

Povezana urbana tveganja

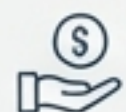
Nova paradigma: od infrastrukturnih silosov do na človeka osredotočenih kompleksnih sistemov



Živimo v urbanem stoletju – in naša mesta so vse bolj ranljiva



Do leta 2030 bo v mestih živel več kot **60 %** svetovnega prebivalstva.

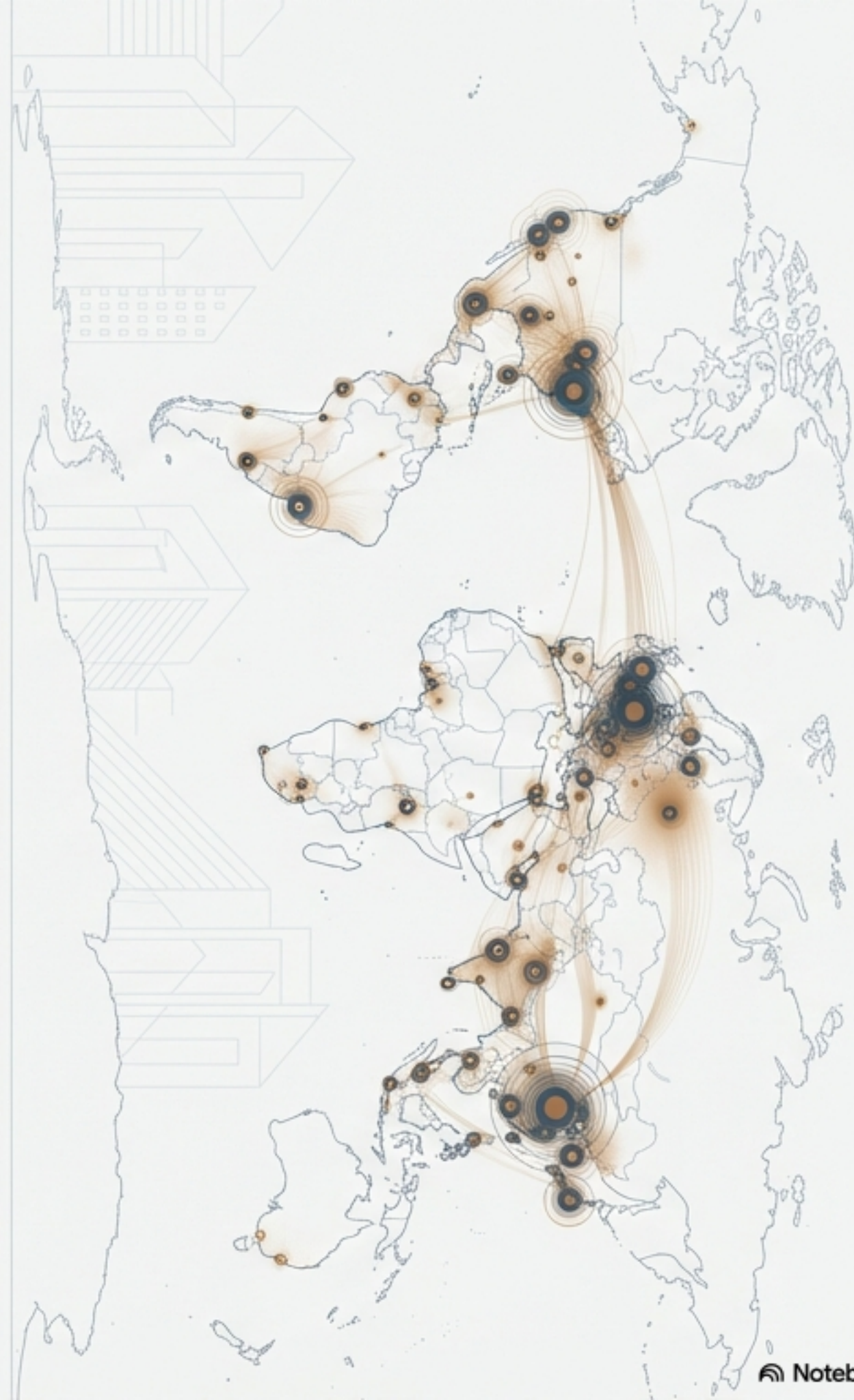


Mesta ustvarijo več kot **80 %** svetovnega bruto domačega proizvoda (BDP) in so motorji gospodarske rasti.



Hitra urbanizacija in podnebne spremembe pa stopnjujejo '**povezana tveganja**': tveganja, ki niso izolirana, temveč se medsebojno prepletajo na kompleksen in nelinearen način.

- Motnje v enem sistemu (infrastrukturnem, socialnem, gospodarskem) sprožijo **kaskadne odpovedi** z nepredvidljivimi posledicami.





Tragedija v Zhengzhouju: študija primera kaskadne odpovedi sistema

Kontekst: Julija 2021 so ekstremne padavine v Zhengzhouju na Kitajskem razkrile krhkost sodobnih mest.

