

D.5.1.2

Report on specific vulnerability and feasibility analysis for the Šibenik-Knin County (HR)

Coordination group:
Università Iuav di Venezia

Main authors
Francesco Musco, Denis Maragno, Gianfranco Pozzer,
Filippo Magni, Giovanni Carraretto

Contributors
Matelda Reho, Giuseppe Piperata, Micol Roversi Monaco, Greta Masut

Sadržaj

SAŽETAK	3
1 STUDIJA UČINAKA I PROCJENE RANJIVOSTI	4
1.1 Studija slučaja Šibensko-kninske županije (Hrvatska)	5
1.1.1 Izvori i izgradnja baze znanja	6
1.1.2 Analiza ranjivosti zbog poplava u urbanim područjima	8
1.1.2.1 Sintetičke tematske karte.....	9
1.1.2.2 Rasprava o rezultatima.....	12
2 ZAKLJUČCI	13
2.1 Ograničenja, mogućnosti i perspektive istraživanja	14
2.1.1 Urbane poplave / otjecanja	14
3 BIBLIOGRAFIJA	16

Sažetak

Ovaj dokument izvještava o konačnim rezultatima i zaključcima projekta Adriadapt. Ovaj projekt izravno se povezuje s izgradnjom informacijsko-prostorne platforme otpornosti za Šibensko-kninsku županiju. Metodologija usvojena istraživanjem podupire razvoj baze znanja koja sadrži podatke potrebne za utvrđivanje prikladnih mogućnosti prilagodbe klimatskim promjenama i planiranja. Taj pristup može omogućiti lokalnim vlastima da odgovore na potrebe politika povezanih s klimatskim promjenama. Bazu znanja zajednički su provele GIS aplikacije uz sudjelovanje Županije. Cilj dokumenta je opisati rezultate luav metodologije za procjenu ranjivosti prostornih morfologija i urbanih funkcija u vezi sa sljedećim učinkom: urbanim poplavama. Kombinacija GIS alata omogućuje prostorizaciju utjecaja skupom geografskih karata. Koristeći se *ad hoc* statističkim modelima, bilo je moguće povezati analizu učinaka s geomorfološkim značajkama različitim obrascima upotrebe zemljišta i satelitskim slikama. Procjena ranjivosti aktivira se upotrebom integriranog pristupa za prostornu analizu varijabli „osjetljivosti“ i „sposobnosti prilagodbe“.

Skup podataka korišten u ovom istraživanju uključuje:

- DTM (Digitalni model terena) (raster).
- Landsat 8 satelitske snimke (raster / geotif).
- Pokrivenost i upotreba zemljišta (SHP).
- Granice administrativnih jedinica (SHP).
- Zgrade i infrastrukture (ulica i željeznica, rijeke, zelena infrastruktura, itd.) (SHP).

Upotreba baza geopodataka izgrađenih na heksagonskim matricama je baza istraživanja ranjivosti. Šesterokutevi predstavljaju oblik ranjivosti specifične veličine od 80 m. Ranjivost se računa procjenom sljedećeg parametra:

(za) Urbane poplave / otjecanja
Poveznica između otjecanja i brtvljena tla.

Ovaj parametar omogućuje prikaz kako su vrste učinaka potencijalno štetne za dinamiku ranjivosti. Metoda se može upotrijebiti za procjenu učinaka i te usmjeravanje postupaka za izradu prilagodbe klimatskim promjenama.

Urbane poplave / otjecanja

Istraživanje provedeno u Šibeniku pokazuje vodni režim teritorija na koji negativno utječe brtvljenje tla. Intenzivno širenje urbanih i periurbanih područja (pod izravnim utjecajem cestovnog projekta urbane infrastrukture) podrazumijeva ne samo povećanje vodnih učinaka (površinsko otjecanje), već i rascjepkanost teritorijalnog ekološkog okvira. Prisutnost učinkovite ekološke mreže ključna je za proces ublažavanja rizika koje stvaraju klimatske promjene.

1 Studija učinaka i procjene ranjivosti

1.1 Studija slučaja Šibensko-kninske županije (Hrvatska)

Studija analizira učinke urbanih poplava / otjecanja.

