovita i strma i time ublažava utjecaje podizanja razine mora i povećanja učestalosti i jakosti oluja
- visokim valovima su izložene stjenovite, vanjske i nenaseljene obale otoka
- šćigama koje se javljaju u zaljevima su ugrožena naselja i uređene obale
- čak 47% obale zauzeto je ili se planira zauzeti sa stanovanjem i ekon. aktivnošću te značajno povećava ranjivost obale
- postojanje većeg broja povijesnih naselja na obali povećava ranjivost obale
 - velika ranjivost: 17% ili 80 km (od promatranih 479 km ili 50% obalne linije ŠKŽ)
 - srednja ranjivost : 28% ili 135 km (od promatranih 479 km ili 50% obalne linije ŠKŽ)



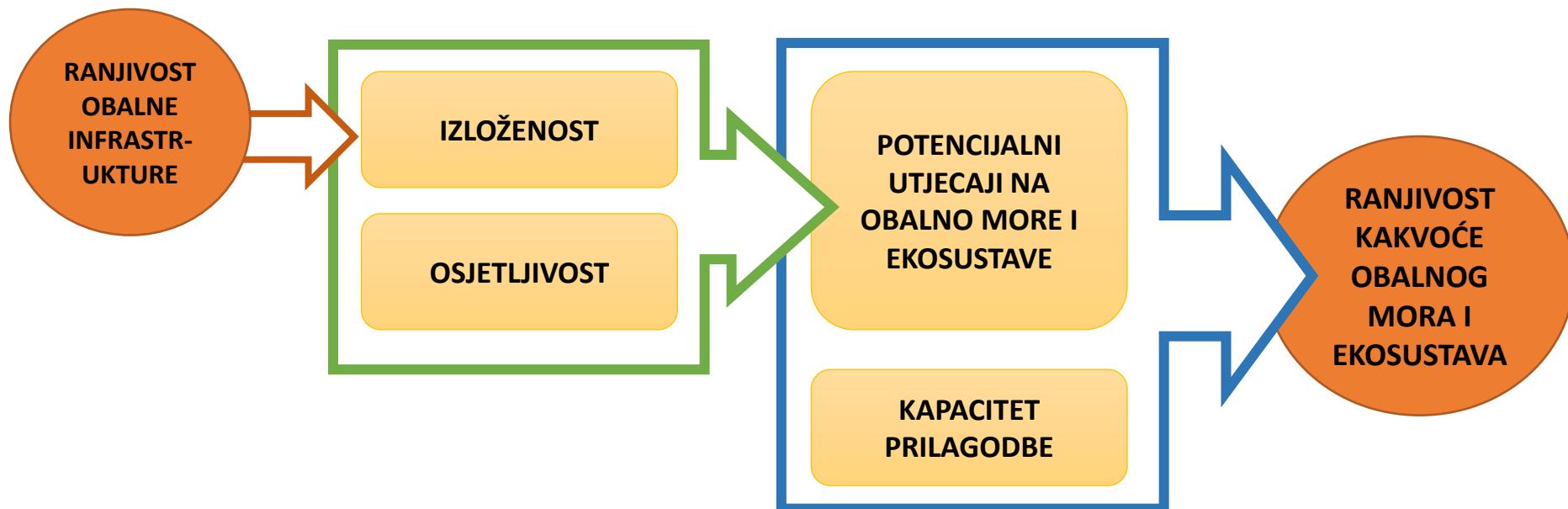
velika sredstva za smanjenje ranjivosti
(adaptacijske mjere na klimatske promjene)

Procjene ranjivosti obalnih područja

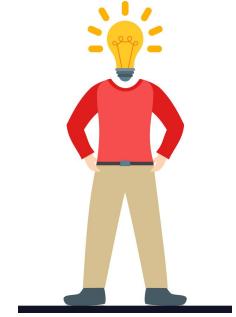
(fizička ranjivost - ne socijalne)

GIS analiza ranjivosti kakvoće obalnog mora i ekosustava u Šibensko-kninskoj županiji

Metodologija i konceptualni model ranjivosti kakvoće obalnog mora i ekosustava
(prof.dr.sc. Jure Margeta)



Procjene ranjivosti obalnih područja (fizička ranjivost - ne socijalne)

