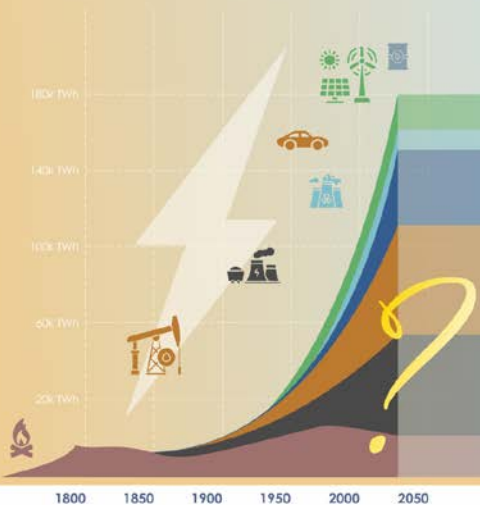




ENERGY  
ENERGETIKA  
2026



# Pregled mogućnosti i ograničenja primene pete generacije daljinskog grejanja i hlađenja u energetsom sistemu Republike Srbije

---

Mina Mirović,  
prof. dr Mirko Komatina,  
prof. dr Miloš Banjac

Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu

- e **Energetska tranzicija**
- e **70%** ukupne potrošnje energije u zgradarstvu predstavlja toplotnu energiju
- e **Direktiva (EU) 2023/1791** o energetskej efikasnosti i Evropski zeleni plan

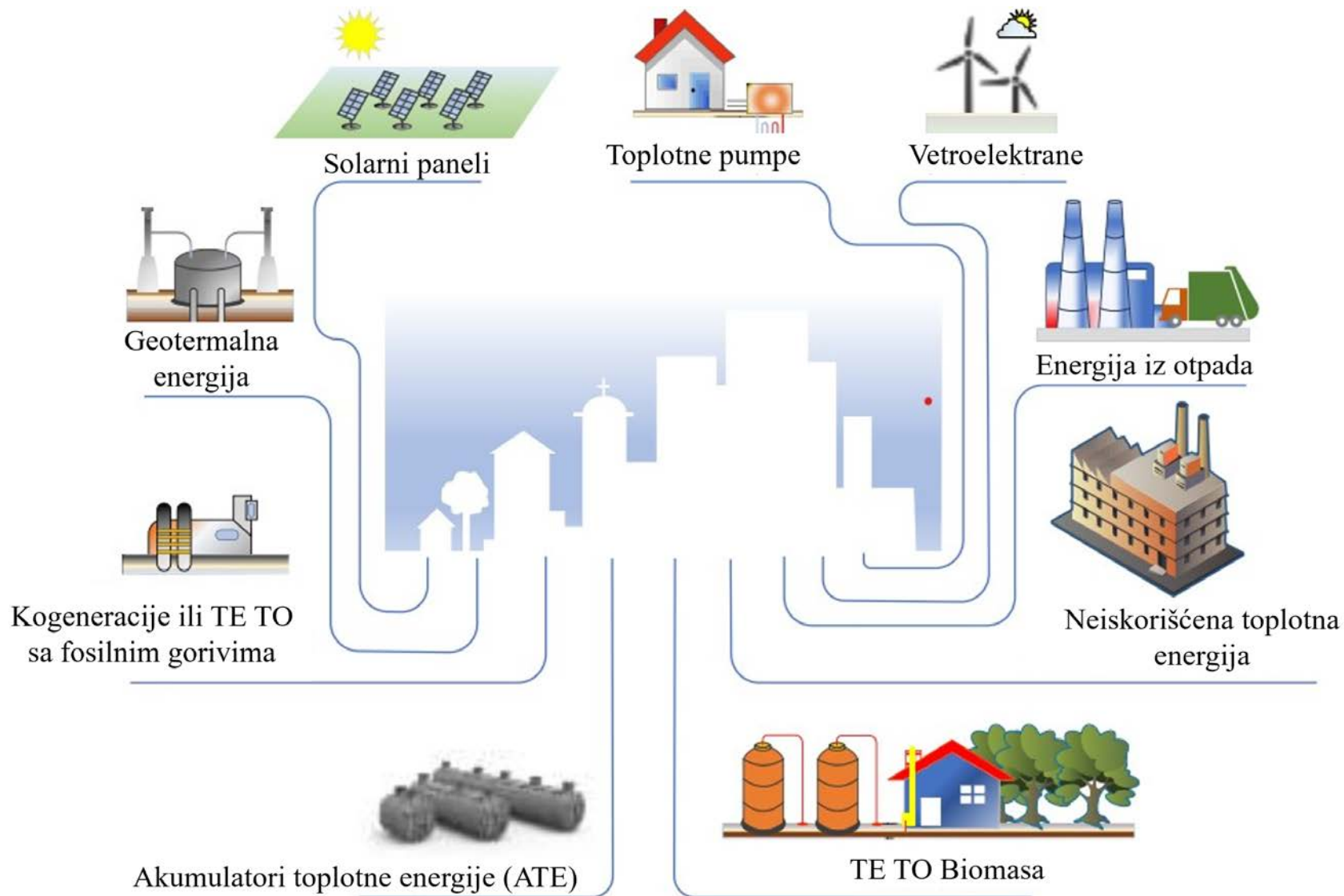


- e Postavljeni su ciljevi koji propisuju **obaveze uštede energije** i povećanja udela toplotne energije iz OIE za grejanje objekata
- e Postojeći sistemi i dalje **dominantno zavise od fosilnih goriva**