Veriga nesreč (Disaster Chain):



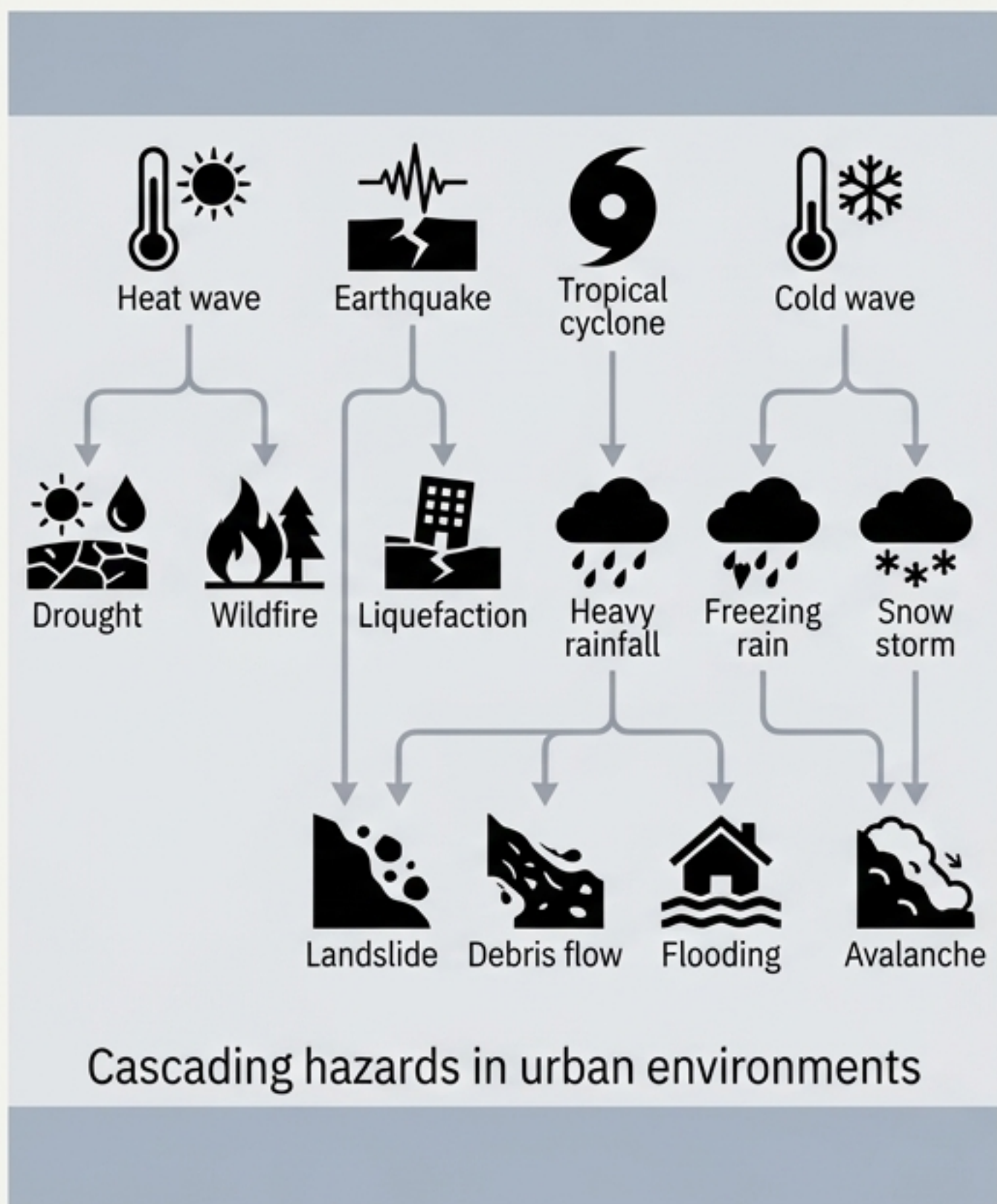
Sprožilec: Ekstremne padavine preobremenijo mestno infrastrukturo.



Kaskada:

- Postaje podzemne železnice so poplavljene.
- Sledijo obsežni izpadi električne energije in komunikacij.
- Učinki se širijo preko fizične škode: prekinjene so socialno-ekonomske dejavnosti, ovirano je delovanje oblasti, okoljska škoda se povečuje.

Ključni poudarek: To ni bila le poplava; bila je sistemska odpoved, pri kateri so inženirski sistemi sprožili kaskado odpovedi v drugih razsežnostih mesta.



Naš trenutni pogled je nevaren: osredotočeni smo le na prvi domino

Tradicionalni model: Tveganja razumemo predvsem kot **kaskadne nevarnosti**.

Definicija: Primarna nevarnost (npr. potres) sproži sekundarne nevarnosti (npr. zemeljski plaz, utekočinjenje tal).