Analiza se provodi za cijelu Šibensko-kninsku županiju, s naglaskom na općinu Šibenik.

Šibenik predstavlja urbanizaciju podložnu visokim razinama vodne kritičnosti zbog aglomeracije koja je fragmentirana zbog prisutnosti složenog sustava cestovne infrastrukture.

Infrastrukturno projektiranje uzrokuje ne samo povećanje vodnog stresa, već i promjenu ekološke ravnoteže područja.

1.1.1 Izvori i izgradnja baze znanja

Tablica 1 – Šibensko-kninska županija, podaci i materijali		
Kategorija	Mrežna stranica	
Osnovne kartografske teme	<ul style="list-style-type: none"> • https://www.diva-gis.org/gdata • https://data.jrc.ec.europa.eu/dataset/fe1878e8-7541-4c66-8453-afdae7469221 • http://download.geofabrik.de/ • https://land.copernicus.eu/imagery-in-situ/eu-dem/eu-dem-v1.1 	
Opis	Dostupnost	Formati
Administrativna ograničenja	Besplatno preuzimanje	SHP
Slijevna područja u Hrvatskoj	Besplatno preuzimanje	SHP
DTM 25 X 25	Besplatno preuzimanje	geo-tif
Kategorija	Mrežna stranica	
Tematska kartografija	https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc2018	
Opis	Dostupnost	Formati
Uporaba i pokrivenost zemljišta (CLC 2018)	Besplatno preuzimanje	SHP i GeoTif
Kategorija	Mrežna stranica	
Satelitske snimke	https://earthexplorer.usgs.gov/	
Opis	Dostupnost	Formati
Landsat 8 satelitske snimke	Besplatno preuzimanje	GeoTif

Kategorija	Mrežna stranica	
Meteorološki podaci	https://www.worldweatheronline.com/vodice-weather-history/sibensko-kninska/hr.aspx	
Opis	Dostupnost	Formati
Termopluviometrijski dnevni podaci	Besplatno preuzimanje	Html

1.1.2 Analiza ranjivosti zbog poplava u urbanim područjima

Za proučavanje urbanih poplava (ili otjecanja) proces obrade je sljedeći:

1. Upotrijebljeni podaci
 - Hrvatski DTM (veličina ćelije 25 m).
 - Upotreba i pokrivenost zemljišta CLC 2018 u vektorskom formatu.
 - Landsat 8 satelitske snimke u geo-tif formatu.
 - Slijevna područja koja pripadaju Šibensko-kninskoj županiji.
2. Vektorske obrade
 - Dodjela koeficijenata otjecanja prema vrsti upotrebe zemljišta (CLC 2018).
 - Ponovno razvrstavanje CLC baze podataka u dvanaest vrsta upotrebe zemljišta.
3. Rasterska obrada
 - Poveznica između koeficijenata otjecanja s modelom upotrebe zemljišta te funkcijama smjera protoka i akumulacija protoka.
 - Srednja vrijednost Vegetacijskog indeksa normalizirane razlike (NDVI) s točnošću od 15 cm.
4. Izrada baze geopodataka koja će povezivati prostorne informacije na heksagonalnoj strukturi stranice od 80 m.
Upravljanje podacima odvija se putem relacijske baze podataka s jednom matricom vrijednosti na heksagonalnoj osnovi za cijelu općinu uz naznaku tri glavna deskriptora (ili varijable).

Tablica 2 – Deskriptori matrice

Statistička jedinica	NDVI	Otjecanje
Šesterokut	Srednja vrijednost	Srednja vrijednost