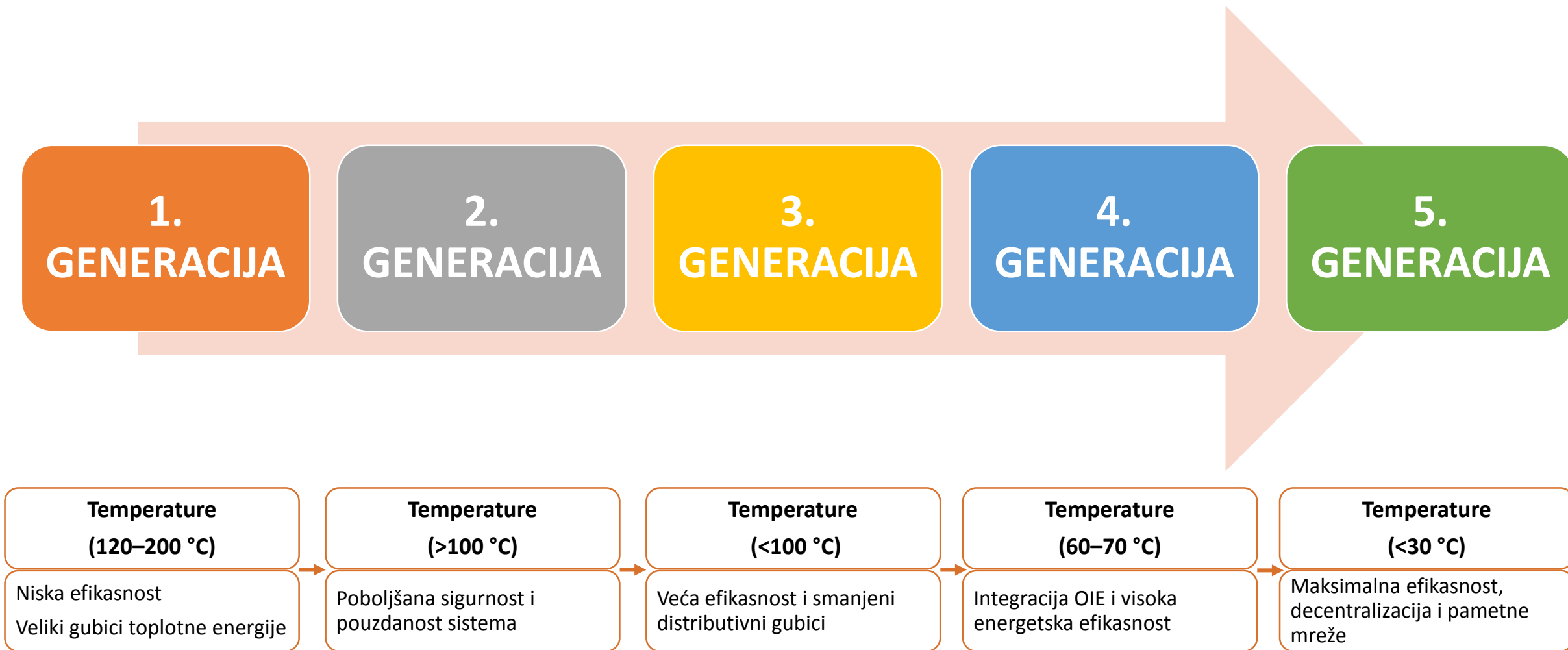


- e Dominacija fosilnih goriva → **visoke emisije i ograničena prilagodljivost sistema**
- e Energetska tranzicija definisana kroz **Integrirani nacionalni plan za klimu i energiju Srbije i Strategija razvoja energetike Republike Srbije koja je usvojena 2024.**
- e Postepena **zamena fosilnih goriva OIE i drugim sistemima**  
(*solarni termalni kolektori, geotermalna energija i toplotna energija iz vazduha ili tla itd.*)

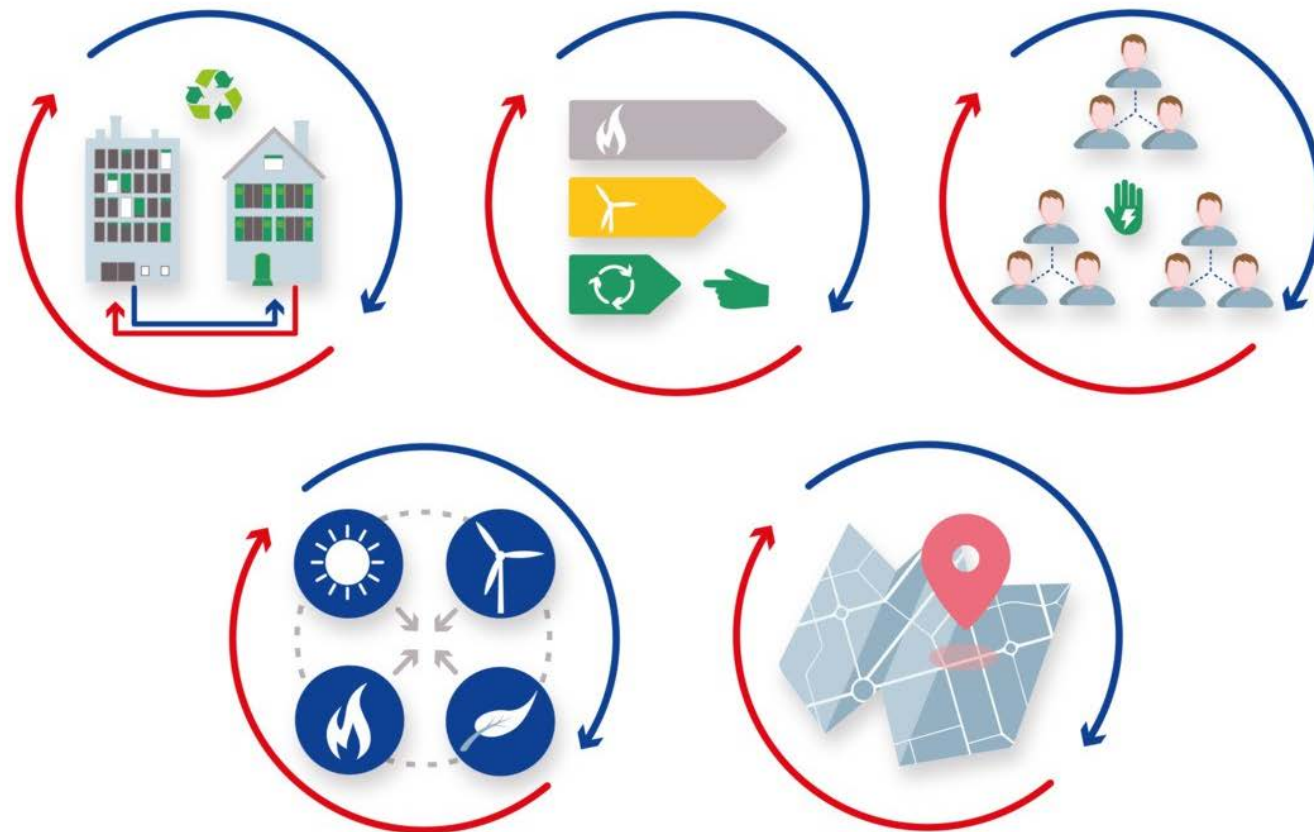
**5GDH → integracija različitih toplotnih izvora u jedinstven sistem**