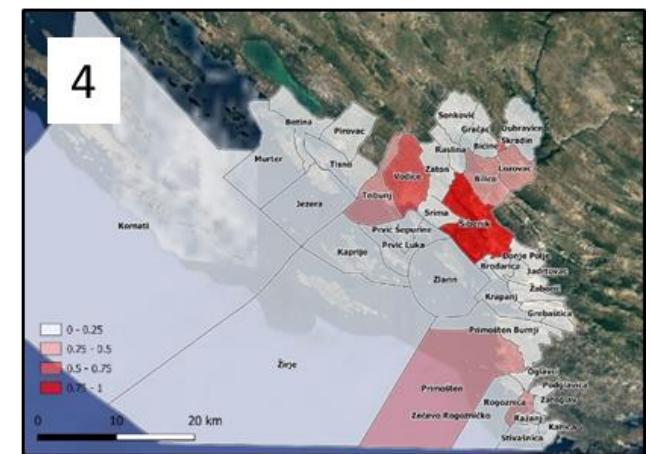
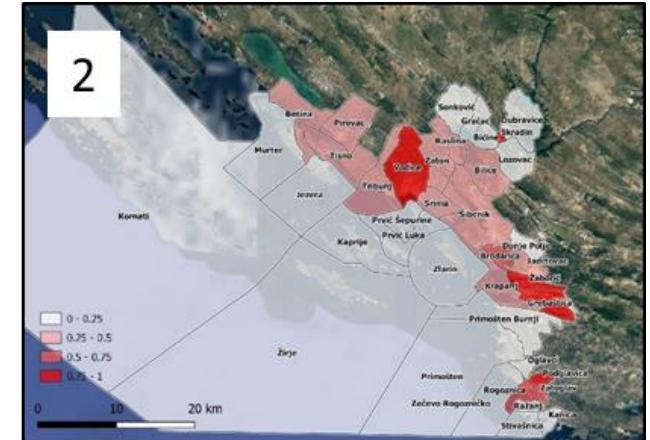
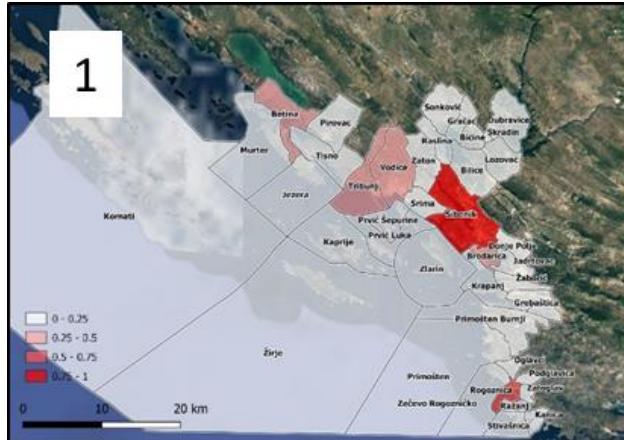


IZLOŽENOST

- 1. ranjivost obalne infrastrukture po naseljima**
(ranjivost na plavljenje i valove sustava odvodnje i vodoopskrbe);
- 2. izgrađene obale;**
- 3. nasipanje obale;**
- 4. korištenje obalnog područja (kopna i mora) u gospodarske aktivnosti** (luke, privezišta i sidrišta, marikultura, turizam i plaže, kanalizacijski i prometni sustav).

Primjer izračuna:

Površine dane u koncesiju su podijeljene s duljinom obalne linije za svako obalno naselje, a tako dobivene veličine su linearno razvučene u skalu od 0 (najmanje ranjivo) do 1 (najviše ranjivo).

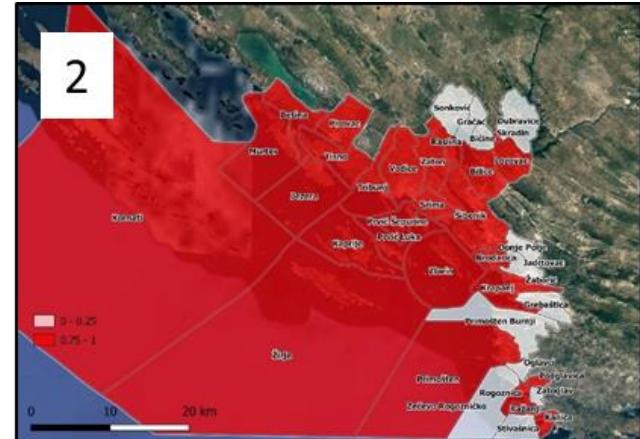


Procjene ranjivosti obalnih područja

(fizička ranjivost - ne socijalne)

OSJETLJIVOST

1. mikrobiološki pritisak (kakvoća mora);
2. kemijsko onečišćenje (zadržavanje plovila);
3. osjetljivi ekosustavi (posidonia oceanica);
4. osjetljivi ekosustavi (koraligen);