Pomanjkljivosti:

- Ocene se pogosto osredotočajo na preproste metrike: izpostavljeno prebivalstvo, poškodovane stavbe.
- Ta pristop ne zajame kaskadnih odpovedi *znotraj in med* drugimi izpostavljenimi mestnimi sistemi (socialnimi, gospodarskimi, vladnimi).
- Ignorira kompleksne, nelinearne interakcije, ki so značilne za mesta.

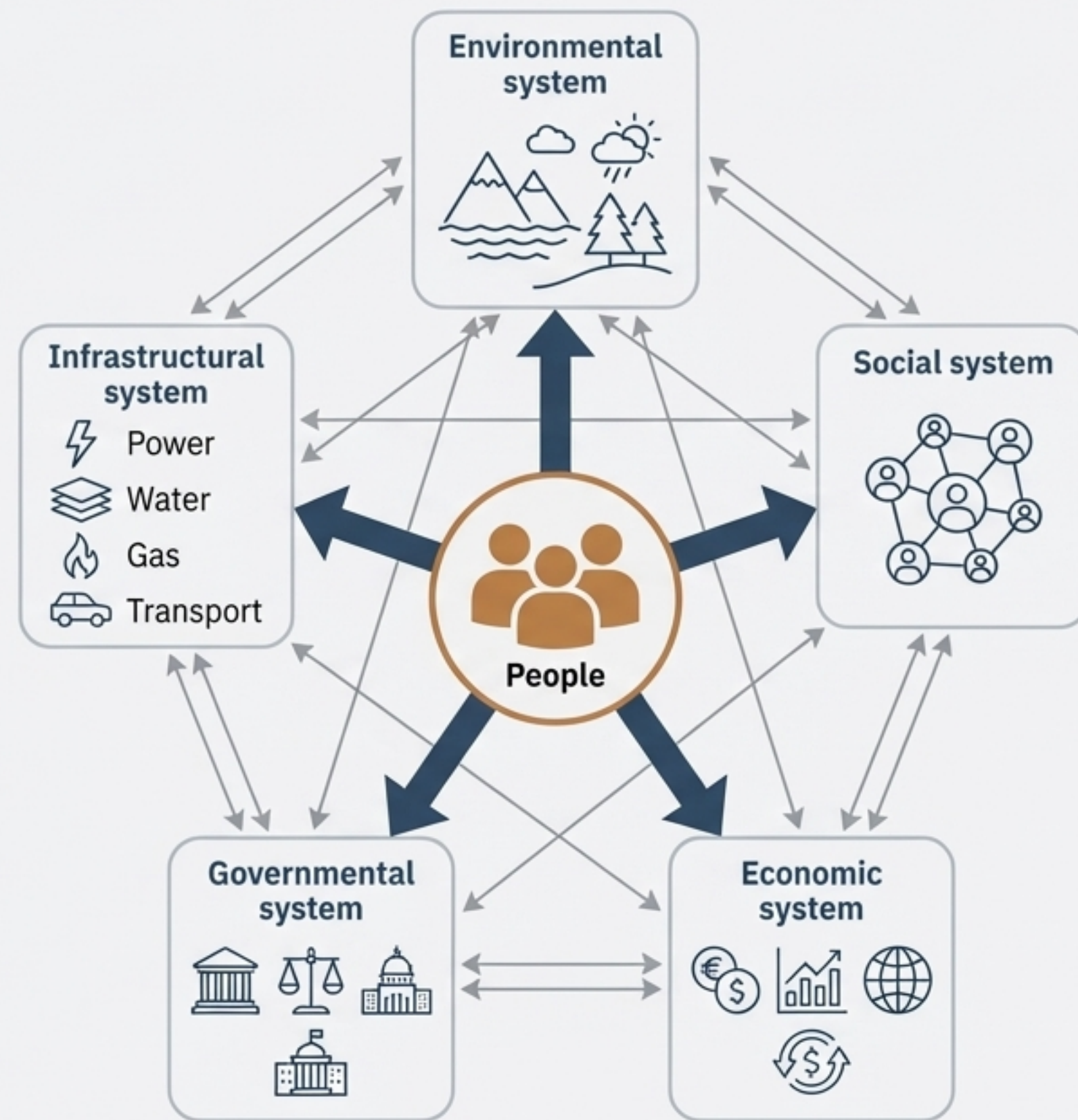
Potreben je nov način gledanja: mesta so kompleksni sistemi, osredotočeni na ljudi

Nova paradigma: Mesta niso le skupek infrastruktur; so dinamična, medsebojno odvisna omrežja, ki jih oblikujejo človeške potrebe, vedenje in ranljivosti.

Ključni koncept: Razumevanje povezanih tveganj zahteva analizo **kaskadnih odpovedi v izpostavljenih mestnih sistemih**.