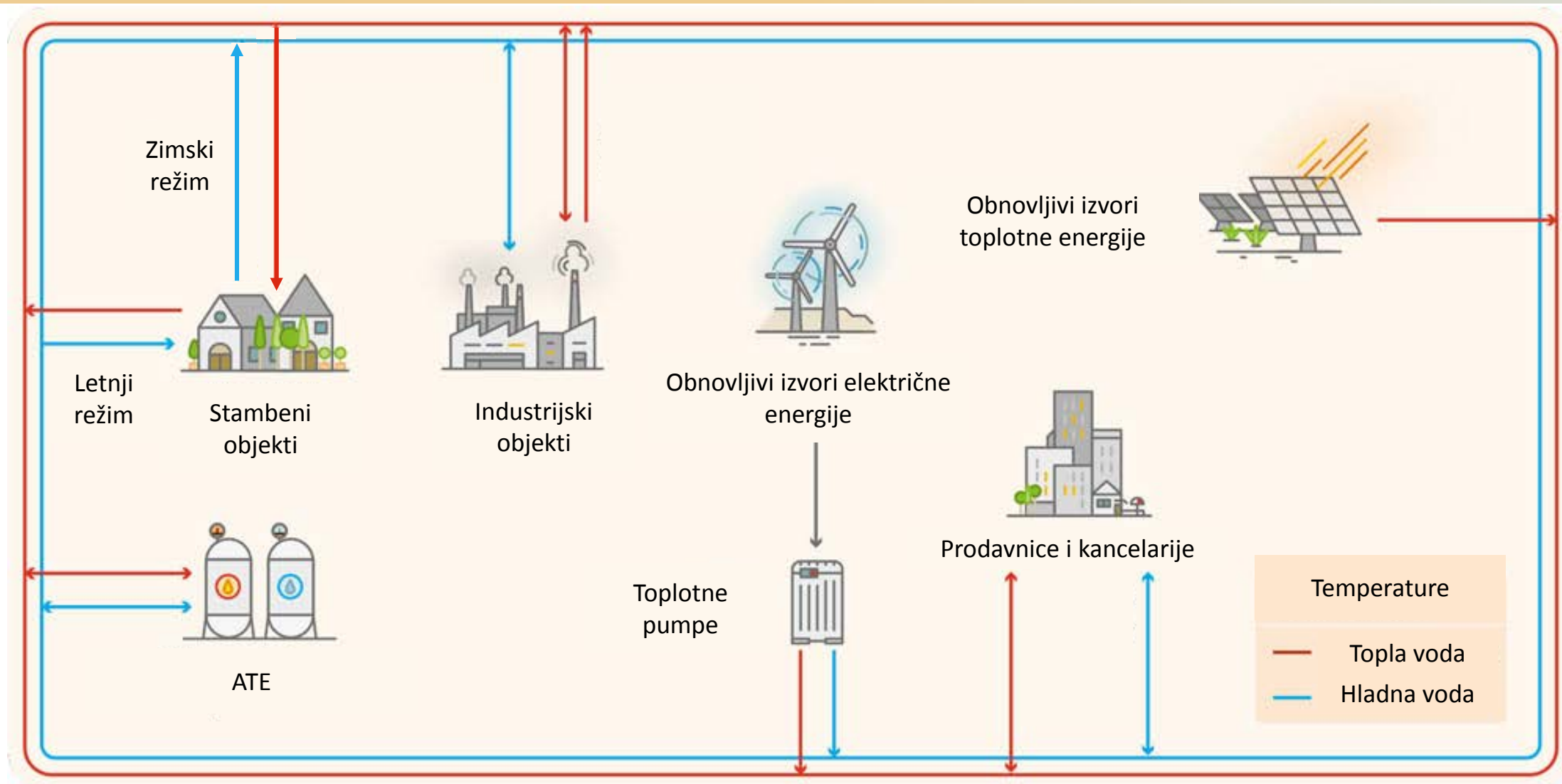
ENERGY



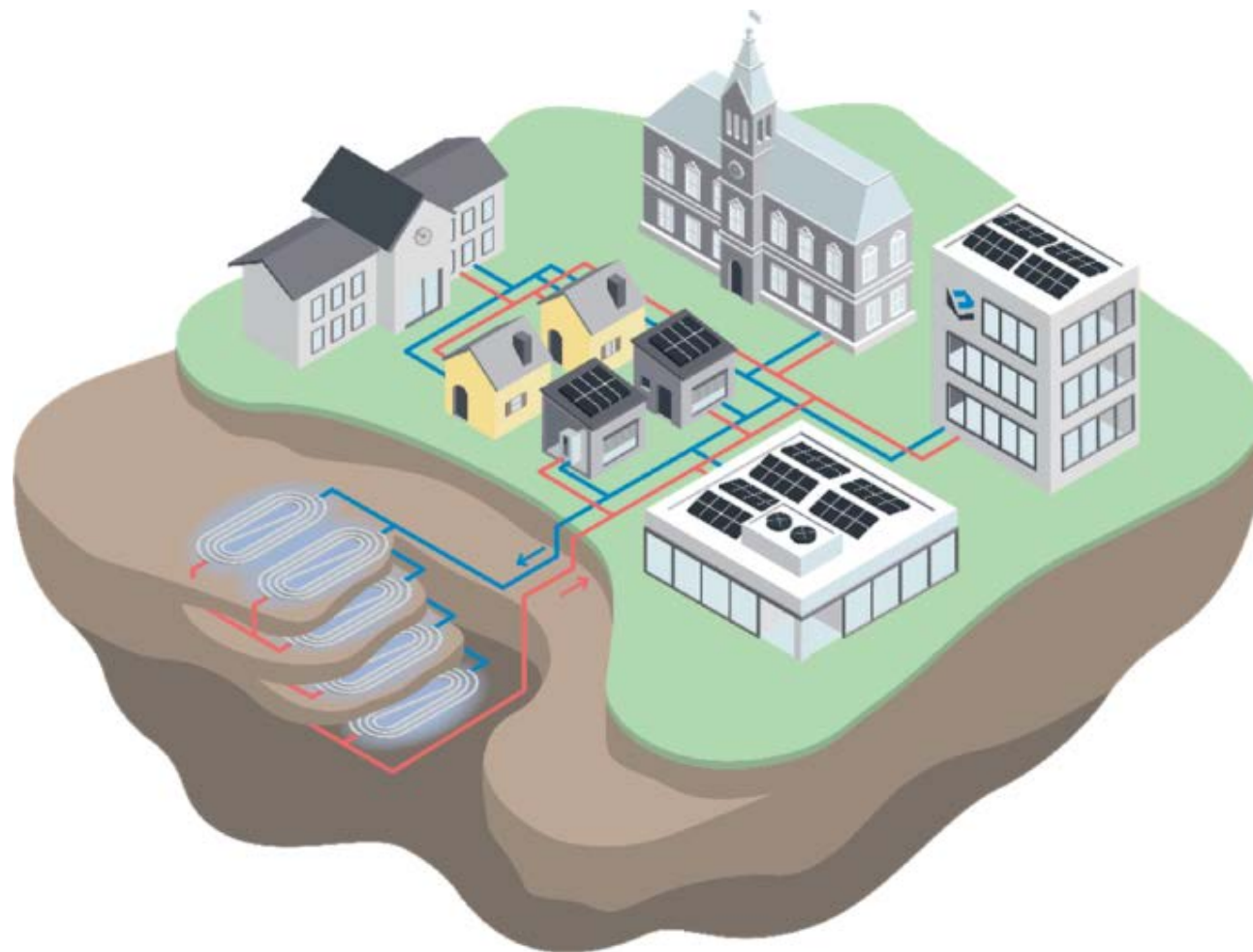
- e **Niskotemperaturna mreža** → minimalni gubici toplotne energije
- e **Dvosmerni tok energije** → razmena između korisnika
- e **Decentralizacija na nivou objekata**
- e **Rekuperacija neiskorišćene toplotne energije** → povećanje ukupne efikasnosti
- e **Akumulacija toplotne energije** (*kratkoročna i sezonska*) → uravnoteženje proizvodnje i potrošnje