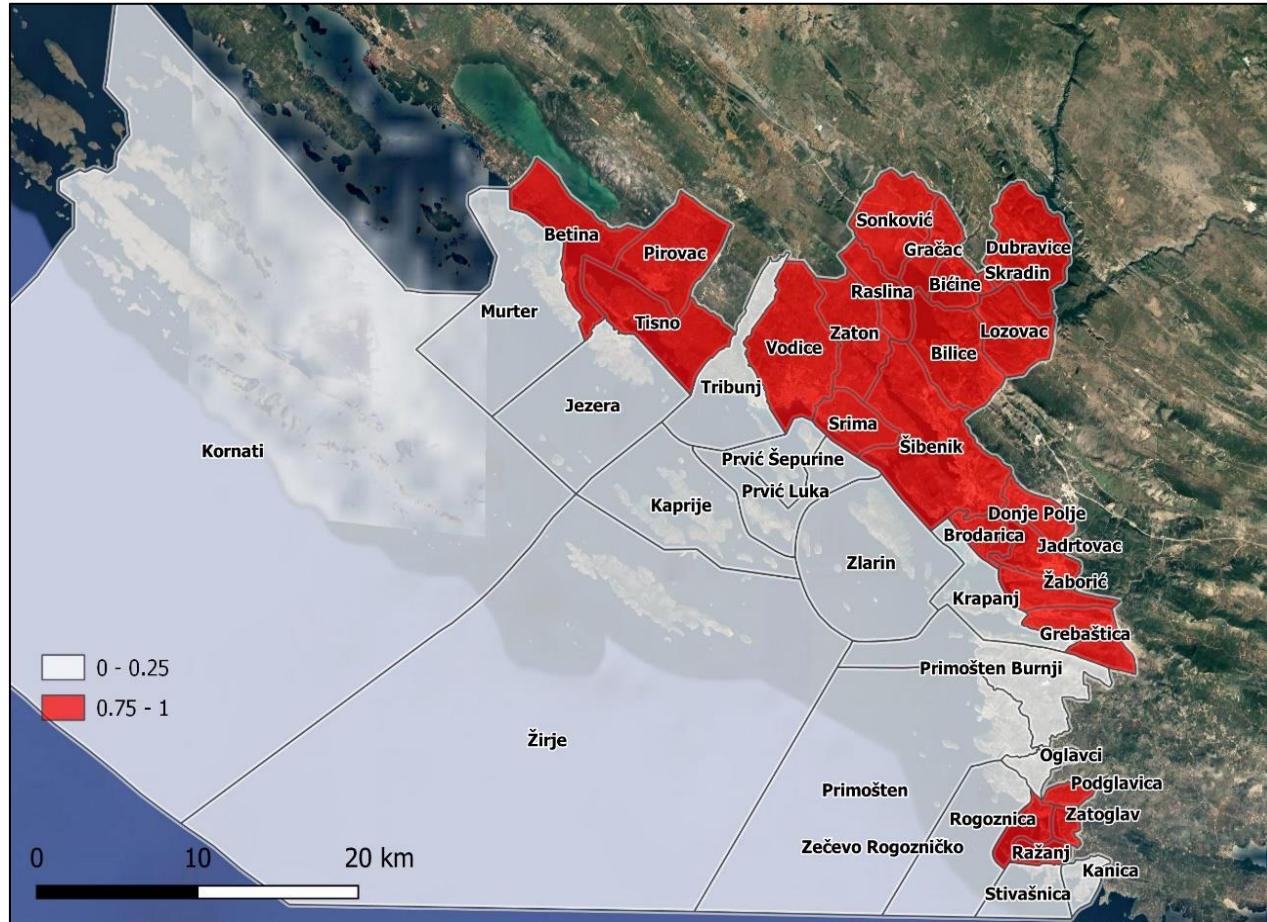


Procjene ranjivosti obalnih područja

(fizička ranjivost - ne socijalne)