- **Mestni sistemi:** Infrastrukturni, socialni, gospodarski, okoljski in vladni.
- **Človek v središču:** Ljudje so v jedru teh sistemov. Njihove potrebe, odločitve in vedenje so ključni za evolucijo tveganj in učinkovitost odziva.

Cascading failures across exposed urban systems



1. steber: Razvoj enotne, podrobne taksonomije

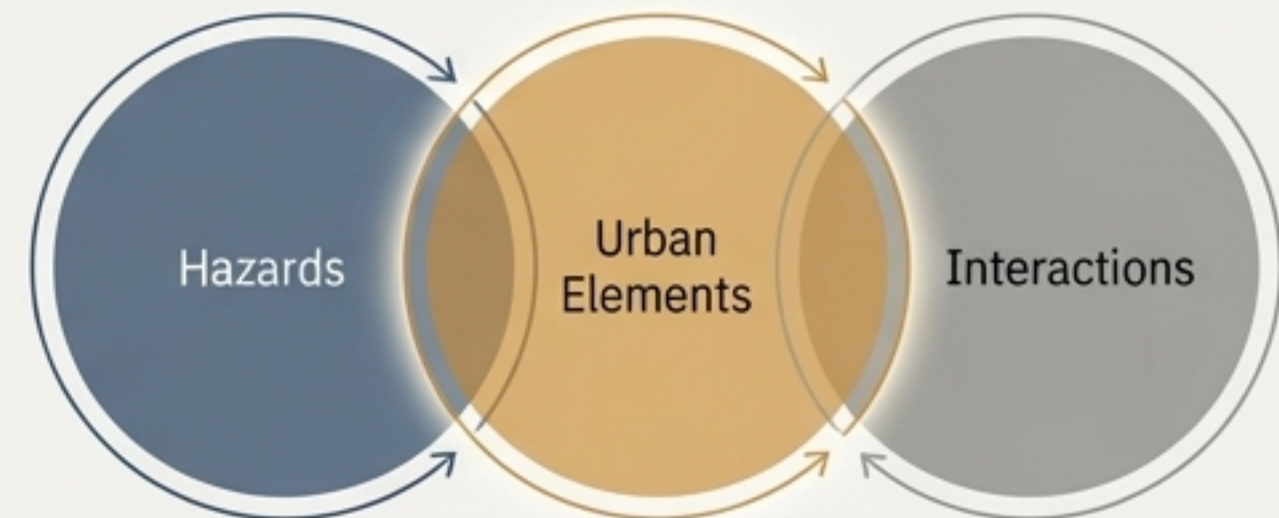
Problem:

- Obstoječe klasifikacije nevarnosti (npr. UNDRR) ne upoštevajo kaskadnih nevarnosti.
- Klasifikacije mestnih elementov so neskladne, preveč splošne in ne zajemajo ključnih interakcij med dogodki.

Primer: Poplavna voda v Zhengzhouju je reagirala z raztaljenim aluminijem v industrijskem obratu, kar je povzročilo eksplozijo in zrušitev stavb (veriga nesreč št. 9). Takšnih interakcij obstoječi modeli ne predvidevajo.

Rešitev:

- Razviti standardizirano taksonomijo za kaskadne nevarnosti, mestne elemente in njihove interakcije.
- Taksonomija mora biti **osredotočena na človeka**: jasno mora opredeliti in klasificirati dvosmerne interakcije med ljudmi in mestnimi sistemi (kaj ljudje prispevajo k zmanjšanju tveganj in kaj prejemajo za ublažitev tveganj).



2

2. steber: Vzpostavitev celostnega okvira za oceno tveganj, osredotočenega na človeka