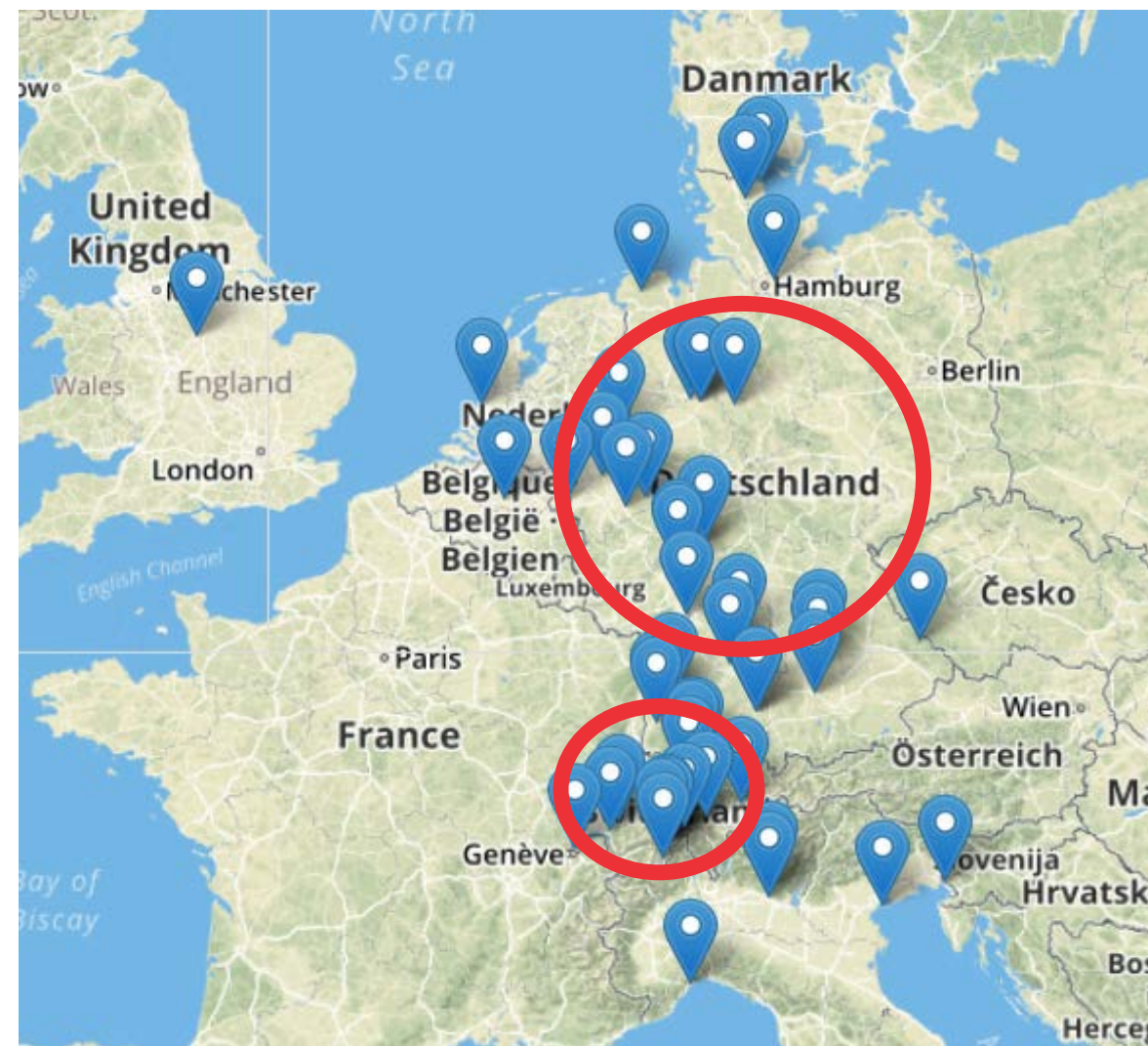
# Princip rada SD grejanja i hlađenja 5. generacije



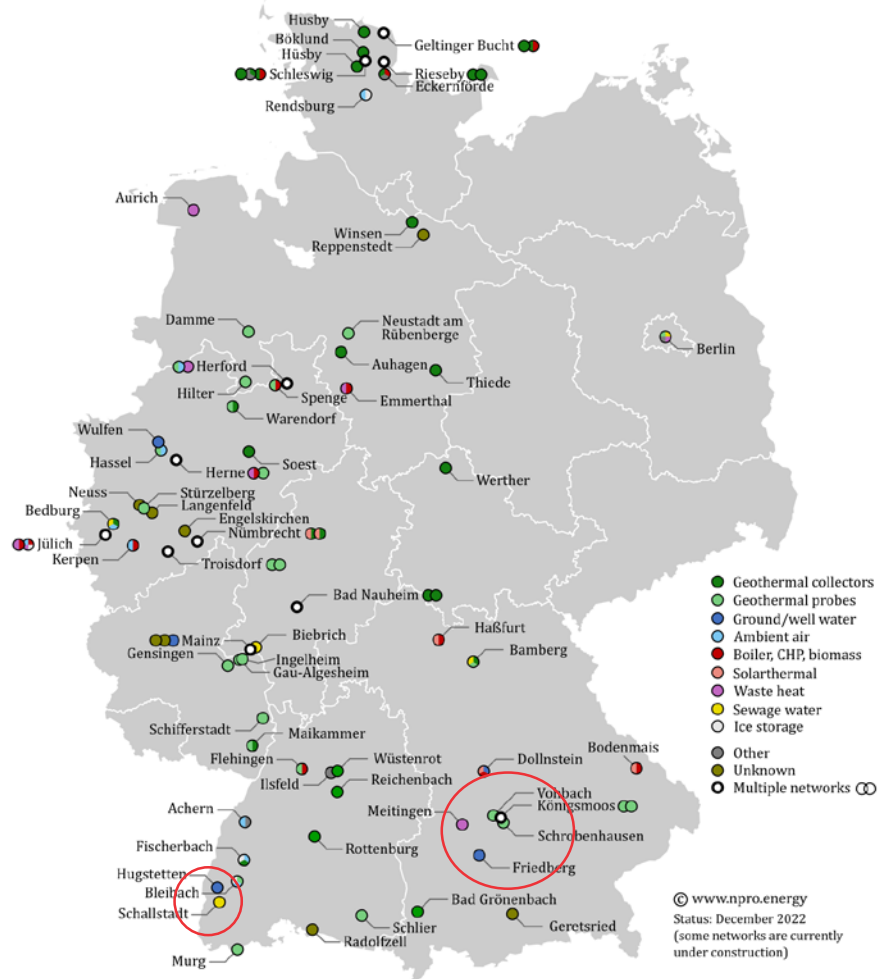
- e **Integrirano grejanje i hlađenje** u okviru iste infrastrukture
- e **Dvosmerni tok energije** → potpuno iskorišćenje potencijala toplotne energije
- e **Visoka energetska efikasnost** ( $PEF \approx 0,2-0,5$ ) → odnos primarne i isporučene energije
- e **Komplementarnost objekata** → razmena toplotne energije (poslovni vs. stambeni)
- e **Napredno upravljanje** → smanjenje vršnih opterećenja
- e **5GDH kao multi-energetski sistem** (integracija različitih toplotnih izvora i tehnologija)