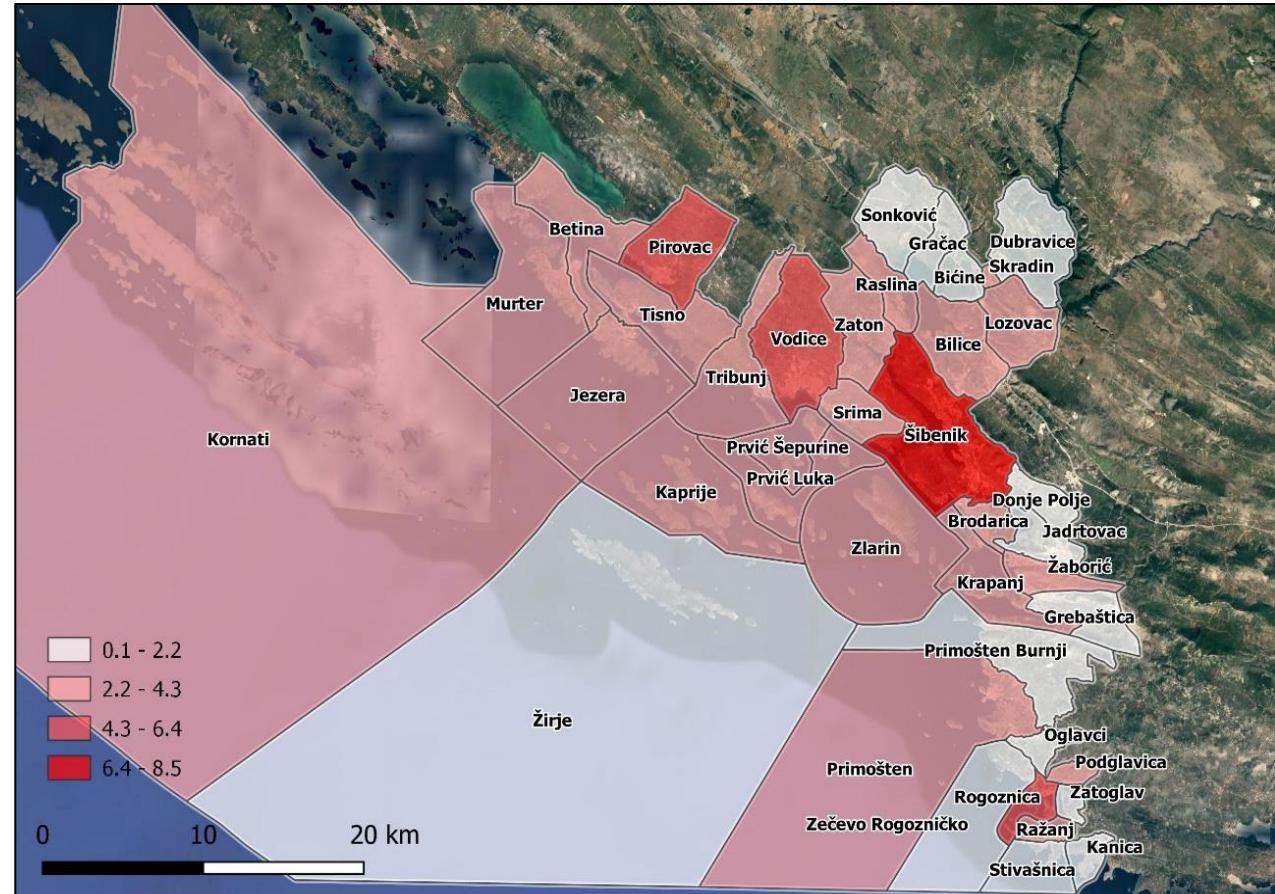
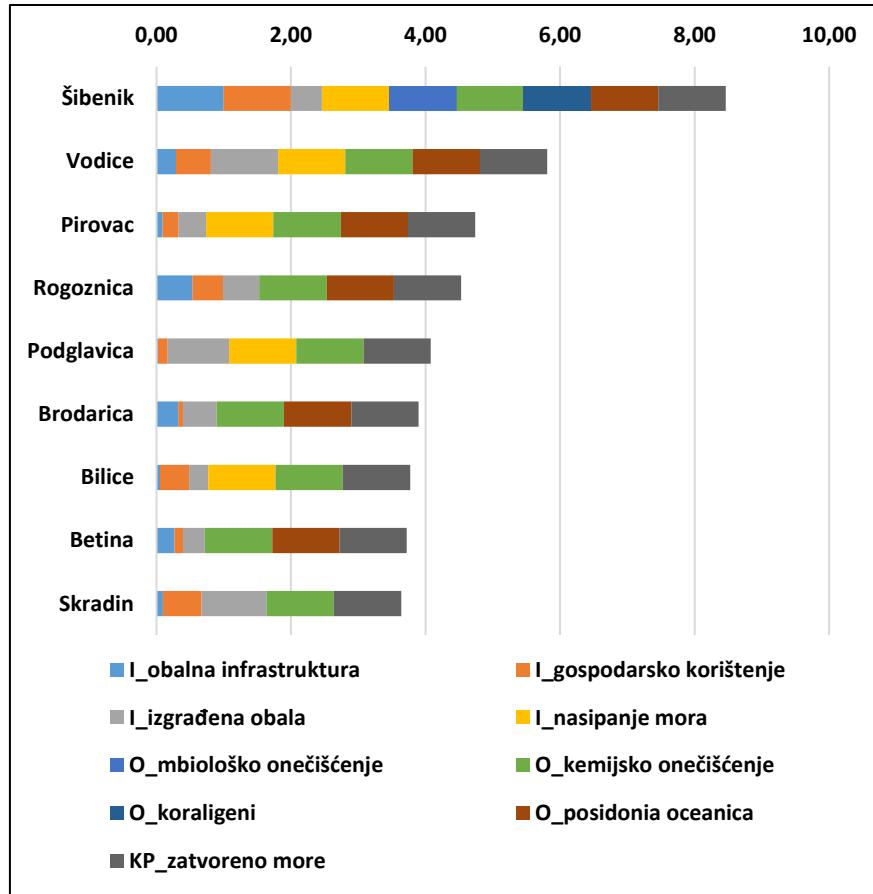
KAPACITET PRILAGODBE