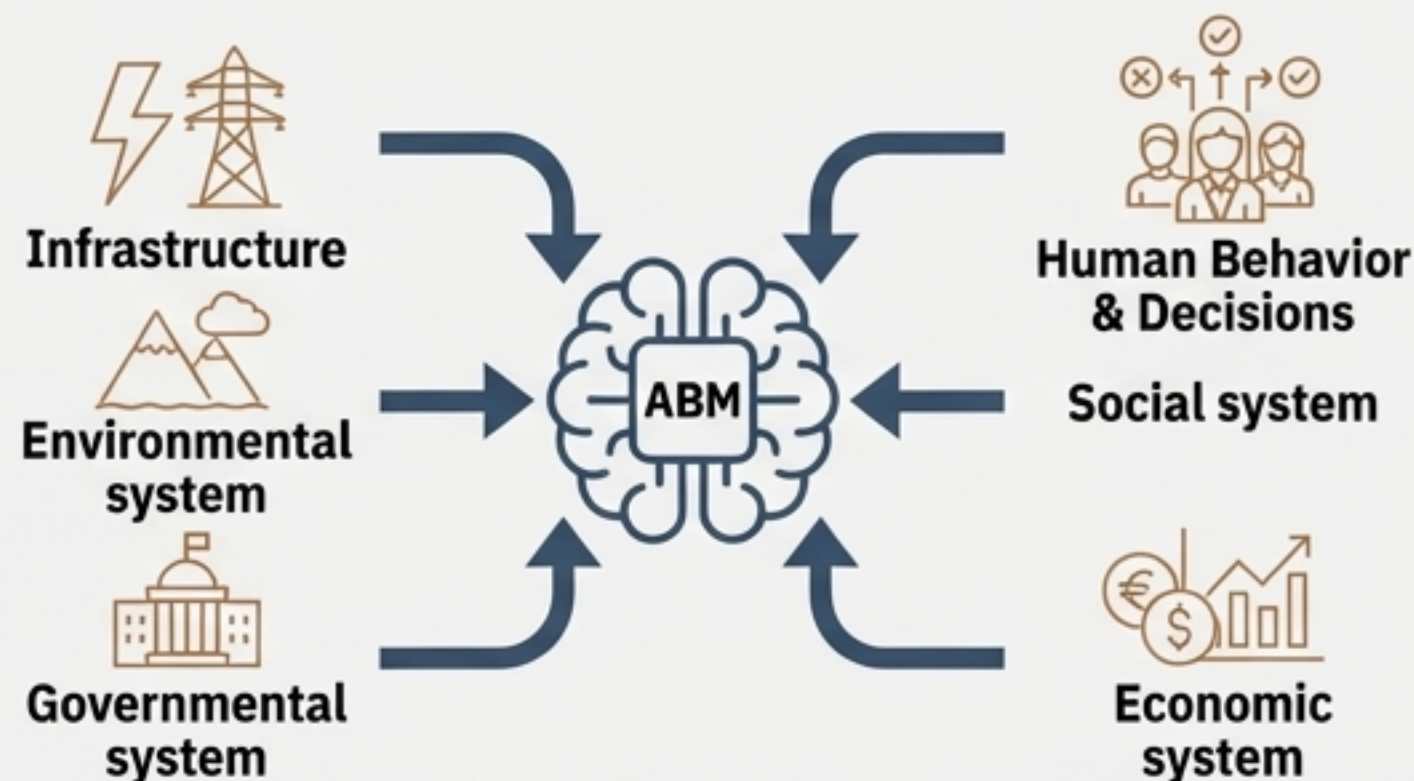


Problem:

- Trenutni modeli se osredotočajo na **kaskadne odpovedi v infrastrukturnih sistemih**.
- Zanemarjajo **širše vplive na socialno-ekonomske, okoljske in vladne sisteme**.
- **Ne upoštevajo pripravljenosti in odzivnih zmogljivosti** ljudi. Med nevihto v Zhengzhouju so hitri odzivi državljanov reševali življenja – tega trenutni modeli ne zajemajo.

Rešitev:

- Okvir, ki simulira kaskadne nevarnosti in odpovedi v vseh razsežnostih mesta.
- Vključevati mora **vedenje in procese odločanja posameznikov**.
- Modeli, ki temeljijo na agentih (ABM), so primerni za to nalogo, saj lahko simulirajo tveganja, povezana s hierarhičnimi potrebami ljudi v krizah.



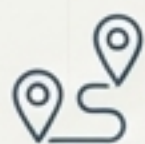
3 3. steber: Kalibracija in nenehno posodabljanje modelov z več viri podatkov

Izziv:

- Celostni modeli imajo veliko parametrov, ki zahtevajo kalibracijo z uporabo podatkov iz preteklih dogodkov.
- Različni viri podatkov imajo omejitve:



Satelitski posnetki: Pogosto nimajo zadostne časovne ločljivosti.



Podatki o mobilnosti (GPS): Težave z zasebnostjo, pristranskostjo vzorčenja in zmanjšano razpoložljivostjo med krizami.