- e 5GDH projekti dominantno koncentrisani u **centralnoj Evropi**
- e **Nemačka i Švajcarska** ≈ 75% svih realizacija → pioniri u razvoju i optimizaciji 5GDH
- e Razvoj podstaknut **politikama dekarbonizacije**
- e Snažna **regulatorna i institucionalna** podrška
- e **Integracija OIE i niskotemperaturnih izvora toplote**
- e **Urbanizovani sistemi**



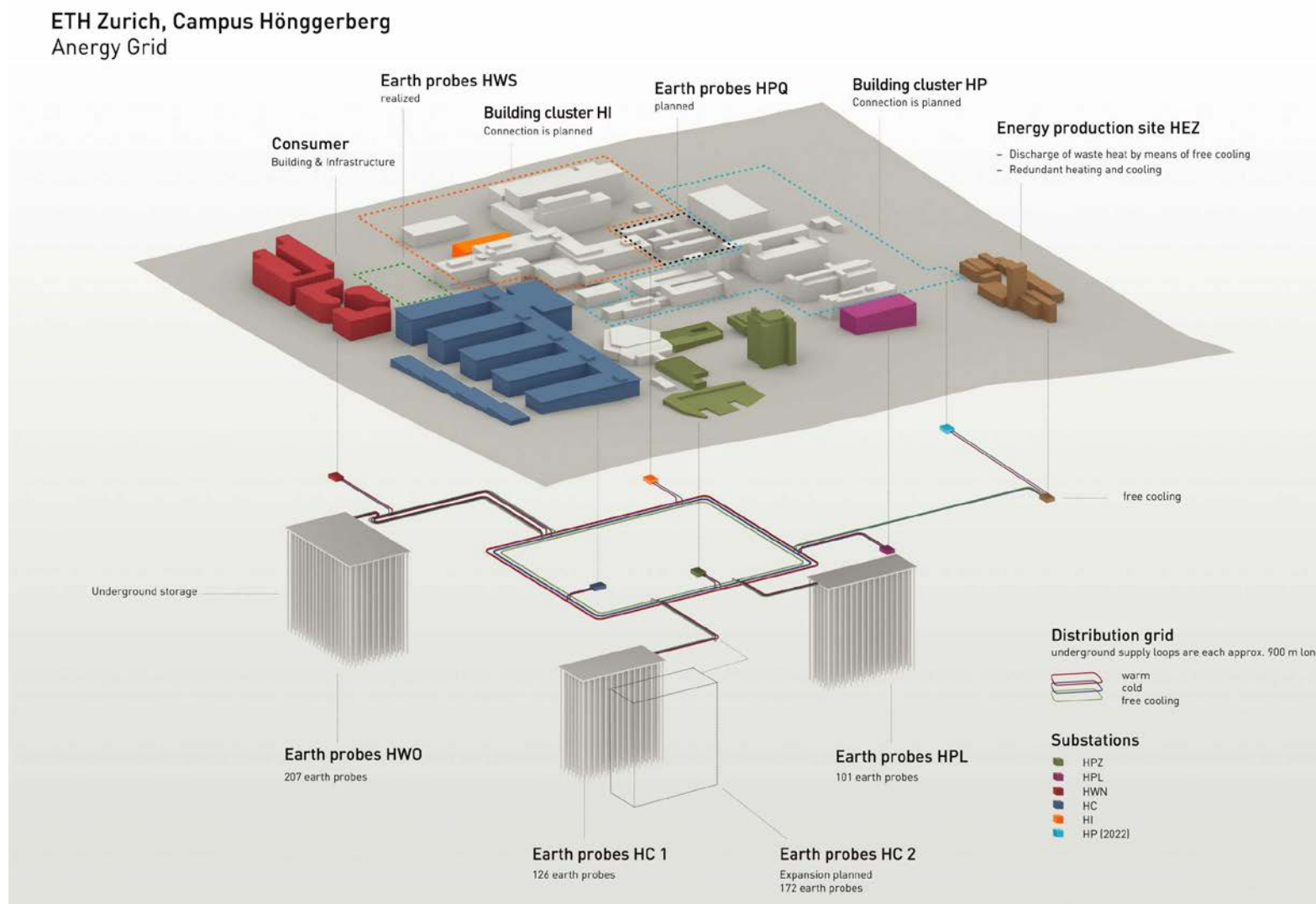
## Fifth generation district heating and cooling (5GDHC) networks in Germany



- e **Nemačka** → vodeća zemlja po broju i raznovrsnosti 5GDH sistema
- e **Minhen** → jedan od najvećih geotermalnih sistema u Evropi
  - e 7 geotermalnih postrojenja
    - e (*Stadtwerke München*)
  - e Temperature do 120 °C
    - e (*duboke bušotine 2000–3000 m*)
- e **Cilj: 100% OIE spregnutih sa ATE do 2040.**
- e **Schallstadt** → korišćenje otpadne vode iz industrijskih postrojenja