manja izmjena mora



Procjene ranjivosti obalnih područja (fizička ranjivost - ne socijalne)

UKUPNA RANJIVOST



Ključne geoprostorne varijable za procjene ranjivosti

Koje su ključne geoprostorne varijable za procjenu ranjivosti obala?

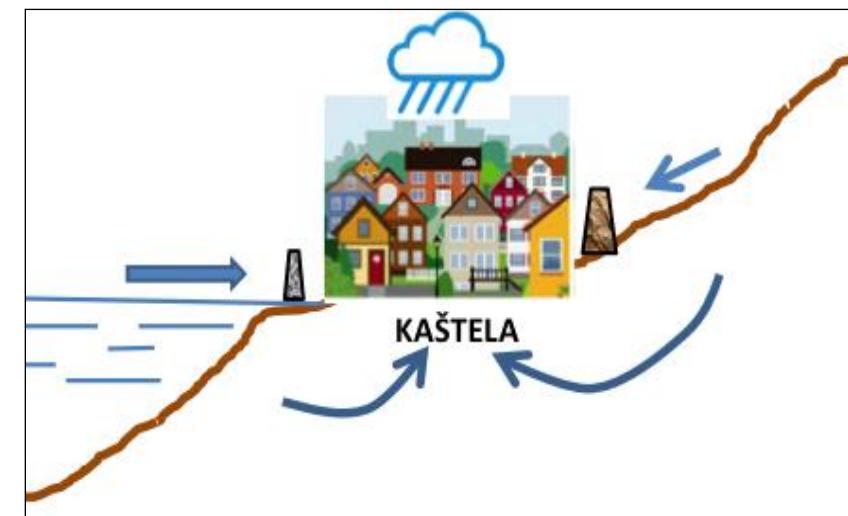
- **na razini kućanstva – krupno mjerilo**
- u kontekstu klimatskih promjena – obalnog plavljenja

Miller i sur. [18] zaključuju da je fizička izloženost važnija od društvenih karakteristika

U slučaju obalnih poplava, nadmorska visina i udaljenost od obale opisuju izloženost opasnostima, dok površine otiska zgrade opisuju zgrade koje su ključna imovina za ljude.

Dakle, ključne geoprostorne varijable su sljedeće:

- **položaj i površina tlocrta zgrade**
- **nadmorska visina**
- **udaljenost od obale**



Prof.dr.sc. Jure Margeta

Ključne geoprostorne varijable za procjene ranjivosti

Zašto zgrade?

- prostorne jedinice za procjenu ugroženosti na razini kućanstva
- površina tlocrta zgrade koristi se za izračun socio-ekonomskih učinaka, kao što su troškovi štete i osiguranje, te za planiranje mjera prilagodbe u slučaju poplave
- dodatno, socio-ekonomski parametri ranjivosti, kao što su prihod kućanstva i nezaposlenost, svi su prostorno dodijeljeni zgradama, pa se njihova procjena može lako proširiti bilo kojim od ovih parametara (npr. popis stanovništva se veže na adresu)

Zašto nadmorska visina i udaljenost od obale?