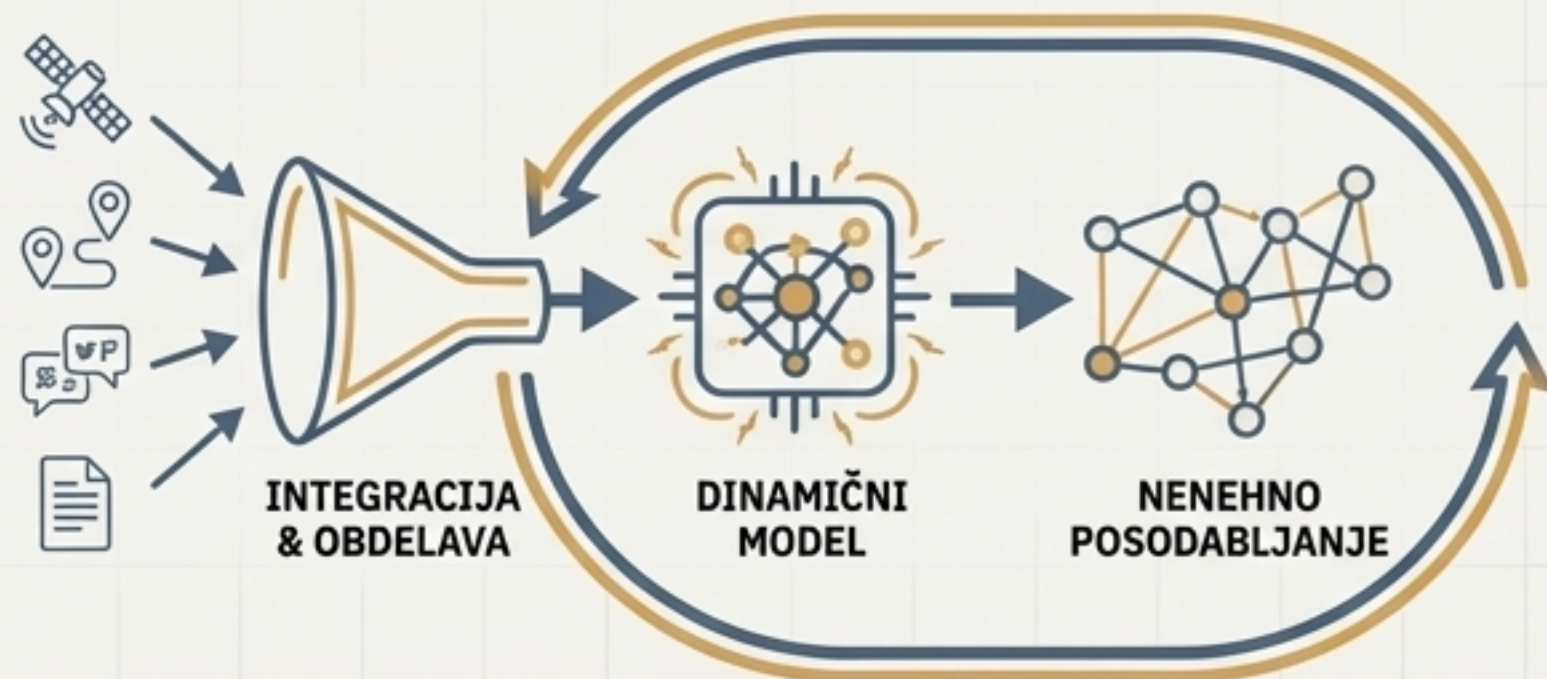
Družbeni mediji: Podatki so fragmentirani in podvrženi pristranskosti.



Uradna poročila: Pogosto nepopolna ali preveč agregirana.

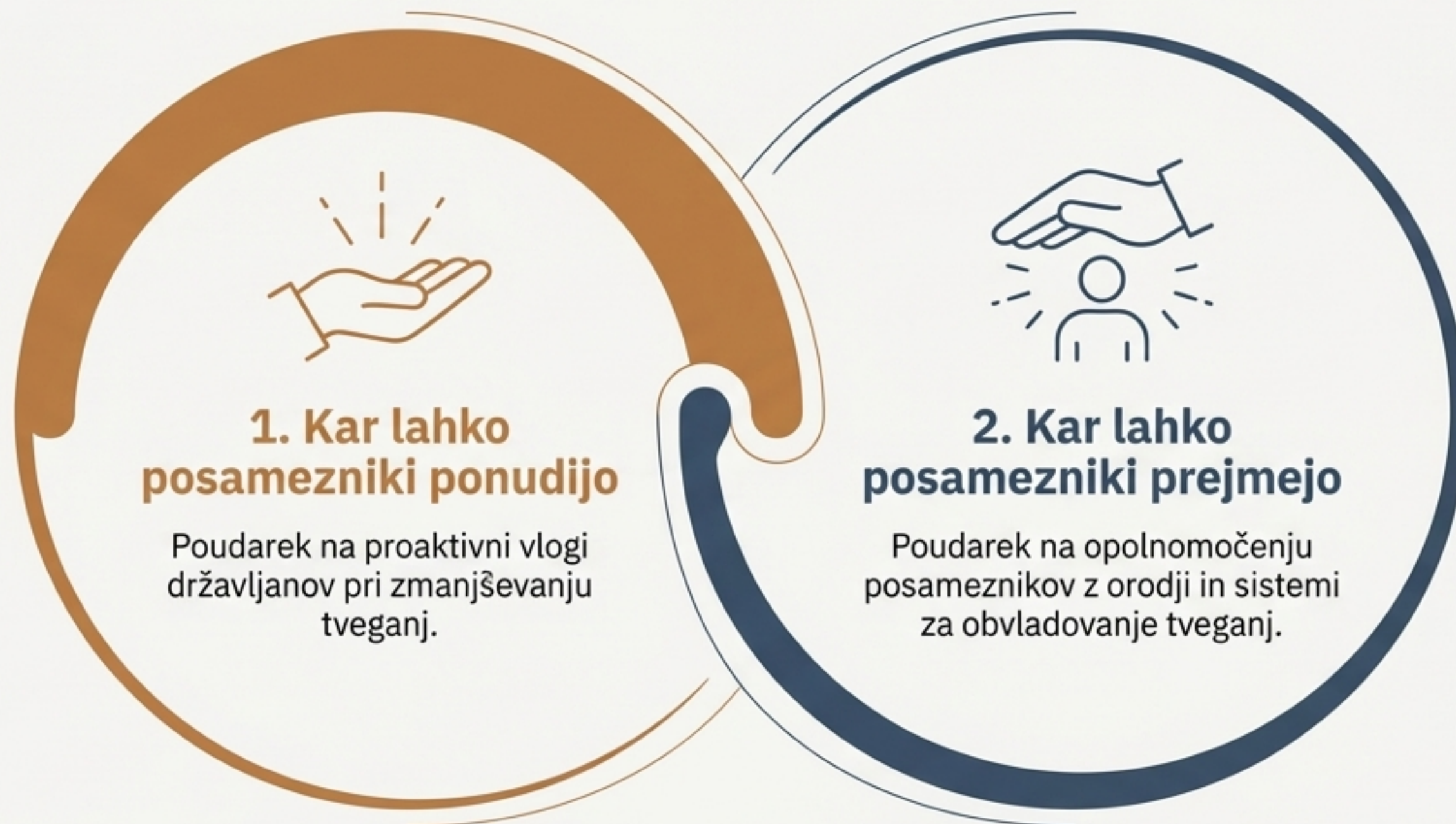
Rešitev:

- Modele je treba kalibrirati z uporabo delnih opazovanj iz različnih virov, s poudarkom na podatkih v realnem času o vedenju ljudi.
- Integracija tehnik rudarjenja podatkov s fizikalnimi modeli mestnih sistemov.
- Modeli se morajo **nenehno posodabljati**, da odražajo spreminjajoče se razmere in ostanejo prilagodljivi na dinamičnost resničnega sveta.



Od teorije k dejanju: Strategije, osredotočene na človeka

Osnovno načelo: Prepoznati je treba dvojno vlogo posameznikov pri učinkovitem zmanjševanju povezanih urbanih tveganj – kot proaktivnih prispevajajočih in kot prejemnikov ključne podpore.



Strategije, osredotočene na človeka: Kar lahko posamezniki ponudijo

Cilj: Izkoriščanje kolektivnega znanja, virov in prizadevanj ljudi za prekinitev verižnih reakcij, ki vodijo v krize.



Spodbujanje sodelovanja in prilagajanje vedenja:

Posamezniki prispevajo svoje lokalno znanje k oblikovanju zemljevidov tveganj in načrtovanju zmanjševanja tveganj.



Krepitev socialnih omrežij:

Gradnja podpornih odnosov in odgovornosti v skupnostih ustvarja socialni kapital, ki je v krizah neprecenljiv.

Zakonodaja, ki spodbuja medsebojno pomoč, krepi kulturo kolektivne odgovornosti.



Projekti državljanske znanosti:

Aplikacije za spremljanje biotske raznovrstnosti ali projekti, kot je 'Freetown the Tree-town' (sajenje dreves), neposredno blažijo tveganja, kot so poplave in plazovi.

Strategije, osredotočene na človeka: **Kar lahko posamezniki prejmejo**

Cilj: Povečati zmožnost posameznikov za obvladovanje in odzivanje na povezana urbana tveganja.



Razvoj sistemov za zgodnje opozarjanje (MHEWSs): Sistemi, osredotočeni na ljudi, ki z naprednimi modeli za oceno tveganj zagotavljajo opozorila v realnem času.



Nenehno učenje in programi ozaveščanja o tveganjih: Izobraževanje ljudi o tveganjih nesreč in o tem, kako se lahko medsebojno povezane nevarnosti prepletajo.