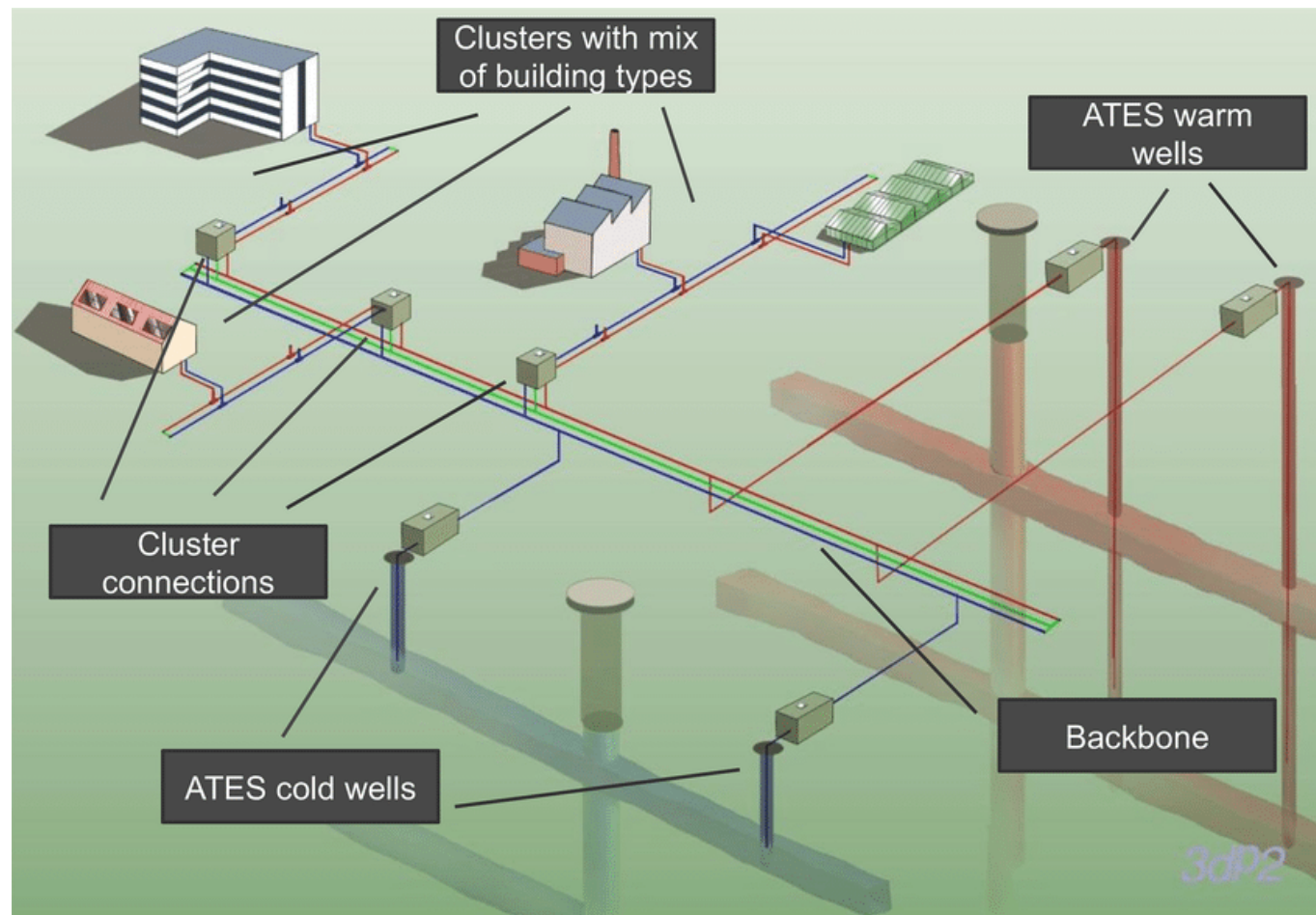
- e Razvijen na **ETH u Cirihu** → paradigma održive potrošnje energije
- e **Akumulacija toplotne energije** u geotermalnim bušotinama
- e **Rekuperacija viška toplotne energije** → regeneracija tla
- e **„Anergy“ mreža** → kontinuiran razvoj i visoka efikasnost sistema





ENERGY

- e Jedan od **tehnološki najnaprednijih 5GDH sistema**
- e Početno rešenje → **eksploatisani rudnici uglja** kao izvor toplotne energije
- e **Integracija više decentralizovanih** toplotnih izvora u 5GDH sistema
- e Primena **neiskorišćene toplotne energije**
- e Ukupna površina > **200.000 m<sup>2</sup> objekata**