- opisuju izloženost obalnim poplavama
- udaljenost ima i sociološku važnost, jer ljudi imaju percepciju opasnosti kada žive bliže/dalje od obale što utječe na njihovo ponašanje

Odabrani geoprostorni parametri nisu međusobno povezani.

Ključne geoprostorne varijable za procjene ranjivosti

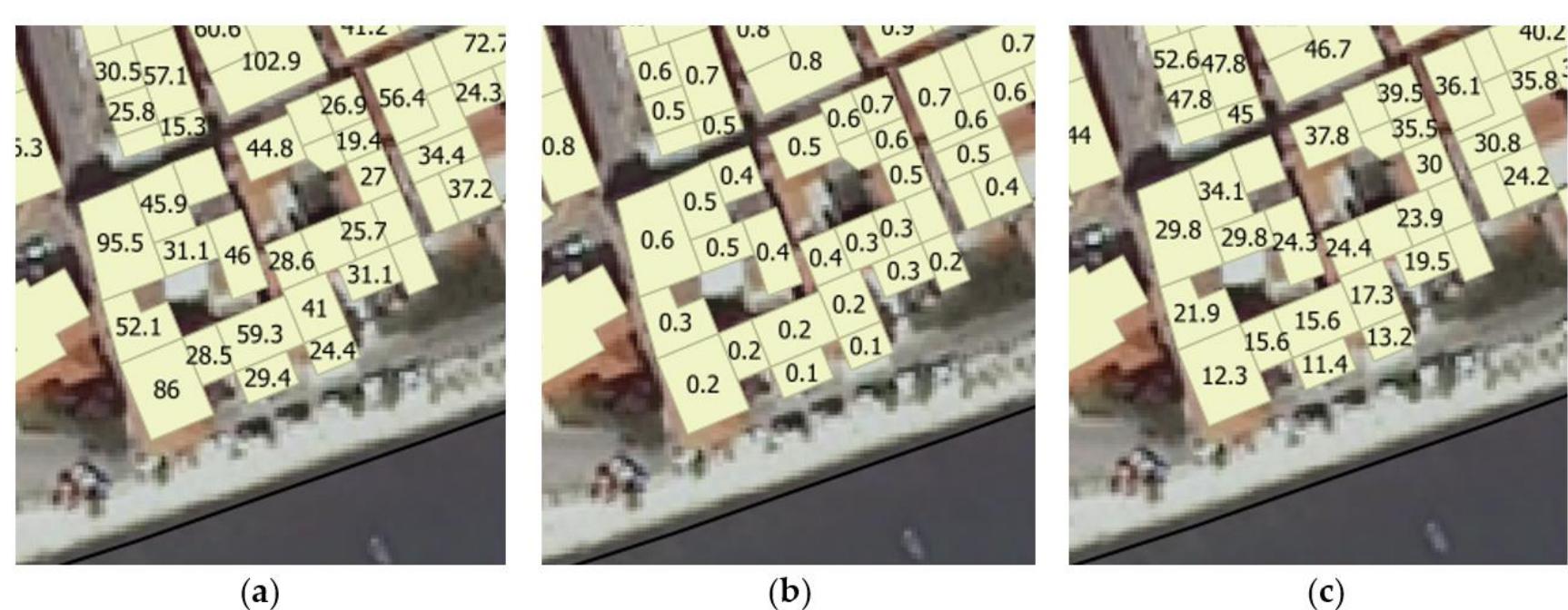


Figure 2. Maps showing the key geospatial parameters for each building in the study area: (a) the building's footprint area (m^2); (b) the elevation above sea level (m); (c) the distance to coastline (m).

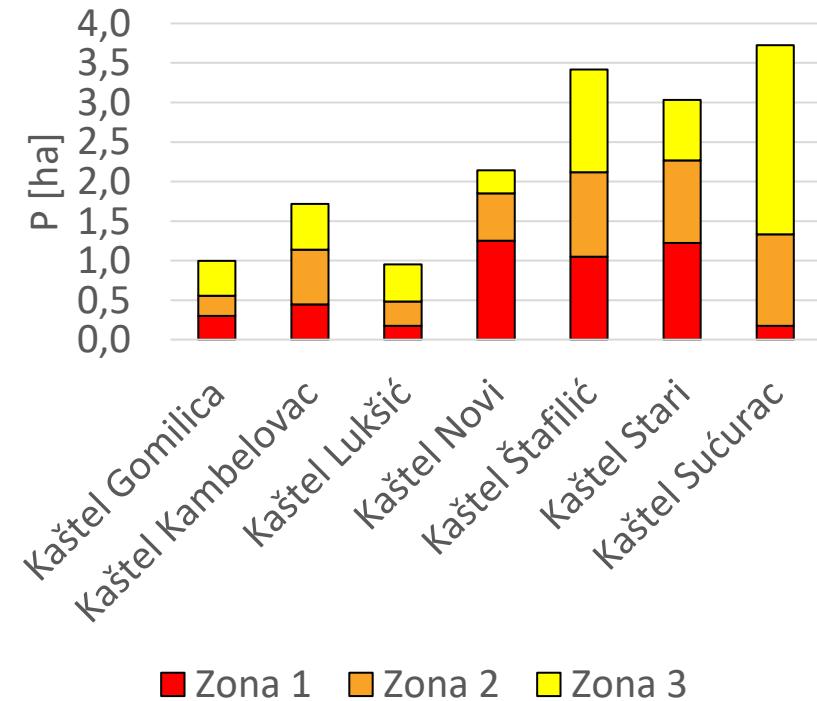
Ključne geoprostorne varijable za procjene ranjivosti