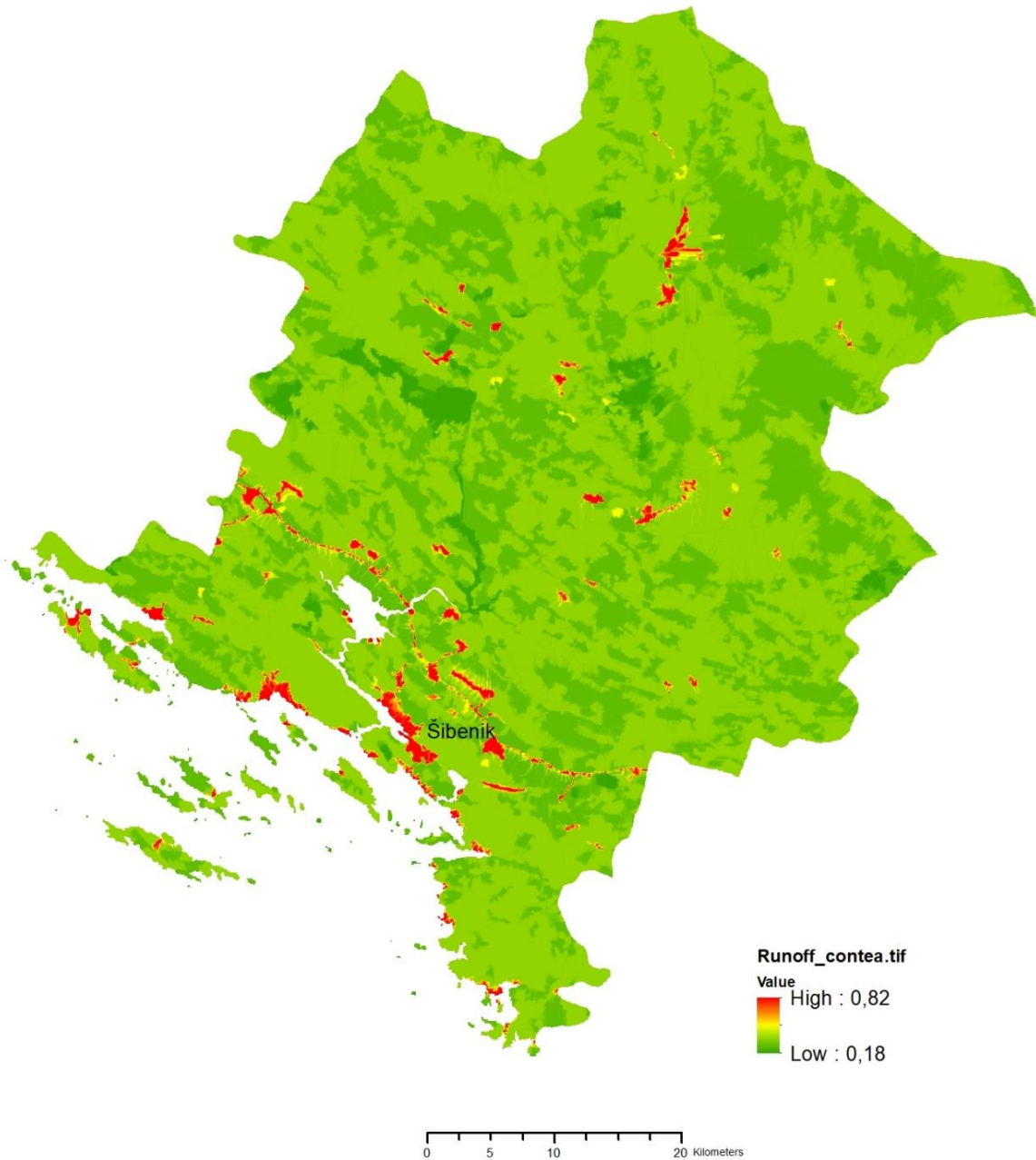
Ranjivost se mjeri u smislu otjecanja, odnosno koeficijenata otjecanja površinskih voda.

Model uzima u obzir pokazatelje *osjetljivosti* i *sposobnost prilagodbe* na sljedeći način:

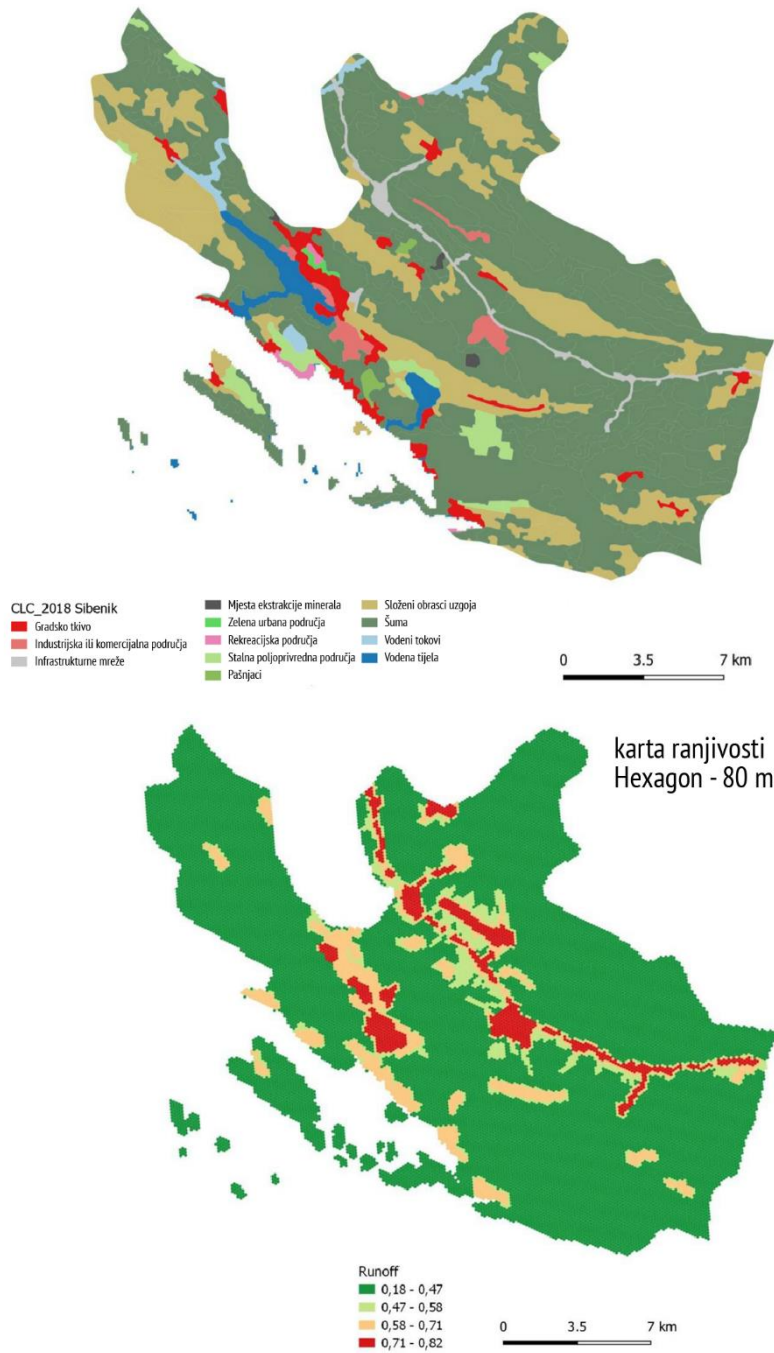
Tablica 3 – Komponente ranjivosti

Statistička jedinica	Digitalni model terena	Upotreba zemljišta	Koeficijenti otjecanja	
			0,9 vodootporna područja	0,1 propusna područja
Šesterokut	Osjetljivost	Osjetljivost	Sposobnost prilagodbe	Sposobnost prilagodbe