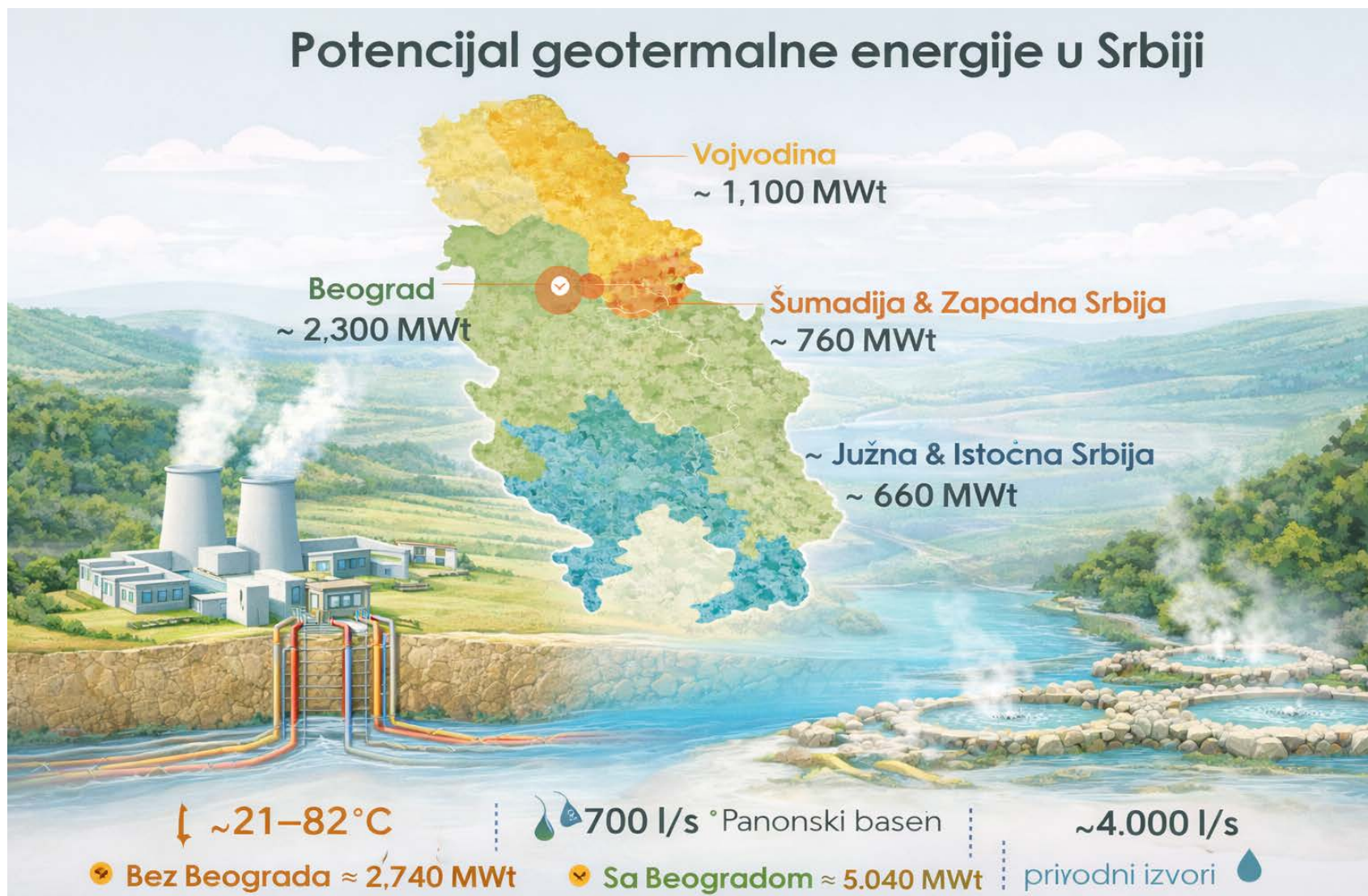


<b>5GDH sistem</b>	<b>Godina početka rada</b>	<b>Toplotni izvor</b>	<b>Lokacija</b>
<b>Medicon Village</b>	2016.	reverzibilna toplotna pumpa vazduh–voda	Malmö, Švedska
<b>Janseniushof</b>	2017.	GS - površinska/ podzemna voda	Leuven, Belgija
<b>Sohnius-Weide</b>	2017.	solarna energija, geotermalna energija	Nimbrecht, Nemačka
<b>Geltinger Bucht</b>	2017.	geotermalna energija	Schleswig, Nemačka
<b>Ospitaletto</b>	2018.	GS - podzemna voda	Ospitaletto, Italija
<b>Afrastraße</b>	2018.	GS - podzemna voda	Friedberg, Nemačka
<b>Schallstadt Weiermatten</b>	2019.	otpadna kanalizaciona voda	Schallstadt, Nemačka
<b>Neubaugebiet Süd (Bad Nauheim)</b>	2021.	polje geotermalnih kolektora	Bad Nauheim, Nemačka

- e **Dominantna 3. generacija** → centralizovani sistemi na fosilna goriva
  - e **Visoke temperature i zastarela infrastruktura**(> 30 godina)
    - e Domaćinstva **dominantni** potrošači
  - e **Primarni energenti:** gas, ugalj, tečna goriva
- e Nizak udeo OIE u SDG → **visoka zavisnost od fosilnih goriva**
- e Značajni toplotni gubici, emisije CO<sub>2</sub> i drugih polutanata  
→ **potreba za modernizacijom sistema**



ENERGY



ENERGY

Vrsta OIE	Jedinica	Ukupni raspoloživi potencijal	
<b>Energija vetra</b>	Mten /god (GWh/god)	2,59 (30.152)	
<b>Hidroenergija</b>	Mten /god (GWh/god)	1,55 (18.000)	
<b>Energija Sunca</b>	Mten /god (GWh/god)	2,62 (30.499)	
<b>Geotermalna energija</b>	Za proizvodnju el. energije	Mten /god (GWh/god)	309 (3,6)
	Za proizvodnju topl. energije	Mten /god	0,33
<b>Biomasa</b>	Mten /god	3,20	



- e Fokus na **hibridne energetske sisteme**
- e Usklađivanje energetske sanacije objekata sa razvojem SDG
- e Prilagođavanje **geografskoj lokaciji** prema temperaturnim režimima i izvorima toplote
- e Jačanje **regulatornog i institucionalnog okvira** za podršku tranziciji



- e Fokus na **hibridne energetske sisteme**
- e 5GDH sistemi → **koncept sa rastućom primenom u Evropi**
- e Implementacija zavisi od **strateškog planiranja i regulatorne podrške**
  - e **Integracija OIE i neiskorišćene toplotne energije**
  - e Implementacija je najpogodnija za **nove urbane zone**
- e U postojećim urbanima zonama neophodna je **modernizacija** postojećih sistema
- e **Neophodna su ulaganja i razvoj regulatornog okvira za uspešnu tranziciju**

# HVALA NA PAŽNJI!

Thank you for your attention!

Ovde su prikazani rezultati istraživanja podržanog od strane Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija RS po Ugovoru 451-03-34/2026-03/ 200105, Mašinski fakultet, Univerzitet u Beogradu, od 05.02.2026 god., **kao i projekta Fonda za nauku Republike Srbije, 4344, Forward-Looking Framework for Accelerating Households' Green Energy Transition – FF GreEN.**

**Kontakt podaci autora**

Mina Mirović

prof. dr Mirko Komatina

prof. dr Miloš Banjac

Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu

[mmirovic@altera-e.cd.rs](mailto:mmirovic@altera-e.cd.rs)



ENERGY  
ENERGETIKA  
2026