GIS analiza ranjivosti obalnog područja Grada Kaštela

prostorna jedinica za procjenu ranjivosti – tlocrt zgrade



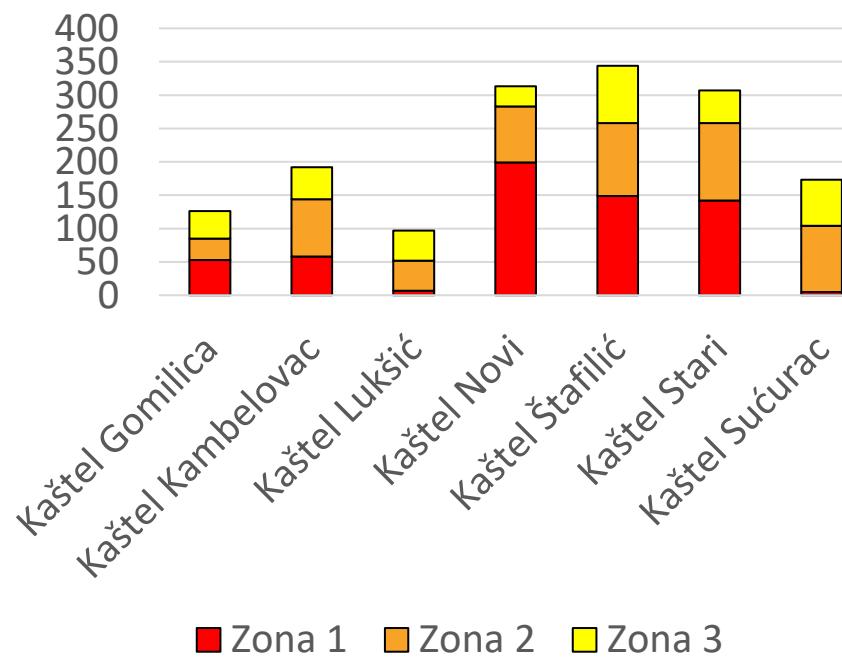
Tlocrte površine građevina



Ključne geoprostorne varijable za procjene ranjivosti

GIS analiza ranjivosti obalnog područja Grada Kaštela

korištenje kućnih brojeva – mogućnost povezivanja sa statističkim podacima



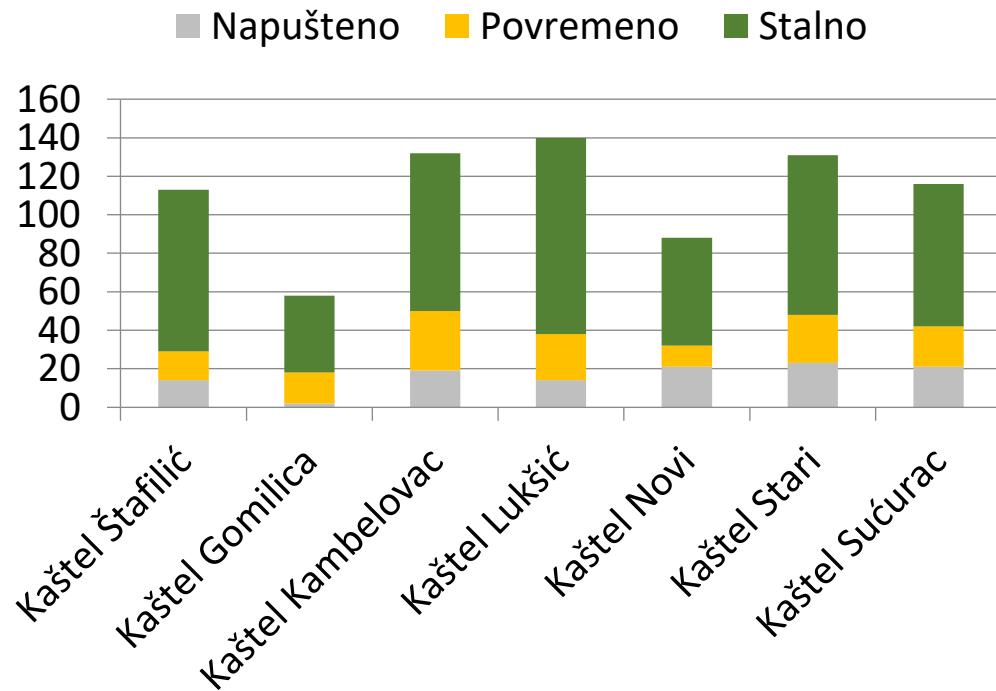
Broj portuna - kućnih brojeva

	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Suma
Kaštel Gomilica	53	32	41	126
Kaštel Kambelovac	58	86	48	192
Kaštel Lukšić	7	45	45	97
Kaštel Novi	199	84	30	313
Kaštel Štafilić	149	109	86	344
Kaštel Stari	142	116	49	307
Kaštel Sućurac	5	99	69	173
Ukupno	613	571	368	1552

Ključne geoprostorne varijable za procjene ranjivosti

GIS analiza ranjivosti obalnog područja Grada Kaštela

korištenje dodatnih varijabli



Korištenje – po etažama (prizemlje)

	Napušteno	Povremeno	Stalno	Ukupno
Kaštel Štafilić	14	15	84	113