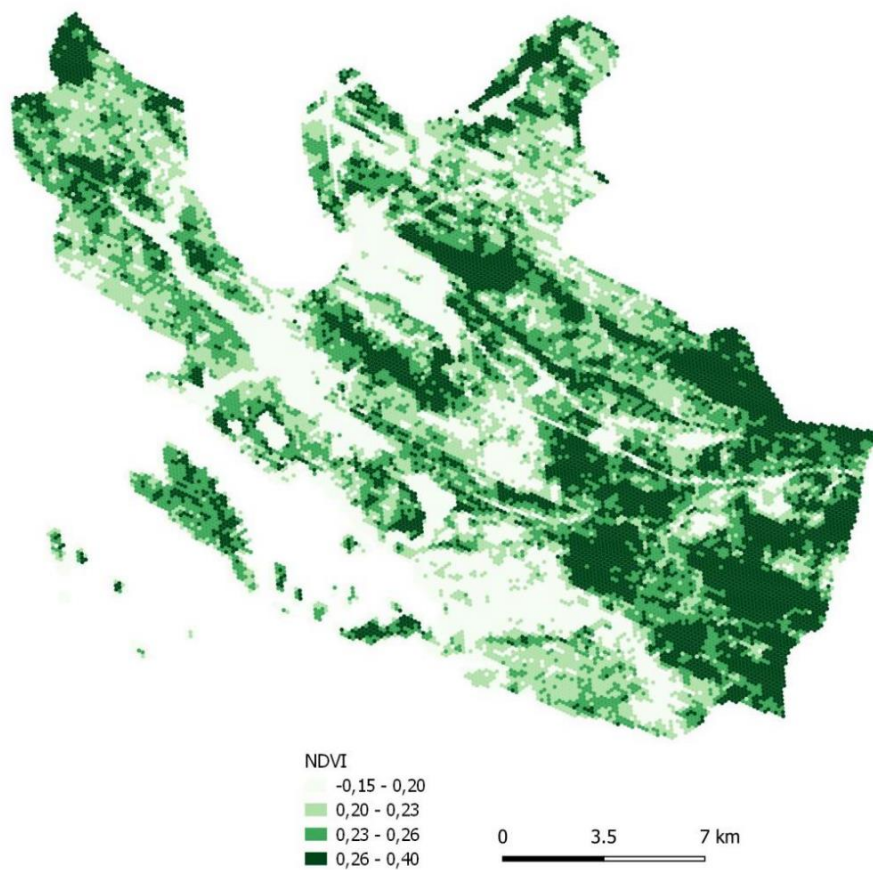
1.1.2.1 Sintetičke tematske karte



Slika 1 - Procjena vodnog ponašanja Šibensko-kninske županije koja se odnosi na upotrebu zemljišta u 2018. godini.



Slika 2 – Šibenik: karta ranjivosti koja se odnosi na otjecanje izračunato prema modelu upotrebe zemljišta tijekom 2018. godine te usporedba s vrstama upotrebe.



Slika 3 – NDVI karta za 2019.

1.1.2.2 Rasprava o rezultatima

Analiza hidrološkog modeliranja provedena za područje općine Šibenik navodi prisutnost jedne vrste urbanizacije koja uzrokuje značajna povećanja površinskog otjecanja zbog kontinuiranog povećanja vodootpornih površina na štetu odvodnih površina.

Snažna dinamika širenja urbanih i periurbanih područja (pod izravnim utjecajem projekta urbane cestovne infrastrukture) podrazumijeva ne samo povećanje učinaka, već i fragmentaciju teritorijalne ekološke armature u ublažavanju rizika koji nastaju klimatskim promjenama.

2 Zaključci

Rezultati pružaju korisne informacije za analizu i tumačenje područja u smislu ranjivosti na klimatske promjene. Istraživanje učinaka ukazuje na potrebu aktiviranja modela upravljanja koji su usklađeniji s prostornim planiranjem i s alatima za praćenje i procjenu učinaka nastalih klimatskim promjenama. Cilj studije je promicanje izgradnje strateških scenarija za procjenu ranjivosti upotrebom interdisciplinarne analize različitih sustava koji definiraju urbanu sredinu. Dobiveni rezultati usmjeravaju granice poboljšanja analitičko-metodološkog i metodološko-instrumentalnog sustava. Ta se poboljšanja odnose na mogućnost izgradnje istraživačkih politika za proučavanje izgradnje najboljih teritorijalnih izvedbi kao odgovora na klimatske promjene. Zaključno, studije provedene u različitim teritorijalnim stvarnostima uvode inovativne aspekte. Ti aspekti upućuju na nove mogućnosti istraživanja i nove izgleda za zapošljavanje na temelju analize konceptualnog odnosa između modela višeciljne analize učinaka i prostornog prikaza teritorijalne ranjivosti.