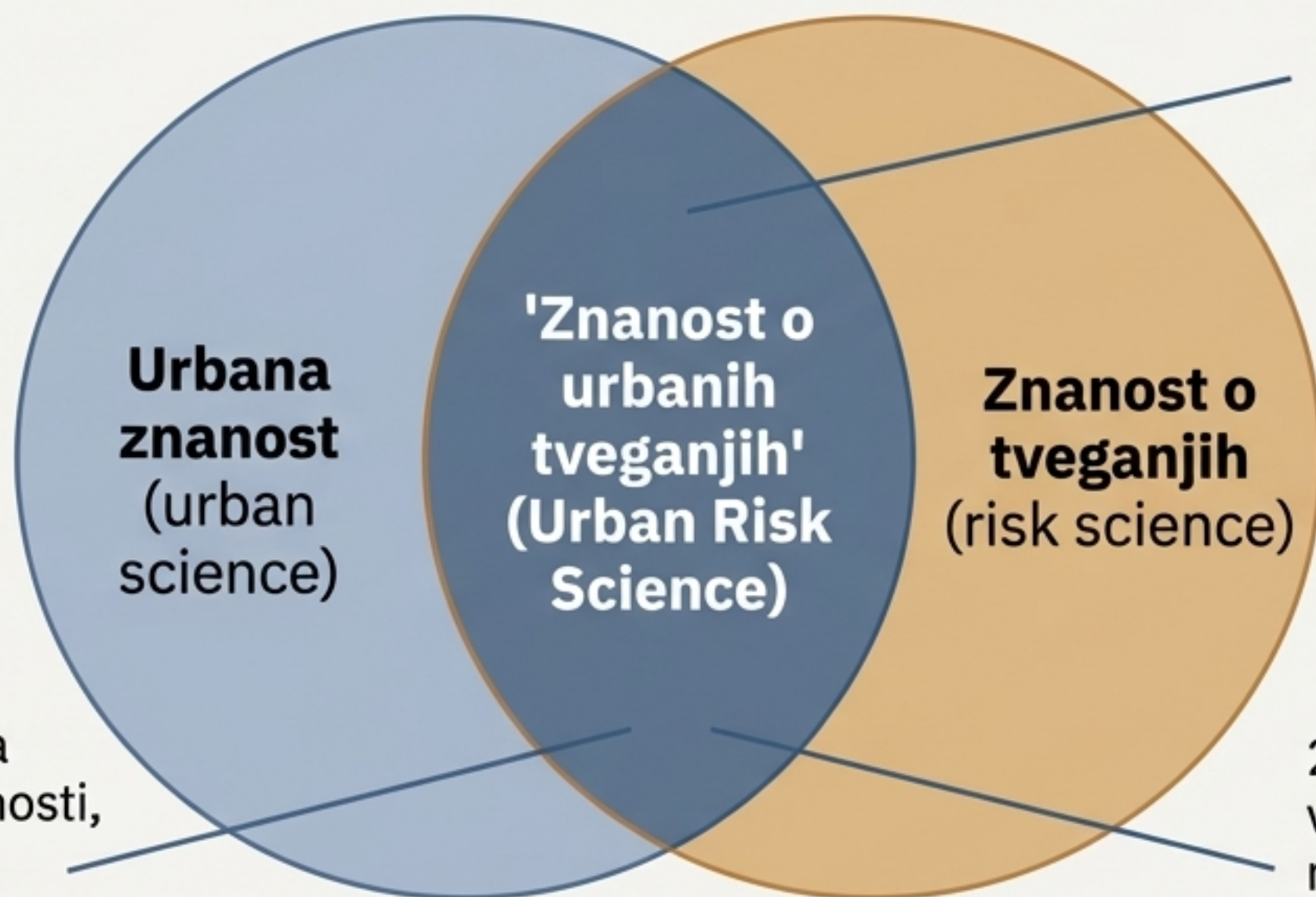
Dostop do usposabljanja in izobraževalnih virov: Opremljanje posameznikov z veščinami za obvladovanje kompleksnih urbanih izzivov.



Zavarovalne sheme: Mehanizem za delitev tveganja, ki pravičneje porazdeli bremena med nesrečami.

Pogled v prihodnost: Rojstvo znanosti o urbanih tveganjih

Teza: Da bi te perspektive prevedli v izvedljive rešitve, je potreben sistematičen pristop, ki bi lahko vodil v nastanek novega interdisciplinarnega področja.



1. Cilj: Izvajanje obsežnih empiričnih študij primerov za poglobljeno razumevanje interakcij med mestnimi podsistemi.

2. Cilj: Napredek pri modeliranju in validaciji okvirov, osredotočenih na človeka, z integracijo novih tehnologij (umetna inteligenca, digitalni dvojčki).

3. Cilj: Razširitev razumevanja tveganj v širši koncept odpornosti, osredotočene na človeka, za spodbujanje trajnostnih, vključujočih in prilagodljivih mest.

Naš končni cilj: Gradnja odpornih mest za trajnostno prihodnost

Ta novi pristop ni le akademska vaja; je ključnega pomena za doseganje globalnih ciljev.

Povezava s Cilji trajnostnega razvoja (SDGs) Združenih narodov:



Z obravnavanjem raziskovalnih in praktičnih vrzeli lahko zgradimo prihodnja mesta, ki ne bodo le kos večplastnim izzivom 21. stoletja, temveč bodo v njih tudi uspevala.

Spodbujanje trajnostnih, vključujočih in odpornih urbanih okolij.

Vir in nadaljnje branje

Ta predstavitev temelji na raziskovalnem delu, objavljenem v reviji *Engineering*.

Polna referenca:

Ouyang, M., Cheng, Z., Ma, J. et al. Coupled Urban Risks: A Complex Systems Perspective with a People-Centric Focus. *Engineering* 44 (2025) 44–50.
<https://doi.org/10.1016/j.eng.2024.12.023>

Informacije o avtorjih:

Min Ouyang, Zekai Cheng, Jiaxin Ma, Hongwei Wang, Stergios Aristoteles Mitoulis

Engineering