Kaštel Gomilica	2	16	40	58
Kaštel Kambelovac	19	31	82	132
Kaštel Lukšić	14	24	102	140
Kaštel Novi	21	11	56	88
Kaštel Stari	23	25	83	131
Kaštel Sućurac	21	21	74	116
Ukupno	114	143	521	778
Postotak	14,65%	18,38%	66,97%	100,00%

Ključne geoprostorne varijable za procjene ranjivosti

GIS analiza ranjivosti obalnog područja Grada Kaštela

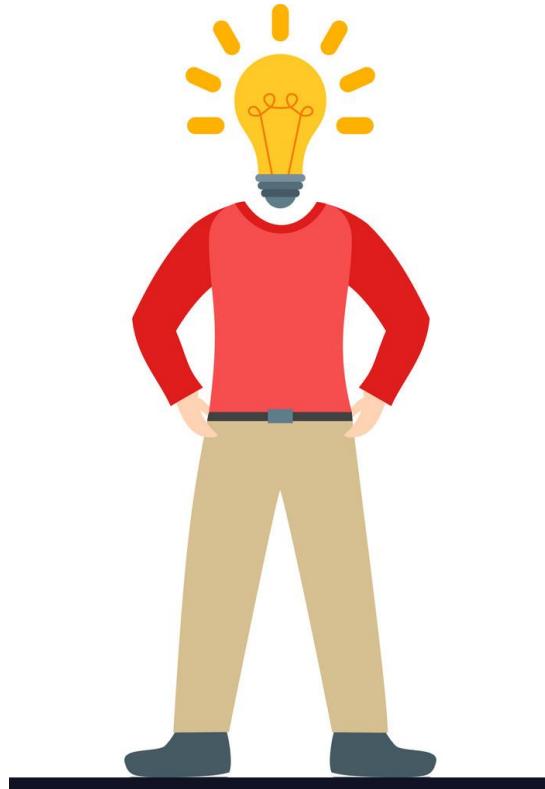
Ranjivost za svaku zgradu je dana kao zbroj pod-indeksa

Pod-indeks ranjivosti	Zona plavljenja (izloženost)	Namjena	Korištenje	Građevinsko stanje
3	1	stanovanje	napuštena	ruševno
2	2	komercijalno	povremeno	održavano
1	3	pomoćni objekt	stalno	Nedavno obnovljeno



Procjene ranjivosti obalnih područja

(fizička ranjivost - ne socijalne)



Identificirani izazovi u procjeni ranjivosti (Muller, 2011.) su sljedeći:

- odabir reprezentativnih varijabli za područje istraživanja,
- definicija pondera za pokazatelje (indeksa, indikatora...),
- dostupnost podataka i
- validacija.

EKSPERTNE PROCJENE



Hvala na pažnji!