2.1 Ograničenja, mogućnosti i perspektive istraživanja

2.1.1 Urbane poplave / otjecanja

Rezultati

Proučavanje otjecanja omogućuje modeliranje, a time i simulaciju, ponašanja površinskih voda s posljedičnim određivanjem područja priljeva i odljeva. Radi se o uvođenju kartografskog indeksa koji postavlja pragove vodne kritičnosti izračunate i ponderirane na morfologiji područja i na vodnom odgovoru upotrebe zemljišta u smislu apsorpcijskog kapaciteta oborinskih voda. Ta bi se područja trebala smatrati samo kao geografsko-teritorijalnim dijelovima s određenom ranjivošću na poplave, koja će varirati ovisno o intenzitetu padalina i njihovim prostornim raspodjelama.

Dobiveni rezultati mogu se uzeti kao osnova za pristup urbanoj tipizaciji sektorskih planova za upravljanje hidrogeološkim rizicima, uz poticanje povezanosti između strukturnog i operativnog planiranja te upravljanja klimatskim promjenama.

Ograničenja i mogućnosti

Među glavnim mogućnostima za poboljšanje istraživanja je potreba za ponovnim podešavanjem rezultata otjecanja u rasponu prihvatljivosti koji se temelji na geološkim i klimatskim spoznajama (pokazatelji lokalne mikroklimi i simulacije). Time se može omogućiti da se detaljnije definiraju vodne performanse teritorija u kombinaciji s drugim elementima stresa i vrstama rizika.

Perspektive

Interpretativna karta koeficijenata otjecanja može se „standardizirati“ i na taj način omogućiti zonalnost koja će biti korisna za prepoznavanje stupnjeva lokalnih kritičnih stanja. Zonalnost može biti korisna i kod pitanja prenamjene, zaštite i razvoja, koja su osjetljiva na vodnu nepromjenjivost i komplementarne strategije ublažavanja i prilagodbe klimatskim promjenama.

Operativna promišljanja mogu se razviti iz usporedbe s općinskim prostornim planom u tri sastava dijela: baza znanja, strategije i propisi.

Ova vrsta studije mogla bi olakšati izradu operativnih prijedloga u odnosu na analitičke dimenzije, razmatranje ranijih rezultata te moguće kumulativne učinke, čime bi se pogodovalo prirodnom procesu ažuriranja karata rizika i u središnjim i u rubnim područjima uz prikupljanje dinamičkih elemenata.

3 Bibliografija

Arnbjerg-Nielsen K., Willems P., Olsson J., Beecham S., Pathirana A., Bülow Gregersen I., Nguyen V. T. V. (2013), "Impacts of climate change on rainfall extremes and urban drainage systems: a review", *Water Science and Technology*, 68(1), 16-28.

CMCC (2017), *Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici – PNACC. Allegato tecnico-scientifico impatti, vulnerabilità e azioni di adattamento settoriali*, Venezia (versione luglio 2017).

IPCC (2014), *Climate Change: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*, Cambridge University Press, Cambridge.

Maragno, D. (2018), *Ict, resilienza e pianificazione urbanistica. Per adattare la città al clima*, Milano: Franco Angeli.

Oke T.R. (1982), "The energetic basis of the urban heat island", *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 108(455), 1-24.

Oude Essink G. H. P. (2001), Improving fresh groundwater supply – problems and solutions, *Elsevier, Ocean & coastal management* 44, pp.429-449

Pileri P. (2007), *Compensazione ecologica preventiva. Principi, strumenti e casi*, Roma: Carocci Editore.

Pileri P. (2015), *Che cosa c'è sotto. Il suolo, i suoi segreti, le ragioni per difenderlo*, Milano: Altreconomia Edizioni.

Pozzer G. (2015), "Consumo di suolo e gestione del rischio idraulico: test per l'invarianza idraulica nella pianificazione territoriale", in Munafò M., Marchetti M., a cura di, *Recuperiamo terreno. Analisi e prospettive per la gestione sostenibile della risorsa suolo*, Milano: Franco Angeli, pp. 168-180, ISBN 9788891713858.

Lerer S. M., Arnbjerg-Nielsen K., & Mikkelsen P. S. (2015), "A mapping of tools for informing water sensitive urban design planning decisions-questions, aspects and context sensitivity", *Water*, 7(3), 993-1012.